

ESTUDIAR LA RESPUESTA MECÁNICA Y DINÁMICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS FABRICADAS CON PAVIMENTO RECICLADO (RAP)

INFORME FINAL CONVENIO 469 DE 2017

OCTUBRE. DE 2018



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

NIT 800225340-8

 Cra 11 No. 101-80 Bogotá D.C., Colombia

 +57 1 6500000

 Oscar.reyes@unimilitar.edu.co

 www.umng.edu.co





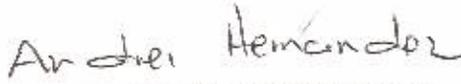
HOJA DE CONTROL

ENTIDAD	RESPONSABLE	EJEMPLARES
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL (UMV)	ING. ANDREI HERNÁNDEZ	ORIGINAL

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	SECCIÓN MODIFICADA	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0	Versión Original	19 OCTUBRE DE 2018	
1	Versión Original	24 DE OCTUBRE 2018	Forma de la presentación y análisis de resultados de los ensayos de fatiga

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Elaborado por Coordinador del Proyecto:	ING. Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:	
Fecha:	24 DICIEMBRE DE 2018
Aprobado por Supervisor del Contrato:	ING. ANDREI HERNÁNDEZ
Firma:	
Fecha:	24 DICIEMBRE DE 2018

**UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE
REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL**

**INFORME FINAL
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 469 / 2017**

**ESTUDIAR LA RESPUESTA MECÁNICA Y DINÁMICA DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS FABRICADAS CON PAVIMENTO
RECICLADO (RAP)**



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

BOGOTÁ, DICIEMBRE 17 DE 2018

Contenido

Glosario

1. Preliminares	0
2. Introducción y objetivos del convenio	2
3. Estado del arte.....	8
4. Descripción de actividades del convenio.....	26
a. Metodología Experimental	26
b. Programa experimental:	28
c. Conformación Comité Operativo:.....	29
d. Cronograma de actividades.....	29
e. Equipo de trabajo	30
4.1 Selección de materiales	30
4.2 Granulometría del RAP.....	32
4.3 Contenido de asfalto y granulometría del RAP.....	37
4.4 Características de la emulsión asfáltica.....	40
4.5 Características del asfalto.....	42
4.6 Características del agregado pétreo	44
5. Diseño de mezcla patrón	46
6. Diseño de mezclas asfálticas frías con diferentes contenidos de RAP y aditivos	49
7. Ensayos de susceptibilidad al daño por humedad (Resistencia conservada).....	63
8. Ensayos de deformación plástica en pista	69
9. Ensayos de módulo resiliente.....	79
10. Ensayos de fatiga en flexotracción y probetas trapezoidales	82
11. Análisis de resultados.....	86
12. Conclusiones y recomendaciones	89
13. Equipo de trabajo	91
14. Bibliografía.....	92

Figura 1. Área mayor extensión UAERMV en Bogotá.....	4
Figura 2. Planta de asfalto UAERMV en Bogotá.....	4
Figura 3. Planta de concreto UAERMV en Bogotá.....	4
Figura 4. Trituradora UAERMV en Bogotá.....	5
Figura 5. Tanques de almacenamiento de asfalto UAERMV en Bogotá.....	5
Figura 6. Acopio agregado pétreo UAERMV en Bogotá.....	5
Figura 7. Laboratorio UAERMV en Bogotá.....	6
Figura 8. Almacenamiento de RAP UAERMV en Bogotá.....	6
Figura 9. Estado de esfuerzos y deformaciones de una estructura de pavimento. [1].....	8
Figura 10. Clasificación de las mezclas asfálticas según temperatura de fabricación. [5]...	8
Figura 11. Mezcla asfáltica densa.....	9
Figura 12. Mezcla asfáltica semidensa.....	9
Figura 13. Mezcla asfáltica gruesa.....	9
Figura 14. Mezcla asfáltica de alto módulo.....	9
Figura 15. Mezcla asfáltica fría.....	9
Figura 16. Procedimientos ejecución ensayos de fatiga en mezclas asfálticas. [8].....	11
Figura 17. Dimensiones probetas trapezoidales según tamaño de la granulometría de la mezcla asfáltica. [8].....	12
Figura 18. Máquina de fatiga de muestras trapezoidales. [8].....	12
Figura 19. Equipo deformación plástica – Universidad Politécnica de Cataluña. [9].....	13
Figura 20. Diagrama del ensayo de resistencia a la tracción indirecta. [9].....	14
Figura 21. Estado de esfuerzos a tensión ensayo la tracción indirecta. [9].....	14
Figura 22. Curvas módulo resiliente en función de la frecuencia y temperatura.....	15
Figura 23. Dispositivo ejecución ensayos de módulo resiliente y pulsos de carga. [8].....	15
Figura 24. Resistencia a la tracción indirecta en estado seco y húmedo de mezclas frías con RAP en altos porcentajes y muestra patrón (mezcla caliente)......	19
Figura 25. Módulo de rigidez de la mezcla fría y muestra patrón con la temperatura.....	19
Figura 26. Resistencia a la tracción indirecta de una mezcla fría y patrón con y sin tiempo de servicio.....	20
Figura 27. Resistencia de mezclas asfálticas frías en función del contenido de RAP.....	20
Figura 28. Resistencia mezcla fría en función del contenido de cemento.....	21
Figura 29. Resistencia mezcla fría en función del periodo de curado.....	21
Figura 30. Resistencia conservada mezclas con cuatro tipos de emulsión asfáltica, cinco diferentes porcentajes de emulsión y tres porcentajes de RAP. [13].....	22
Figura 31. Módulo resiliente a 25°C mezclas con cuatro tipos de emulsión asfáltica, cinco diferentes porcentajes de emulsión y tres porcentajes de RAP. [13].....	22
Figura 32. Ensayos de resistencia a la tracción indirecta en estado seco y húmedo para mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [13].....	23
Figura 33. Velocidad de deformación en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [13].....	24

Figura 34. Energía de fractura en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [13].....	24
Figura 35. Energía de fractura en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [14].....	25
Figura 36. Energía de fractura en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [15].....	25
Figura 37. Laboratorio pavimentos I.....	27
Figura 38. Laboratorio pavimentos II.....	27
Figura 39. Equipo de compactación con rodillo y mezcladora.....	28
Figura 40. Programa experimental de la investigación con RAP.....	29
Figura 41. Fotografía global de la planta de la UAERMV en el Parque Minero Industrial "El Mochuelo". Zonas de almacenamiento de RAP y agregados vírgenes.....	31
Figura 42. Acopio de 14 m3 de RAP.....	31
Figura 43. Caneca con 55 litros de emulsión de curado medio.....	32
Figura 44. Muestras representativas del acopio de RAP.....	32
Figura 45. Cuarteo de material de RAP, Zona 1.....	33
Figura 46. Muestra significativa de material de la Zona 1.....	33
Figura 47. Material de RAP en el horno previo el proceso de tamizado.....	33
Figura 48. Tamizado de las diferentes muestras de RAP de la investigación.....	34
Figura 49. Diferentes tamaños de RAP para las muestras tamizadas.....	34
Figura 50. Granulometría de la muestra de la Zona 1.....	35
Figura 51. Granulometría de la muestra de la Zona 2.....	35
Figura 52. Granulometría de la muestra de la Zona 3.....	36
Figura 53. Granulometría de la muestra de la Zona 4.....	36
Figura 54. Curvas granulométricas de las cuatro zonas del acopio de RAP y mezcla asfáltica fría MDF-20.....	37
Figura 55. Curvas granulométricas mezcla asfáltica fría MDF-20.....	38
Figura 56. Muestras de RAP de las diferentes zonas para establecer los contenidos de asfalto y agregados presentes.....	38
Figura 57. Equipo de centrifugas para extraer el asfalto.....	38
Figura 58. Agregados del RAP sin asfalto posterior al ensayo de centrifuga.....	39
Figura 59. Curvas granulométricas del agregado posterior a la extracción del asfalto.....	39
Figura 60. Materia orgánica, escombros, vidrio y arcilla en el RAP.....	40
Figura 61. Acopio RAP contaminado.....	40
Figura 62. Equipo rotovapor para destilar el asfalto residual de la emulsión asfáltica.....	41
Figura 63. Ensayo de penetración al asfalto residual de la emulsión.....	41
Figura 64. Viscosidad vs temperatura del asfalto residual de la emulsión.....	42
Figura 65. Módulo complejo vs temperatura del asfalto residual de la emulsión.....	42
Figura 66. Ensayo de penetración al asfalto.....	43
Figura 67. Viscosidad vs temperatura del asfalto.....	44
Figura 68. Módulo complejo vs temperatura del asfalto.....	44

Figura 69. Curva granulométrica MD-20 de la mezcla asfáltica en caliente.....	46
Figura 70. Estabilidad Marshall vs contenido de asfalto.....	47
Figura 71. Flujo Marshall vs contenido de asfalto.....	47
Figura 72. Densidad vs contenido de asfalto.....	48
Figura 73. Relación de vacíos vs contenido de asfalto.....	48
Figura 74. Curvas granulométricas del RAP y mezcla asfáltica fría MDF-20.....	49
Figura 75. Metodología de diseño de las mezclas asfálticas frías con diferentes contenidos de RAP, aditivos y material virgen.....	51
Figura 76. Fabricación de probetas en el compactador giratorio.....	51
Figura 77. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.....	51
Figura 78. Resistencia a la tracción indirecta mezcla asfáltica fría con material virgen.....	52
Figura 79. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100%.	53
Figura 80. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75%.	53
Figura 81. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50%.	53
Figura 82. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y cemento al 1%.	54
Figura 83. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y cemento al 2%.	54
Figura 84. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y cemento al 3%.	55
Figura 85. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y cemento al 1%.	55
Figura 86. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y cemento al 2%.	56
Figura 87. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y cemento al 3%.	56
Figura 88. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y cemento al 1%.	56
Figura 89. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y cemento al 2%.	57
Figura 90. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y cemento al 3%.	57
Figura 91. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y rejuvenecedor al 1%.	58
Figura 92. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y rejuvenecedor al 1,5%.	58
Figura 93. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y rejuvenecedor al 3%.	59
Figura 94. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y rejuvenecedor al 1%.	59

Figura 95. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y rejuvenecedor al 1,5%.....	59
Figura 96. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y rejuvenecedor al 3%.....	60
Figura 97. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y rejuvenecedor al 1%.....	60
Figura 98. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y rejuvenecedor al 1,5%.....	61
Figura 99. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y rejuvenecedor al 3%.....	61
Figura 100. Resistencia a la tracción indirecta con los contenidos óptimos de emulsión para las mezclas asfálticas frías fabricadas con diferentes porcentajes de RAP y aditivos (Cemento y rejuvenecedor).....	62
Figura 101. Fabricación de probetas mediante el compactador giratorio.....	63
Figura 102. Resistencia conservada mezclas asfálticas con diferentes contenidos de RAP.....	64
Figura 103. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 100% de RAP y cemento en diferentes porcentajes.....	64
Figura 104. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 750% de RAP y cemento en diferentes porcentajes.....	65
Figura 105. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 50% de RAP y cemento en diferentes porcentajes.....	65
Figura 106. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 100% de RAP y rejuvenecedor en diferentes porcentajes.....	66
Figura 107. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 75% de RAP y rejuvenecedor en diferentes porcentajes.....	67
Figura 108. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 50% de RAP y rejuvenecedor en diferentes porcentajes.....	67
Figura 109. Proceso de fabricación de las probetas para los ensayos de deformación plástica en pista.....	69
Figura 110. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 100%RAP y cemento.....	70
Figura 111. Deformación plástica total probetas fabricadas 100%RAP y cemento.....	70
Figura 112. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 75%RAP y cemento.....	71
Figura 113. Deformación plástica total probetas fabricadas 75%RAP y cemento.....	71
Figura 114. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 50%RAP y cemento.....	72
Figura 115. Deformación plástica total probetas fabricadas 50%RAP y cemento.....	72
Figura 116. Deformación plástica entre 105/120 minutos probetas fabricadas con RAP y cemento a diferentes porcentajes.....	73

Figura 117. Deformación plástica total probetas fabricadas con RAP y cemento a diferentes porcentajes.	73
Figura 118. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 100%RAP y rejuvenecedor.	74
Figura 119. Deformación plástica total probetas fabricadas 100%RAP y rejuvenecedor. .	74
Figura 120. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 75%RAP y rejuvenecedor.	75
Figura 121. Deformación plástica total probetas fabricadas 75%RAP y rejuvenecedor.....	75
Figura 122. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 50%RAP y rejuvenecedor.	76
Figura 123. Deformación plástica total probetas fabricadas 50%RAP y rejuvenecedor.....	76
Figura 124. Deformación plástica velocidad 105-120 minutos probetas fabricadas con diferentes %RAP y rejuvenecedor.....	77
Figura 125. Deformación plástica total probetas fabricadas probetas fabricadas con diferentes %RAP y rejuvenecedor.....	78
Figura 126. Módulo resiliente a 10°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos (cemento y rejuvenecedor).	79
Figura 127. Módulo resiliente a 15°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos (cemento y rejuvenecedor).	80
Figura 128. Módulo resiliente a 20°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos (cemento y rejuvenecedor).	80
Figura 129. Módulo resiliente a 10°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes tasas de RAP y Aditivos a diferentes porcentajes.	80
Figura 130. Módulo resiliente a 15°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes tasas de RAP y Aditivos a diferentes porcentajes.	81
Figura 131. Módulo resiliente a 20°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes tasas de RAP y Aditivos a diferentes porcentajes.	81
Figura 132. Ensayo de fatiga a flexotracción y probetas trapezoidales	82
Figura 133. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 100% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).	82
Figura 134. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 75% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).	83
Figura 135. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 50% y cemento a diferentes porcentajes	83
Figura 136. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 100% y cemento a diferentes porcentajes	83
Figura 137. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 75% y cemento a diferentes porcentajes	84
Figura 138. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 50% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).	84

Figura 139. Pendientes Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con diferente RAP y aditivos 85

GLOSARIO

Adhesión: Energía necesaria para romper la interfase entre asfalto-agregado en un estado húmedo de la mezcla

Agregado fino: Fragmento de roca cuyo tamaño es inferior al tamiz # 200.

Agregado grueso: Fragmento de roca cuyo tamaño es superior al tamiz # 4

Agregados pétreos: Fragmentos de roca cuyas características mecánicas, físicas y químicas sirven como insumo para las mezclas asfálticas

Cemento Asfáltico: Mineral de origen natural o por destilación del petróleo, cuyas propiedades permite a temperaturas elevadas ser viscoso y pegajoso y a temperaturas ambiente sólido o semisólido. Estas características permiten fabricar mezclas asfálticas.

Cohesión: Energía necesaria para desagrupar los agregados unidos por el asfalto en un estado seco de la mezcla

Deformación plástica en mezcla asfáltica: Ensayo que permite determinar la acumulación de deformaciones plásticas en una capa de mezcla asfáltica, las cuales pueden ser causadas por una reducción volumétrica del material que compone la mezcla asfáltica y por las deformaciones debidas a los esfuerzos cortantes que transmiten las cargas del tráfico.

Densidad: Relación entre la masa de mezcla asfáltica y el volumen que ocupa.

Destilación de ligante asfáltico: Proceso mediante el cual es viable separar el agua, el ligante y el emulsificantes que constituyen una emulsión asfáltica.

Diseño Marshall modificado por Illinois: Metodología empleada para dosificar mezclas asfálticas cerradas en frío.

Diseño Marshall: Metodología empleada para dosificar mezclas asfálticas cerradas en caliente.

DSR: Equipo denominado Reómetro de corte dinámico

Emulsificante: Sustancia que permite que el agua y el asfalto no se mezclen.

Emulsión asfáltica: Ligante asfáltico compuesto por asfalto, agua y emulsificantes. Puede ser aniónica o catiónica dependiendo de la carga eléctrica del asfalto.

Ensayo de Penetración: Medida que evidencia la dureza del asfalto en función de la temperatura del ensayo.

Ensayo de Punto de ablandamiento: Procedimiento mediante el cual se mide la temperatura donde el cemento asfáltico es lo suficientemente blando que comienza a fluir.

Estabilidad: Resistencia a la tracción indirecta medida sobre una probeta Marshall que ha sido acondicionada durante 30 minutos a un baño de María de 60°C.

Extracción de asfalto: Proceso mediante el cual es posible establecer el porcentaje de asfalto presente en una mezcla asfáltica.

Filler – relleno mineral: Agregado pétreo triturado cuyo tamaño pasa el tamiz #200.

Flujo: Deformación que sufre una probeta Marshall a tracción indirecta que ha sido acondicionada durante 30 minutos a un baño de María de 60°C.

Granulometría: Distribución de diferentes tamaños de partículas de agregados pétreos, expresado como un porcentaje en relación al peso total seco.

IDU: Instituto de desarrollo Urbano de Bogotá, D.C.

Ley de fatiga en mezcla asfáltica: Ensayo que permite establecer el comportamiento a fatiga de una mezcla asfáltica mediante la aplicación de un esfuerzo, deformación o desplazamiento controlado.

MD-20: Mezcla asfáltica densa caliente con tamaño máximo 20 milímetros en su granulometría según especificaciones del IDU.

MDF-20: Mezcla asfáltica densa fría con tamaño máximo 20 milímetros en su granulometría según especificaciones del IDU.

Mezcla asfáltica fría: Mezcla de agregados pétreos, emulsión asfáltica y aditivos que se fabrica y compacta a temperatura ambiente.

Módulo resiliente mediante tracción indirecta en mezcla asfáltica: Ensayo de laboratorio que permite simular en una mezcla asfáltica las cargas, temperatura y frecuencia del flujo vehicular.

Punto de llama e ignición: Procedimiento mediante el cual se establece la temperatura mínima donde el asfalto y los vapores emanados inician a producir llama en presencia de fuego.

RAP: Material reciclado compuesto de agregado y asfalto proveniente del fresado de mezclas asfálticas.

Resistencia a la tracción indirecta – RTI: Ensayo que permite establecer la resistencia a la tracción de un material (Muestra cilíndrica) de manera indirecta mediante la aplicación de cargas diametrales.

Resistencia conservada: Es la relación de la resistencia a la tracción indirecta en estado húmedo sobre seco, cuya finalidad es cuantificar la susceptibilidad al daño por humedad de mezclas asfálticas

Rotovapor: Equipo de destilación rotatorio asociado a un baño de María.

Tamiz: Cedazo o instrumento que permite el paso de material de un tamaño determinado.

UAERMV: Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial

UMNG: Universidad Militar Nueva Granada

Vacíos: Relación del volumen de huecos con respecto al volumen de sólidos en una mezcla asfáltica.

Viscosidad: Prueba que establece la resistencia al corte del ligante asfáltico.

1. Preliminares

La Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial – UAERMV, entidad descentralizada del orden Distrital adscrita a la Secretaría Distrital de Movilidad, creada por Acuerdo No. 257 de 30 de noviembre de 2006, organizada como unidad administrativa especial, de carácter técnico, que tiene por objeto programar y ejecutar las obras necesarias para garantizar la rehabilitación y mantenimiento de la malla vial local, suministrar la información para mantener actualizado el sistema de Gestión de la malla vial del Distrito Capital, con toda la información de las acciones que se ejecuten, programar y ejecutar las acciones mantenimiento y aquellas que sean necesarias para atender las situaciones imprevistas que dificulten la movilidad en la red vial de la ciudad, atender la construcción y desarrollo de obras específicas que se requieran para complementar la acción de otros organismos y entidades como la Secretaría de Ambiente y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - IDIGER o quienes hagan sus veces y la Universidad Militar Nueva Granada – UMNG, Institución de Educación Superior Oficial, creada mediante Decreto Ley número 84 de 23 de enero de 1980, con reconocimiento institucional otorgado por el Ministerio de Educación Nacional, mediante Resolución No. 12975 de 23 de julio de 1982, tiene dentro de sus objetivos principales la educación superior y la investigación, razón por la cual en el año 2017 mediante convenio interadministrativo de cooperación 469 de 2017 (Anexo N. 1.), acordaron aunar esfuerzos para **“ESTUDIAR LA RESPUESTA MECÁNICA Y DINÁMICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS FABRICADAS CON PAVIMENTO RECICLADO (RAP)”** y concertaron aportar financieramente en conjunto la suma de \$269.730.000 de pesos, distribuidos en \$215.700.000 por la UAERMV (disponibilidad presupuestal No. 611 del 28 de agosto de 2017) y \$54.030.000 por la UMNG.

Las actividades programadas a desarrollar dentro del convenio fueron establecidas en cinco grandes fases y se determinaron compromisos por las dos entidades así:

➤ Fase I (Entrega de materiales y Definición del Programa experimental):

UAERMV: Al inicio del convenio entregará los materiales necesarios para desarrollar la investigación técnica, además manifestará las condiciones ambientales y de servicio predominantes en las vías que son objeto de intervención por parte de la entidad.

UMNG: Entregará el plan experimental detallado, que constará de los ensayos a ejecutar, selección de las curvas granulométricas, ensayos de caracterización de agregados y ligantes asfálticos, contenidos de RAP a utilizar en las mezclas asfálticas a estudiar y evaluar, proceso de fabricación de las mezclas y cronograma de entrega de resultados.

➤ Fase II (Caracterización de materiales):

UMNG: Entregará la caracterización de los materiales a utilizar en el proyecto (ligante asfáltico, agregado pétreo, RAP) y el diseño de mezcla patrón del estudio, además hará como aporte a la investigación los ensayos básicos de caracterización de agregados (pétreos y RAP) y DSR, Penetración punto ablandamiento entre otros para el ligante asfáltico. De otra parte, la UMNG hará una transferencia en relación de los ensayos de laboratorio y análisis de los resultados obtenidos.

UAERMV: Hará un acompañamiento a la ejecución de los ensayos de laboratorio y aporte intelectual para lograr el diseño de la muestra patrón.

➤ **Fase III (Fórmula de diseño):**

UMNG: Entregará la fórmula de diseño de las mezclas con diferentes contenidos de RAP, además, como aporte a la investigación realizará el diseño de mezcla y fabricará las probetas para los ensayos de deformación plástica en pista y resistencia conservada mediante ensayos de tracción indirecta. Así mismo, dará aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio para la generación de las fórmulas de trabajo.

UAERMV: Hará acompañamiento a la ejecución de los ensayos de laboratorio y aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio para la generación de las fórmulas de trabajo.

➤ **Fase IV (Caracterización de mezclas):**

UMNG: Entregará la caracterización mecánica y dinámica de los contenidos diferentes de adición de RAP a mezclas asfálticas. Además, como aporte a la investigación realizará la fabricación de probetas para los ensayos de módulo resiliente mediante ensayos de tracción indirecta y fatiga con muestras trapezoidales. Así mismo, aportará intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio de caracterización de las mezclas (RAP).

UAERMV: Hará acompañamiento a la ejecución de los ensayos de laboratorio y aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos realizados sobre las diferentes mezclas asfálticas (RAP).

➤ **Fase V (Informe final):**

UMNG: Entregará informe final con toda la ejecución de caracterización de materiales (ligante asfáltico, agregados y RAP), diseño de mezcla patrón y con diferentes contenidos de RAP, caracterización mecánica y dinámica de las mezclas asfálticas patrón y RAP, conclusiones y recomendaciones.

UAERMV: Hará la revisión y aprobación del informe final, aportes técnicos al mismo, realizados sobre las diferentes mezclas asfálticas (RAP)

El día 20 de octubre de 2017, mediante la firma del acta de inicio del convenio interadministrativo 469 de 2017 entre el UAERMV-UMNG, cuyo objeto principal es: **"ESTUDIAR LA RESPUESTA MECÁNICA Y DINÁMICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS FABRICADAS CON PAVIMENTO REICLADO (RAP)"**, se dio inició al convenio entre las partes y se creó un COMITÉ OPERATIVO, el cual tuvo como finalidad y funciones la aprobación del cronograma de ejecución, liderar y coordinar los análisis y acciones para cumplir el objetivo del convenio, orientar las actividades del convenio y presentar informes del convenio. Dicho comité estuvo integrado por el Ing. Andrei Orlando Hernández Castellanos, supervisor de la UAERMV y el Rector de la UMNG. Con fecha 29 de noviembre de 2017, el representante legal de la Universidad Militar Nueva Granada mediante resolución 4767 de 2017, designó al ingeniero Oscar Javier Reyes Ortiz como integrante del comité operativo y como director del proyecto al ingeniero Oscar Javier Reyes Ortiz. (Anexo N. 2).

2. Introducción y objetivos del convenio

La UAERMV, es una entidad descentralizada del orden Distrital adscrita a la Secretaría Distrital de Movilidad, creada por Acuerdo No. 257 de 30 de noviembre de 2006, organizada como unidad administrativa especial, de carácter técnico, que tiene por objeto programar y ejecutar las obras necesarias para garantizar la rehabilitación y mantenimiento de la malla vial local, así como la atención inmediata de todo el subsistema de malla vial cuando se presenten situaciones imprevistas que dificulten la movilidad en el Distrito Capital. En concordancia con lo anterior y al tenor del artículo 109 del acuerdo distrital citado, la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial tiene las siguientes funciones básicas:

- Programar y ejecutar los planes y proyectos de rehabilitación y mantenimiento de la malla vial local.
- Suministrar la información para mantener actualizado el sistema de Gestión de la malla vial del Distrito Capital, con toda la información de las acciones que se ejecuten.
- Programar y ejecutar las acciones mantenimiento y aquellas que sean necesarias para atender las situaciones imprevistas que dificulten la movilidad en la red vial de la ciudad.
- Atender la construcción y desarrollo de obras específicas que se requieran para complementar la acción de otros organismos y entidades como la Secretaría de Ambiente y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - IDIGER o quienes hagan sus veces.

De otra parte, referente a las vías locales que soporten circuitos de transporte colectivo y el resto de la malla vial, la UAERMV da cumplimiento de las funciones institucionales a través de la ejecución anual de la meta física programada para el mejoramiento de la infraestructura pública disponible para los habitantes y visitantes de Bogotá. Es de gran importancia fortalecer el pilar "DEMOCRACIA URBANA" del Plan de Desarrollo Bogotá Mejor Para Todos 2016-2020.

Conforme con el deterioro natural de la infraestructura y teniendo en cuenta el deficiente mantenimiento rutinario y periódico al subsistema de malla vial de la ciudad en los últimos años, se evidencian importantes daños en los segmentos viales, afectando la movilidad de los ciudadanos, y a su vez afectando negativamente su calidad de vida. En búsqueda de continuar con el mejoramiento de los índices de buen estado de la malla vial local, la UAERMV elaboró la Ficha de Estadística Básica de Inversión Distrital EBI- del proyecto 408 "Recuperación, rehabilitación y mantenimiento de la malla vial" cuyo objetivo general es; "Mejorar las condiciones de movilidad segura y la calidad de vida de los ciudadanos mediante el mejoramiento de la malla vial construida y la atención de situaciones imprevistas que impidan la movilidad en el Distrito Capital". No obstante, para lograr de forma efectiva lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Mantener la malla vial del Distrito Capital que se encuentra en buen y regular estado
2. Rehabilitar la malla vial construida que se encuentra en mal estado
3. Atención oportuna de situaciones imprevistas que impidan la movilidad.
4. Apoyo interinstitucional en otro tipo de malla diferente a la local

Por ende, la UAERMV en desarrollo del proyecto de inversión 408 - Recuperación, rehabilitación y mantenimiento de la malla vial- adelanta actividades de rehabilitación de segmentos viales, las cuales se definen como:

REHABILITACIÓN:

Conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad estructural del pavimento. Algunas implican el retiro de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo y otras buscan aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento. Normalmente van asociados a la ampliación de los periodos de vida útil en su detalle, se debe hacer estudios y diseños. Estos procesos incluyen actividades como:

- Fresado de carpeta asfáltica y demolición de losas de concreto.
- Excavación mecánica, nivelación y compactación de subrasante.
- Suministro e instalación de material granular o RAP.
- Suministro e instalación de mezcla asfáltica o concreto hidráulico.
- Suministro e instalación de adoquín.
- Obras hidráulicas

MANTENIMIENTO:

Conjunto de actividades superficiales que no compromete masivamente las capas inferiores de la estructura del pavimento vial, tendientes a lograr que se alcance el periodo de diseño o vida útil, conservando su condición de servicio constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva.

De otra parte, la UAERMV tiene un área de mayor extensión ubicada en el Parque Minero Industrial "El Mochuelo", Km 3 vía a Pasquilla de la localidad Ciudad Bolívar (Figura 1), donde se encuentran localizadas las plantas de: asfalto (Figura 2), concreto (Figura 3), Trituradora (Figura 4), centro de almacenamiento de asfalto (Figura 5), acopio de material pétreo (Figura 6), laboratorio de materiales (Figura 7) y recolección de RAP o material de fresado (Figura 8), que permiten producir una gran parte de las mezclas asfálticas y de concreto colocadas en la ciudad de Bogotá.

Ahora bien, dados los objetivos de la UAERMV y su infraestructura instalada, se observa la necesidad de suscribir este convenio interadministrativo con la Universidad Militar Nueva Granada y se fundamenta principalmente en la importancia de investigar y determinar las propiedades mecánicas, dinámicas y posibles usos de las mezclas que se puedan producir con la reutilización del fresado de pavimento asfáltico (RAP) objeto de demolición y retiró por parte de Unidad. De otra parte, se busca de manera inmediata proveer volúmenes de mezcla asfálticas frías para mitigar el estado de deterioro de las vías de la ciudad y buscar una alternativa rápida y eficaz para utilizar el material de reciclado (RAP). Lo anterior, en desarrollo de las actividades misionales como mantenimientos rutinarios, mantenimientos periódicos y rehabilitaciones. Así mismo, se desea que la UMV genere conceptos para la correcta producción de este tipo de mezclas asfálticas, mejorando los procesos en la realización de ensayos de laboratorio y destreza del capital humano con que cuenta la entidad. Finalmente, el convenio permitirá optimizar el uso de materiales de la UMV, refinar el diseño de estructuras de pavimentos y potencializar las funciones misionales de la UMV en beneficio de Bogotá.



Figura 1. Área mayor extensión UAERMV en Bogotá



Figura 2. Planta de asfalto UAERMV en Bogotá



Figura 3. Planta de concreto UAERMV en Bogotá

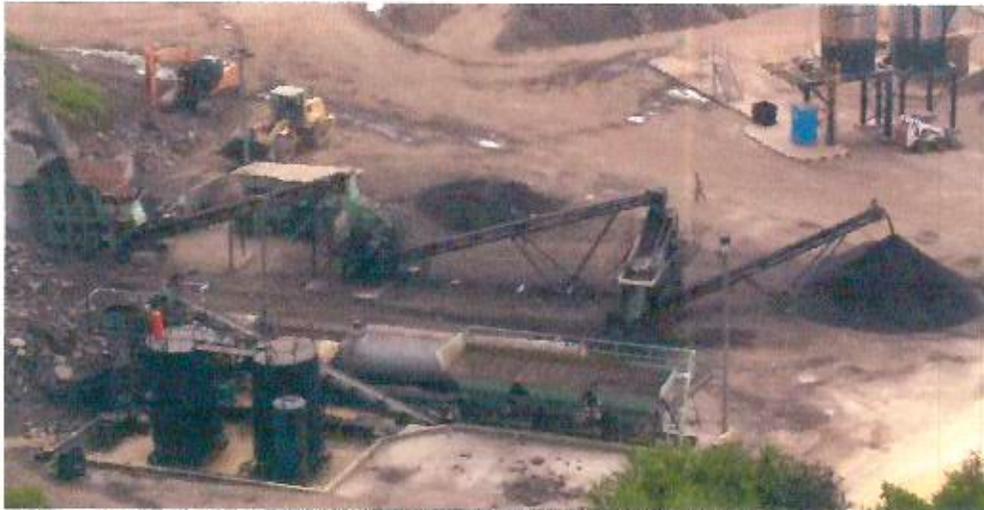


Figura 4. Trituradora UAERMV en Bogotá



Figura 5. Tanques de almacenamiento de asfalto UAERMV en Bogotá

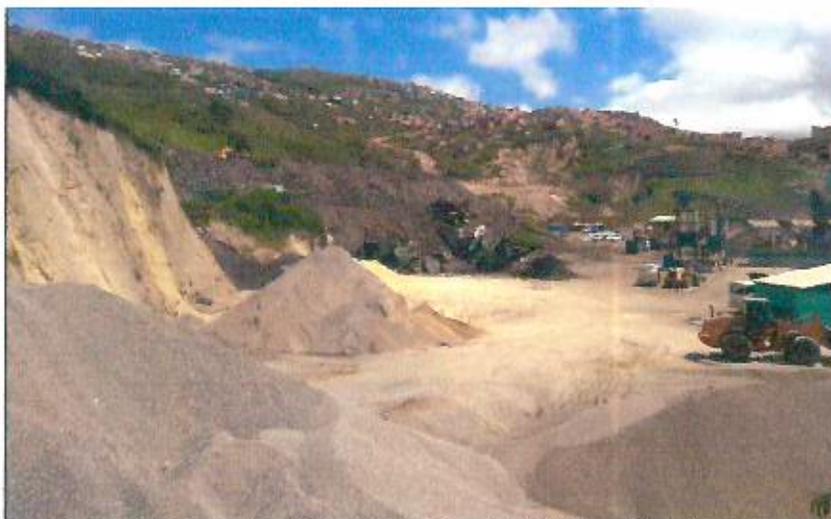


Figura 6. Acopio agregado pétreo UAERMV en Bogotá



Figura 7. Laboratorio UAERMV en Bogotá



Figura 8. Almacenamiento de RAP UAERMV en Bogotá

De otra parte, el numeral 6 del artículo 7 del acuerdo Distrital 11 de 2010, el cual cita: "Por el cual se establece la estructura organizacional de la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial, las funciones de sus dependencias y se dictan otras disposiciones, determina que la Subdirección de Mejoramiento de la Malla Vial debe: según el numeral 6, desarrollar proyectos de investigación científica, técnica y tecnológica en materia de mantenimiento y rehabilitación de malla vial local". Así mismo, es de resaltar que el reciclado de los pavimentos asfálticos –RAP–, (Reclaimed Asphalt Pavement), es una técnica posible y viable para rehabilitar parte de la infraestructura vial de Bogotá, que aporta beneficios técnicos, económicos y medioambientales, entre otros como, aporte estructural a la capa asfáltica, reduce la explotación y compra de materiales granulares y disminuye la profundidad de las excavaciones a realizar.

Con base en lo anterior, la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial – UAERMV, en el año de 2017, en alianza con la Universidad Militar Nueva Granada, plantearon la posibilidad de aunar esfuerzos para estudiar la respuesta mecánica y dinámica de mezclas asfálticas fabricadas con pavimento reciclado (RAP). El resultado de la alianza fue la firma del convenio interadministrativo 469 de 2017, con fecha 20 de octubre de 2017 y definido como: "**ESTUDIAR LA RESPUESTA MECÁNICA Y DINÁMICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS FABRICADAS CON PAVIMENTO RECICLADO (RAP)**". Los objetivos planteados y ejecución del convenio, se dividió en cinco fases principales: Fase I, Entrega de materiales y Definición del Programa experimental. Fase II, Caracterización de materiales. Fase III (Fórmula de diseño). Fase IV (Caracterización de

mezclas) y Fase V (Informe final). Las cuatro primeras fases corresponden en estudiar mecánica y dinámicamente mezclas asfálticas con diferentes contenidos de RAP. La última Fase, es la entrega del informe final y acta de liquidación del convenio y la cesión de derechos de autor del mismo.

3. Estado del arte

Las estructuras de pavimento están constituidas por múltiples capas relativamente horizontales y cuya principal función es brindar seguridad al usuario y absorber adecuadamente el estado de esfuerzos y deformaciones que producen el espectro de carga, el flujo vehicular y las condiciones climatológicas a lo largo de su vida útil [1]. (Figura 9)[2].

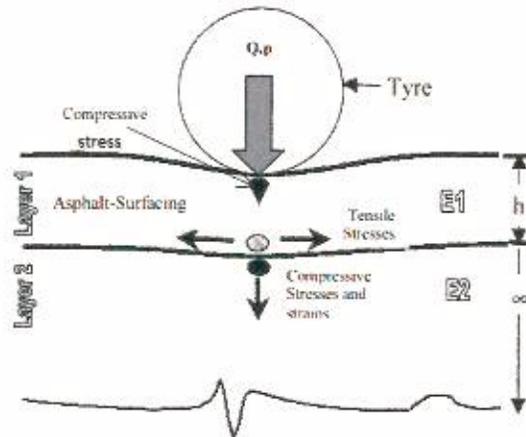


Figura 9. Estado de esfuerzos y deformaciones de una estructura de pavimento. [1]

Las mezclas asfálticas están definidas como la unión de agregados pétreos (grosso y fino), ligante asfáltico y aditivos, los cuales se pueden mezclar a diferentes temperaturas, produciendo mezclas asfálticas calientes, tibias, templadas o frías (Figura 10) [3]. Sus características estructurales y funcionales dependen principalmente del tipo de granulometría (cerrada, semiabierta, abierta, drenante etc.), características del ligante asfáltico (asfalto convencional, asfalto modificado, emulsión asfáltica, espumado etc) y aditivos que modifican la mezcla por vía húmeda, seca o mixta [4]. Adicionalmente, dadas las características de las mezclas asfálticas, estas constituyen la capa de rodadura o la base asfáltica de una estructura de pavimento.

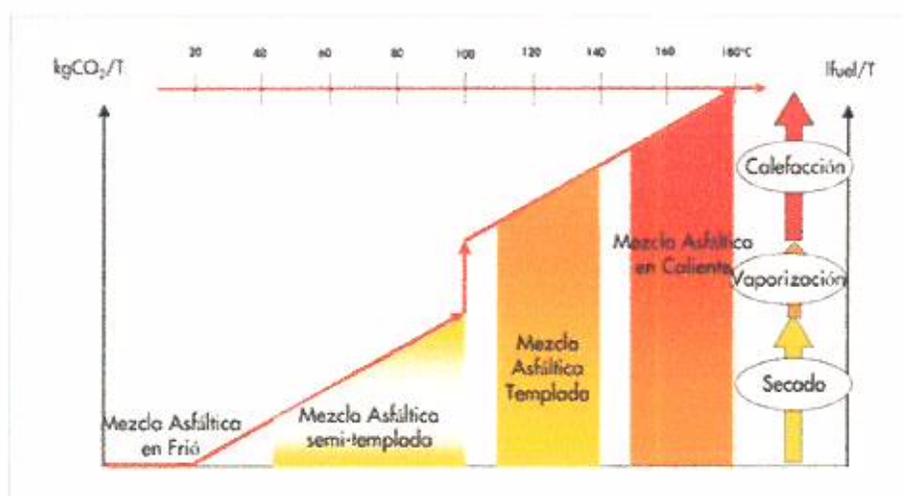


Figura 10. Clasificación de las mezclas asfálticas según temperatura de fabricación. [5]

Según las especificaciones técnicas de construcción del INVIAS e IDU [6,7], las mezclas asfálticas en caliente pueden tener curvas granulométricas densas (Figura 11), mezclas semi densa (Figura 12), gruesas (Figura 13) y de alto módulo (Figura 14). En el caso de las mezclas asfálticas frías, estas tienen tres tipos diferentes de granulometría, tal como se observa en la Figuras 15.

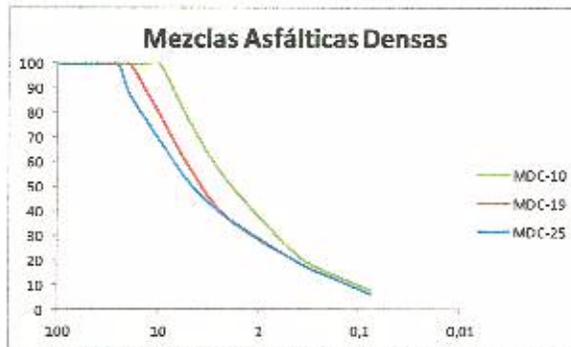


Figura 11. Mezcla asfáltica densa

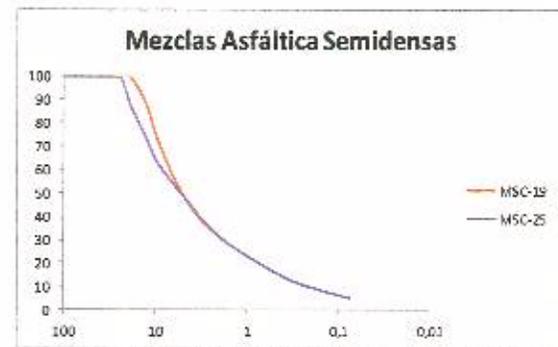


Figura 12. Mezcla asfáltica semidensa

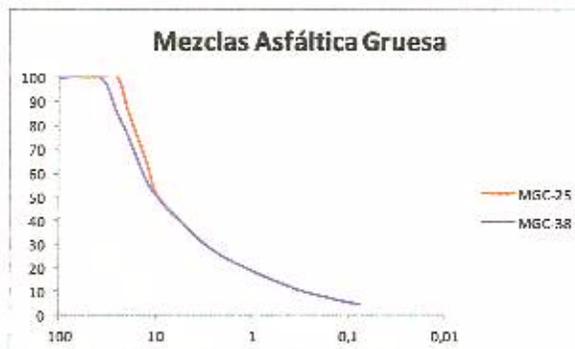


Figura 13. Mezcla asfáltica gruesa



Figura 14. Mezcla asfáltica de alto módulo

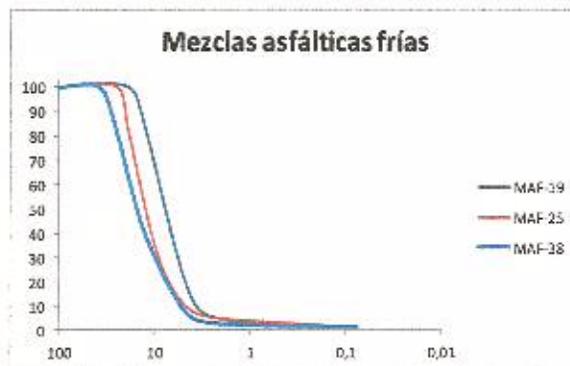


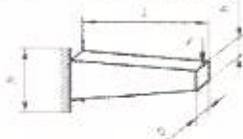
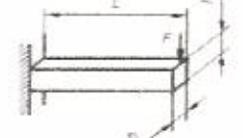
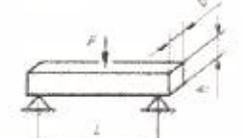
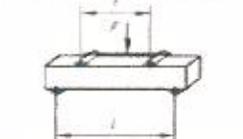
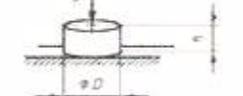
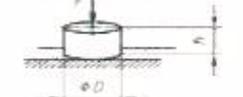
Figura 15. Mezcla asfáltica fría

Los deterioros de las capas de los pavimentos están asociadas especialmente a las condiciones expuestas anteriormente (clima, flujo vehicular, cargas, mantenimientos rutinarios, control de aguas superficiales etc) y los daños más comunes que presentan son: fatiga, deformación plástica, daño por humedad, agrietamiento, baches, rotura entre otros. Es por esto, que a lo largo de la historia se han desarrollado pruebas de laboratorio estáticas y dinámicas que tratan de caracterizar los materiales empleados en la construcción de vías y simular de la manera más precisa las condiciones climatológicas y el estado de esfuerzos y deformaciones que producen los vehículos y el clima. Entre las pruebas más utilizadas

para diseñar y caracterizar las mezclas asfálticas están las leyes de fatiga, módulos resilientes, resistencia conservada (susceptibilidad al daño por humedad mediante ensayos de tracción indirecta), deformación plástica, módulo dinámico, creep, diseños de mezcla, ensayos a escala real, instrumentación de vías entre otras, las cuales se explicarán brevemente a continuación [6,7,8].

El fenómeno de la fatiga de los materiales asfálticos depende de múltiples factores como las características del asfalto y los agregados, el diseño de la mezcla, el proceso de compactación, el espesor de la capa, las condiciones ambientales y especialmente a los ciclos y magnitud de las cargas, que inciden directamente en la pérdida de rigidez de la mezcla y su deterioro a lo largo del tiempo. Desde hace varias décadas diferentes universidades y centros de investigación han desarrollado normas y procedimientos para evaluar la fatiga de pavimentos flexibles mediante acondicionamientos de temperatura y aplicación de esfuerzos o deformaciones o desplazamientos en probetas de diferentes geometrías y mediante ensayos de flexión o tensión directa o indirecta (Figura 16) [7,8], que sirven para diseñar y construir vías con mejores especificaciones y por ende más duraderas.

En Colombia, uno de los procedimientos más utilizado para determinar la fatiga de mezclas asfáltica ha sido aplicar ciclos de desplazamientos o deformaciones controladas en probetas trapezoidales y apoyadas en dos puntos. El procedimiento consiste en fabricar muestras de geometría trapezoidal cuyas dimensiones aparecen en la Figura 17 y dependen de la granulometría de la mezcla asfáltica a ensayar [6,8]. Posteriormente se empotran las probetas en las bases del banco de fatiga, se crea una temperatura regulada constante y se aplica un desplazamiento controlado de forma senoidal en la parte superior de la muestra, de tal manera que se pueda medir a lo largo del ensayo la carga que soporta cada probeta [6,8]. El ensayo finaliza según la norma (UNE-EN-12697-24-2006-A1) cuando se alcanza la mitad de la carga inicial (criterio clásico de fallo por fatiga). Para determinar la ley de fatiga es necesario tener tres deformaciones diferentes y ciclos de carga superiores e inferiores a un millón de ciclos (Figura 18) [6,8].

Tipo de carga	Factor de forma, γ L^{-1}	Factor de masa, μ
2PB-IR 	$\frac{12L^3}{b(h_1 - h_2)^3} \left[\left(2 - \frac{h_2}{h_1}\right) \frac{h_2}{h_1} - \frac{3}{2} - \ln \frac{h_2}{h_1} \right]$	$0.135 M + m^2$
2PB-PR 	$\frac{4L^3}{bh^3}$	$\frac{M}{4} + m$
3PB-PR 	$\frac{24L^3}{\pi^4 bh^3} \sim \frac{L^3}{4bh^3}$	$\frac{M - m}{2}$
4PB-PR 	$\frac{L^3 A}{bh^3} \left(\frac{3}{4} - \frac{A^2}{L^2} \right) \cdot$	$R(N) \left(\frac{M}{\pi^2} + \frac{m}{R(A)} \right) \cdot$
IT-CY 	$\frac{1}{8} \times (h^2 + 0.27)$	-
DTC-CY 	$\frac{4h}{\pi D^2}$	$\frac{M}{2} + m$
DT-CY DT-PR 	1	0

^a Para dimensiones laborales de probetas

^b $R(N) = \frac{12L}{A} \cdot \left[\frac{1}{(3.3L^2 - 3N^2 - L^2 - A^2 - L^2)} \right]$, $A = \frac{L - L}{2}$, $N =$ coordenada donde se mide la deflexión

Figura 16. Procedimientos ejecución ensayos de fatiga en mezclas asfálticas. [8]

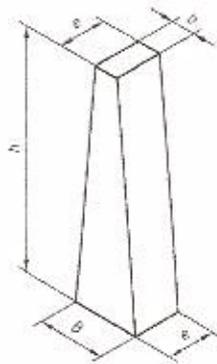


Figura A.2 – Geometría de las probetas

Tabla A.1 – Dimensiones de las probetas

Dimensiones de las probetas	Tipo de mezcla		
	$D \leq 14 \text{ mm}$	$14 < D \leq 20 \text{ mm}$	$20 < D \leq 40 \text{ mm}$
B	$56 \pm 1 \text{ mm}$	$70 \pm 1 \text{ mm}$	$70 \pm 1 \text{ mm}$
b	$25 \pm 1 \text{ mm}$	$25 \pm 1 \text{ mm}$	$25 \pm 1 \text{ mm}$
e	$25 \pm 1 \text{ mm}$	$25 \pm 1 \text{ mm}$	$50 \pm 1 \text{ mm}$
h	$250 \pm 1 \text{ mm}$	$250 \pm 1 \text{ mm}$	$250 \pm 1 \text{ mm}$

Figura 17. Dimensiones probetas trapezoidales según tamaño de la granulometría de la mezcla asfáltica. [8]

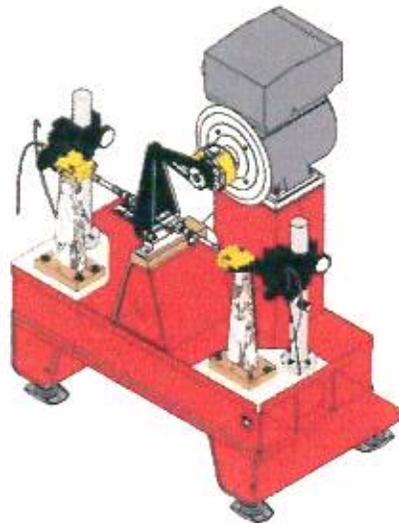


Figura 18. Máquina de fatiga de muestras trapezoidales. [8]

El daño denominado deformación permanente o ahuellamiento que sufren las capas de rodadura fabricadas con mezclas asfálticas y que se caracteriza por la formación de surcos a lo largo del flujo vehicular se debe especialmente a procesos constructivos inadecuados o deficientes, malos diseños, cargas excesivas, condiciones climatológicas y temperatura elevadas. Para evaluar el potencial de deformaciones en los pavimentos actualmente existen diferentes procedimientos de ensayos que buscan simular las condiciones de temperatura y carga al cual es sometido un pavimento [6,8]. Dentro de las especificaciones existentes, el Instituto de Desarrollo Urbano-IDU y el Instituto Nacional de Vías-INVIAS han utilizado la norma técnica INV E-756-13 [6,7], la cual determina la resistencia a la deformación plástica de mezclas asfálticas mediante el ensayo en pista de laboratorio [7]. El procedimiento establecido en la norma consiste en fabricar una probeta prismática de 300mm*300mm*50mm, cuya densidad debe ser mínimo el 97% la establecida en el diseño

de mezcla y compactada mediante proceso de vibración. La primera parte del ensayo es acondicionar la muestra a temperatura constante por dos horas y mantenerla durante el ensayo. A continuación, se aplica mediante una llanta maciza una presión de 900 kN/m^2 constante y una frecuencia de aplicación de 42 pasadas por minuto. El ensayo dura 120 minutos y se deben tomar lecturas a 1,3 y 5 minutos. De ahí en adelante cada 5 minutos hasta llegar a los 45 minutos. Entre los 45 minutos y 120 minutos, las lecturas se harán cada 15 minutos. El resultado del ensayo consiste en establecer la velocidad de deformación de la mezcla entre el minuto 105 y 120, medida que indica el potencial de deformación de la mezcla. (Figura 19)[6,8].



Figura 19. Equipo deformación plástica – Universidad Politécnica de Cataluña. [9]

Las condiciones climatológicas, especialmente la humedad y lluvia han creado en las mezclas asfálticas deterioros acelerados y pérdida en su vida útil por la disminución de la adhesión y cohesión de la interfase agregado-asfalto, motivo por el cual los centros de investigación y de especificaciones técnicas para ensayos en pavimentos han desarrollado ensayos que buscan establecer el grado de deterioro que puede tener una mezcla asfáltica ante dichas condiciones. Entre los ensayos más empleados por las especificaciones técnicas de diferentes países y los utilizados por investigadores en la búsqueda de la afectación del daño por humedad en mezclas asfálticas, se encuentra la resistencia conservada, cuyo procedimiento consiste en determinar la relación de resistencias a la tensión indirecta en estado húmedo y seco de probetas cilíndricas de mezclas asfálticas. El ensayo radica en aplicar una velocidad de deformación constante de 50 mm/minuto a una probeta cilíndrica en su plano diametral (Figura 20) [6,8], establecer la carga máxima de resistencia y calcular el esfuerzo a tensión indirecta (Ecuación 1). La temperatura del ensayo sugerida es 25°C y el acondicionamiento para la muestra con afectación de humedad es mantenerla sumergida durante 24 horas en agua a 60°C antes del ensayo. El resultado del ensayo es la relación de los esfuerzos a tensión indirecta de las probetas en estado húmedo y seco, cuyo valor deberá ser superior a 80% para mezclas asfálticas calientes y de 75% para mezclas asfálticas frías (especificaciones técnicas del IDU e INVIAS, 2013) [7]. Valores inferiores al rango establecido evidencian daños de cohesión y adhesión entre la interfase de árido - asfalto y por ende, un deterioro acelerado de la mezcla asfáltica. Es importante resaltar que el ensayo de tracción indirecta genera en las probetas cilíndricas un estado de tensión (Figura 21), condición crítica del desempeño de las mezclas asfálticas.

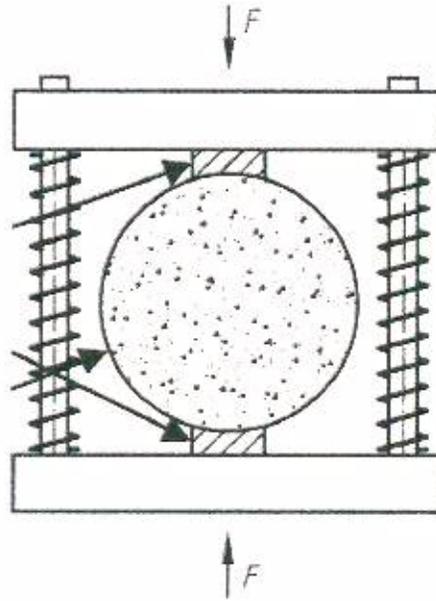


Figura 20. Diagrama del ensayo de resistencia a la tracción indirecta. [9]

$$RTI = \frac{2000 Q_{m\acute{a}x}}{\pi DH} \quad \text{Ecuaci3n 1}$$

Donde,

$Q_{m\acute{a}x}$ = Carga máxima de la muestra [kPa]

D = Diámetro de la probeta [mm]

H = Altura de la probeta [mm]

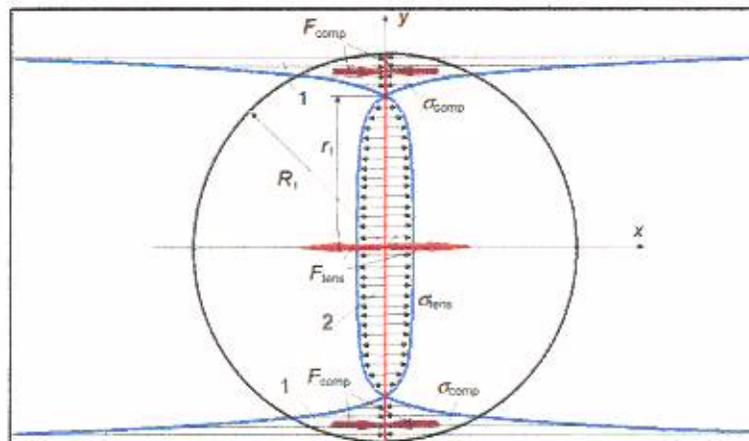


Figura 21. Estado de esfuerzos a tensi3n ensayo la tracci3n indirecta.[9]

El flujo vehicular, el espectro de carga, la velocidad de operaci3n de los vehículos y las condiciones climatol3gicas hacen que las capas de pavimento flexible respondan en funci3n de estas variables. Múltiples investigaciones desarrolladas en diferentes tipos de mezclas asfálticas han podido establecer que a mayor velocidad mayor es el m3dulo de resiliencia y a mayor temperatura menor es el m3dulo (Figura 22). El ensayo para determinar la

respuesta de la mezcla asfáltica ante la velocidad de los vehículos, la carga y la temperatura ambiente, está definido en la norma INV E-749-07 (Ensayo de tensión indirecta para determinar el módulo Resiliente de mezclas asfálticas) [6] y su procedimiento consiste en primera instancia en tener una probeta cilíndrica tipo Marshall, llevarla a una cámara de control de temperatura y ensamblarla de forma diametral para aplicarle pulsos de carga según la frecuencia deseada (Figura 23) [6], los cuales pueden oscilar entre 0.1 y 40 Hz. De igual manera, se colocan dos LVDTs (deformímetros lineales) a los extremos de la probeta para medir las deformaciones ante la presencia de los pulsos de carga, cuya magnitud de carga debe estar entre el 10 y 50% de su resistencia máxima a la tracción indirecta. Con estos datos, se establece la curva de módulo resiliente vs frecuencia (velocidad del flujo vehicular) de la mezcla evaluada. [6]

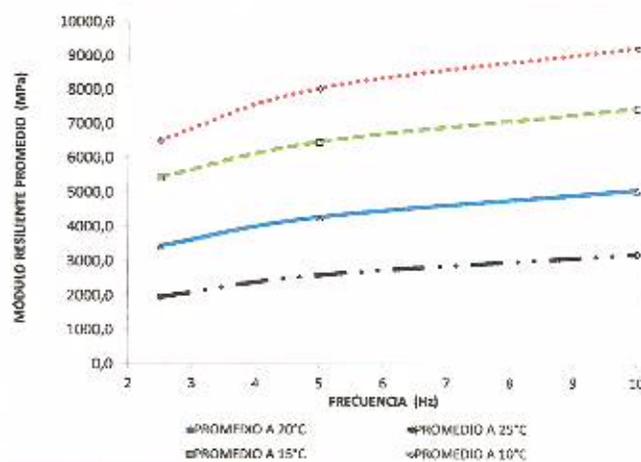


Figura 22. Curvas módulo resiliente en función de la frecuencia y temperatura.

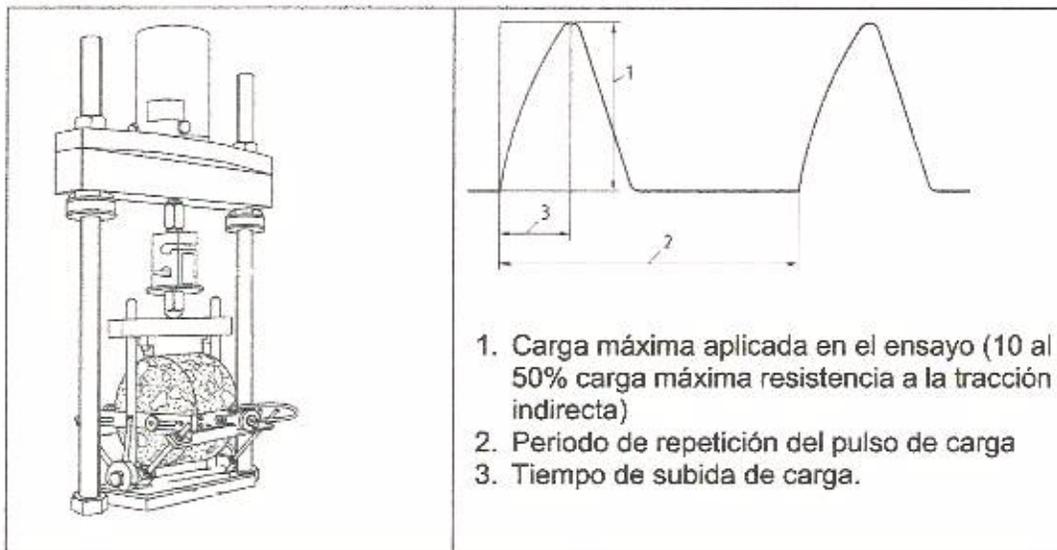


Figura 23. Dispositivo ejecución ensayos de módulo resiliente y pulsos de carga. [8]

Como se observó anteriormente, el comportamiento mecánico y dinámico de las estructuras de pavimento, depende principalmente de las condiciones climatológicas, las características de sus materiales, del proceso constructivo y del espectro de carga entre otras variables. Estas variables permiten de alguna manera cuantificar la posibilidad de

modificar los materiales utilizados en la fabricación de las estructuras de pavimento con aditivos o procesos constructivos que cambian sus propiedades a nivel individual o compuestos [5,9,10]. Dentro de los materiales más utilizados se pueden enunciar los rejuvenecedores para el envejecimiento de asfaltos, las ceras o tenso activos para reducir temperaturas de fabricación, la adición de polímeros por vía seca o húmeda para aumentar la cohesión y adhesión en la matriz agregado-asfalto, las fibras sintéticas o naturales para crear micro o macro refuerzos, el empleo de agregados provenientes del reciclado de pavimentos (RAP), el uso de asfaltitas entre otros [1,5,10]. Sin embargo, irrelevantemente el aditivo que se emplee o proceso constructivo que se utilice, la respuesta que se busca en la nueva mezcla asfáltica es mantener o aumentar sus propiedades en cuanto a su resistencia a la fatiga, a la tracción, a la susceptibilidad a las condiciones climatológicas, a la flexión, a la rotura entre otras. De igual manera, se busca que los nuevos materiales reduzcan sus deformaciones y grietas ante las cargas cíclicas y la afectación de las cargas de los vehículos sea mínima. Así mismo, con estos procesos se desea contribuir de alguna manera a reducir la contaminación medioambiental a través de la reducción de gases de efecto invernadero o la optimización de los recursos naturales no renovables [1,2,5,10].

La justificación para realizar este proyecto radicó en la importancia de la utilización del reciclado de pavimentos asfálticos (RAP) como una técnica para la rehabilitación de gran parte de la infraestructura vial de la ciudad, que aporta beneficios medioambientales y económicos fundamentales para el aprovechamiento de los escasos recursos con que se cuentan en la actualidad y el grado de deterioro de la malla vial intermedia y local. En consecuencia, se ha generado en los últimos años una preocupación por estudiar las propiedades de las mezclas asfálticas fabricadas con reciclado, con el propósito de beneficiarse de las ventajas de esta técnica y garantizar la calidad de las obras [2,10,11].

El concepto de reciclado de pavimento es relativamente nuevo en el país. Aunque las técnicas de aprovechamiento de subproductos y reutilización de materiales procedentes del pavimento envejecidos para la construcción de nuevas capas de pavimento se conocen hace más de 50 años, iniciando en Estados Unidos, y es durante los últimos 20 años cuando se ha experimentado un mayor desarrollo debido a las nuevas exigencias medioambientales y la optimización de recursos no renovables [12,13,14,15,16].

El reciclado consiste en reutilizar los materiales de capas de base asfáltica, de rodadura o base granular, materiales que han estado en servicio durante varios años, pero mediante un tratamiento con un nuevo ligante (asfalto o emulsión bituminosa), regenerante o no, con o sin aportación de áridos nuevos y otros aditivos, se pueden utilizar nuevamente [12, 15,17,18,19].

Existen diferentes técnicas de reciclado que se resumen a continuación:

Reciclado “in situ” en caliente: se reutiliza la totalidad de los materiales extraídos del pavimento envejecido mediante un tratamiento con aportación de calor con equipos especiales provistos de calefactores que elevan la temperatura de la superficie del pavimento y facilitan la disgregación del material, siendo el elemento básico del equipo el escarificador o fresador-calentador. El material disgregado se mezcla con un asfalto blando o un agente rejuvenecedor, pudiendo llevarse a cabo la técnica con o sin aportación de árido nuevo y realizando la operación de mezcla con el mismo equipo. Finalmente, la nueva mezcla se extiende y se compacta mediante procedimientos convencionales.

Reciclado “in situ” en frío con cemento o materiales puzolánicos: este es un procedimiento que se basa en el fresado en frío de un cierto grosor del pavimento

envejecido y el mezclado de este material con un conglomerante hidráulico (cemento Portland normalmente). El nuevo material se extiende y se compacta definiendo una sólida base para posteriores refuerzos.

Reciclado “in situ” en frío con emulsiones asfálticas: Esta técnica permite reutilizar la totalidad de los materiales extraídos del pavimento envejecido en condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales muy favorables. El procedimiento usual y básico consiste fundamentalmente en las siguientes operaciones:

- Fresado en frío de un cierto grosor del pavimento.
- Mezclado del material obtenido con una proporción determinada de emulsión y otros aditivos.
- Extensión en obra de la nueva mezcla.
- Compactación enérgica.
- Curado de la capa reciclada.
- Extensión de una capa delgada de rodadura de mezcla en caliente si es necesario.

Reciclado en planta: el proceso de reciclado de pavimentos asfálticos en planta consiste básicamente en retirar las capas asfálticas del pavimento envejecido mediante el fresado o demolición, para transportar dicho material a una central de fabricación en la que es acopiado, caracterizado y eventualmente procesado hasta cumplir con ciertas condiciones de tamaño, humedad etc. Para fabricar la nueva mezcla asfáltica, se procede a mezclar material reciclado, material virgen y asfalto o emulsión asfáltica según el diseño de mezcla. Posteriormente es llevado a obra para su proceso de colocación, extendido y compactación, tal como se realiza con una mezcla asfáltica convencional.

Cuando se elaboran mezclas recicladas, es muy importante conocer las características de los materiales que serán empleados en su fabricación, para de esta manera lograr una fórmula de trabajo adecuada y garantizar que el comportamiento final de la mezcla cumplirá con todas las especificaciones requeridas en cada caso.

Los principales beneficios del reciclado en planta versus el reciclado in situ son:

- Control de los materiales de entrada. Mientras que el reciclado in-situ permite un control limitado del material recuperado del pavimento existente, el reciclado en planta permite producir un producto final específico al mezclar distintos tipos de agregados.
- Los materiales de entrada pueden ser almacenados en acopios y ser sometidos a ensayos antes de producir la mezcla, y también es posible cambiar la proporción de los mismos en la mezcla.
- Calidad de mezclado. Es posible realizar modificaciones en la operación de mezclado continuo para variar el tiempo en que el material es retenido dentro de la cámara de mezclado, cambiando la calidad de la mezcla.
- Posibilidades de acopiar el material. Particularmente en los materiales tratados con asfalto espumado o emulsión, el producto producido puede ser almacenado y ser utilizado cuando sea requerido, y de ese modo evitar la dependencia de la producción de la mezcla y la colocación de la misma.

En general, el proceso en planta es la opción más cara en términos de costo por metro cúbico de material. Esto se debe principalmente a los costos de transporte, que no existen en el reciclado in situ. Sin embargo, la decisión sobre cuál debe ser aplicado está definido

básicamente por el tipo de construcción, la condición del material y especialmente las propiedades mecánicas y dinámicas del producto final [12,17,19,20,21].

En resumen, los beneficios de la utilización de RAP son:

- Las técnicas de reciclado permiten aprovechar tanto el asfalto como los áridos existentes en las capas asfálticas de un pavimento antiguo, evitando así la explotación innecesaria de bancos de materiales y el transporte de estos hasta su lugar de utilización.
- Al disminuir la cantidad de materiales utilizados, existe un ahorro económico y una menor afección al medio ambiente, evitándose en parte algunos impactos ambientales generados por la construcción o rehabilitación de carreteras, que representan un gasto innecesario desde el punto de vista de la reutilización de materiales.
- La práctica ha demostrado que el rendimiento de asfalto que contenga RAP tiene por lo menos el mismo rendimiento que el asfalto producido mediante el uso de solo materiales vírgenes.
- Algunos países tienen ya más de 30 años de experiencia, lo que facilita aplicar y generar nuevo conocimiento en los países donde hasta ahora se empieza a estudiar.
- Diferentes investigaciones han podido concluir que frecuentemente en las mezclas recicladas que utilizan tasas de RAP que varían del 10% al 30%, las mezclas tienen un comportamiento similar a las mezclas convencionales en las mezclas asfálticas y en las bases estabilizadas. Sin embargo, hoy en día, en algunos proyectos de rehabilitación se requiere reciclar a mayores tasas, si se desea utilizar íntegramente los residuos generados producto del fresado o demolición de los pavimentos asfálticos [11,14,16,17,21] y es viable mediante el empleo de aditivos.

Finalmente, se debe mencionar la gran importancia que tiene la correcta caracterización de los materiales que formarán parte de las mezclas recicladas, en especial del MAR (mezclas asfálticas a reciclar), ya que se pueden presentar grandes variaciones en la granulometría del árido y en el contenido y características del asfalto envejecido que contienen [11,15,18,21]. Es importante resaltar que los porcentajes de reutilización de RAP dependen también de la capa donde se van a utilizar, especialmente con temas relacionados con la seguridad vial.

A continuación, se enunciarán algunas investigaciones desarrolladas con RAP en altas tasas en mezclas asfálticas frías, las cuales han servido de soporte para esta investigación:

En la Universidad de Bologna (Italia) desarrollaron una investigación para evaluar en laboratorio la posibilidad de utilizar RAP en altas tasas en la fabricación de mezclas asfálticas frías, compararlas con una mezcla asfáltica en caliente y posteriormente construir un tramo de vía experimental. El estudio se fundamentó en evaluar la respuesta mecánica y dinámica de una mezcla asfáltica fría con RAP al 100% y establecer su comportamiento a la susceptibilidad al daño por humedad y rigidez. Los resultados obtenidos de resistencia a la tracción indirecta se observan en la figura 25, la cual evidencia que la resistencia a la tracción indirecta en estado seco de una mezcla asfáltica fría con RAP es aproximadamente el 50% de la mezcla de referencia (mezcla asfáltica en caliente) y además, el daño por susceptibilidad al agua es similar, siendo de aproximadamente de 89% para la mezcla

caliente y del 86% para la fría, siendo las dos superiores a lo establecido en la normatividad. [11]

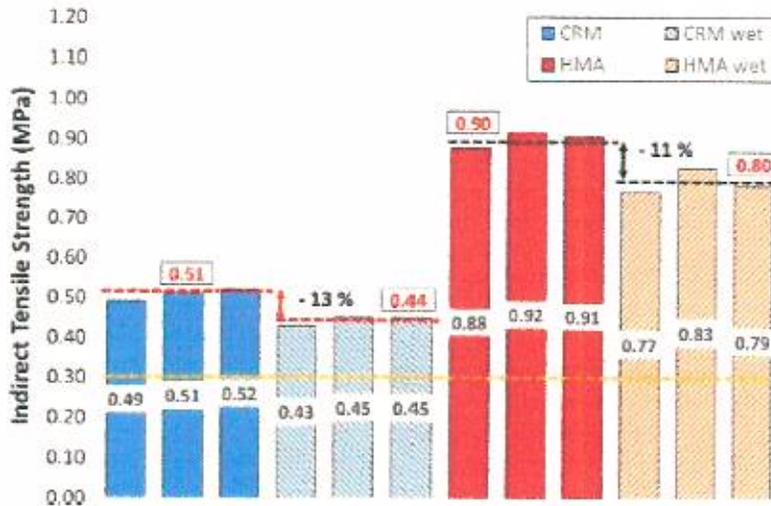


Fig. 4. Indirect Tensile Strength results in dry and wet conditions.

Figura 24. Resistencia a la tracción indirecta en estado seco y húmedo de mezclas frías con RAP en altos porcentajes y muestra patrón (mezcla caliente).

De otra parte, los resultados del módulo de rigidez muestran la incidencia de la temperatura en la respuesta de las mezclas y se observa que para las mezclas frías es inferior casi en un 55% (Figura 25). Así mismo, se evidencio en el tramo experimental que existe un incremento de la resistencia de las mezclas frías con el tiempo (proceso de curado), el cual fue de aproximadamente del 90% en 180 días. (Figura 26) [11].

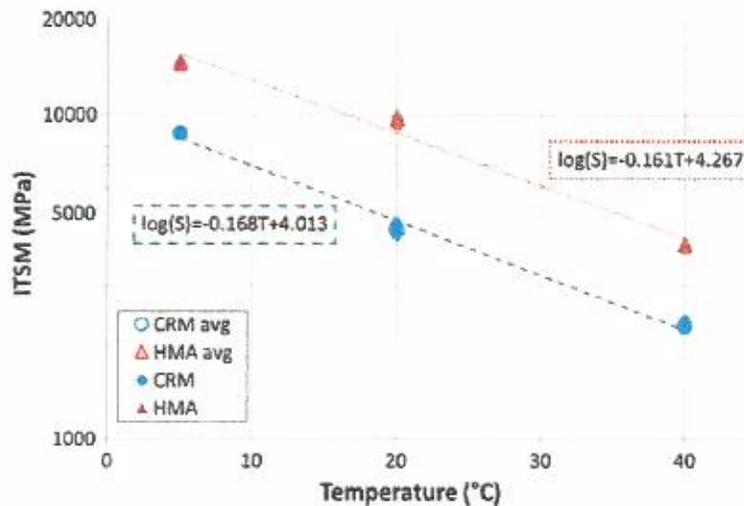


Figura 25. Módulo de rigidez de la mezcla fría y muestra patrón con la temperatura.

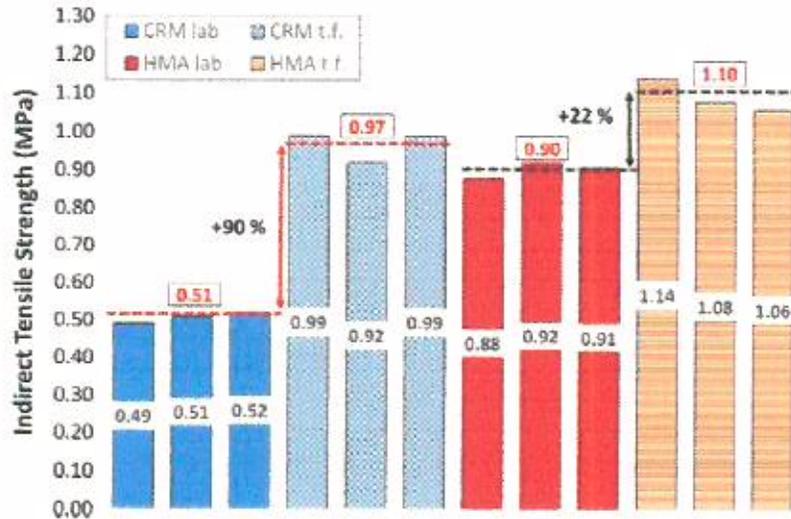


Fig. 8. ITS resistance for CRM and HMA after laboratory and trial field compaction.

Figura 26. Resistencia a la tracción indirecta de una mezcla fría y patrón con y sin tiempo de servicio.

Múltiples investigaciones han podido demostrar que las mezclas frías son una alternativa para la construcción de vías de bajo volumen de tráfico por manejabilidad y características del proceso constructivo. Sin embargo, dadas sus características tienen resistencias bajas y son susceptibles al daño por humedad, razón por la cual normalmente se adiciona cemento o un producto cementante para incrementar la cohesión y adhesión entre sus partículas.

En Estados Unidos han realizado diferentes estudios referentes a la incidencia del cemento hidráulico dentro de una mezcla asfáltica con RAP y algunos resultados evidencian que existe un descenso de la resistencia a la tracción indirecta con el aumento de RAP (Figura 27), pero adicionar cemento a diferentes porcentajes genera elevar este valor, haciendo viable su aplicación en obra (Figura 28). De igual manera, se observa que los periodos de curado de las mezclas asfálticas frías inciden en su resistencia final y que es una variable crítica en su comportamiento (Figura 29). [12]

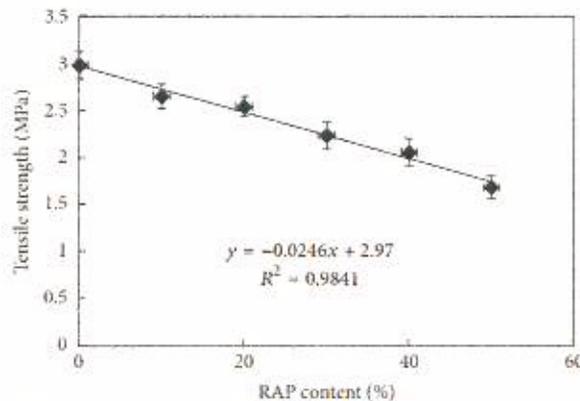


Figura 27. Resistencia de mezclas asfálticas frías en función del contenido de RAP.

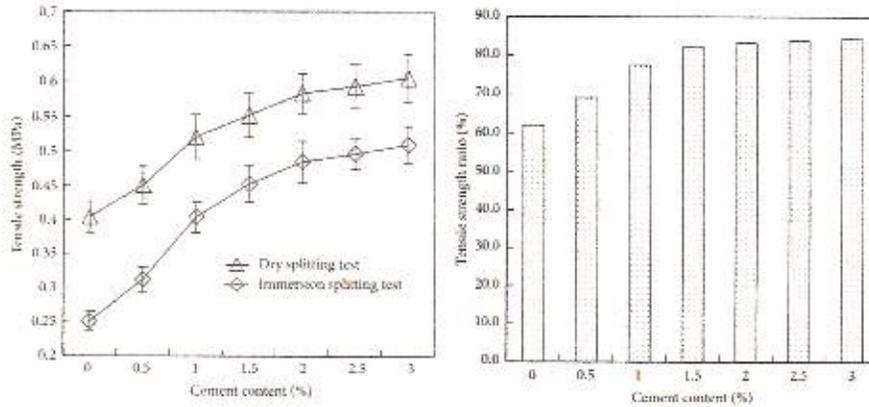


Figura 28. Resistencia mezcla fría en función del contenido de cemento.

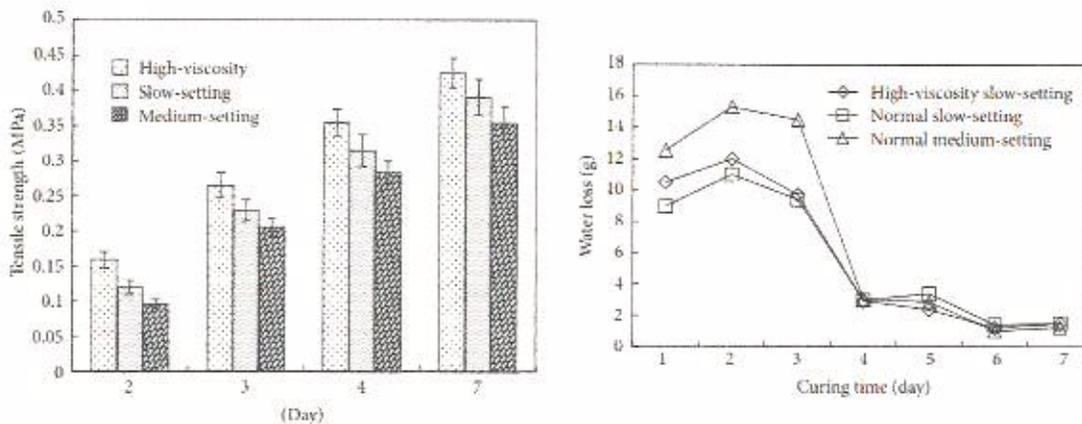


Figura 29. Resistencia mezcla fría en función del periodo de curado.

En el instituto central de caminos de la India, se desarrolló una investigación para determinar la viabilidad del empleo de RAP en diferentes tasas en mezclas asfálticas frías (0,50 y 100%) y utilizando diferentes tipos de emulsión asfáltica en función de las características del asfalto residual (VG10, penetración 80/100, VG20, penetración 60/70, VG30, penetración 40/50 y VG40, penetración 30/40). El estudio se fundamentó en ensayos de resistencia conservada (Resistencia a la tracción indirecta en estado húmedo y seco) y ensayos de módulo resiliente a diferentes temperaturas. En la figura 30, se observa la resistencia conservada obtenida, donde se evidencia claramente que bajos contenidos de emulsión asfáltica indiferente el asfalto residual, el porcentaje óptimo oscila entre el 2.5 y 3% y que para el contenido de RAP al 50% se obtiene el mejor desempeño. De otra parte, en la figura 31, módulo resiliente de las mezclas estudiadas con diferentes tipos de emulsión y contenidos de RAP, se puede establecer que los valores máximos se obtienen para la emulsión VG40 (asfalto residual con menor penetración) y con contenidos de emulsión entre 2.5 y 3.0 %. Así mismo, se observa que el contenido de 50% de RAP presenta las mayores magnitudes de módulo. Finalmente, se puede concluir del estudio, que es viable emplear RAP en altas tasas y que en la medida que el asfalto residual sea más duro, la respuesta de la mezcla con RAP tiene mejor desempeño referente a la susceptibilidad a la humedad y módulo resiliente [13].

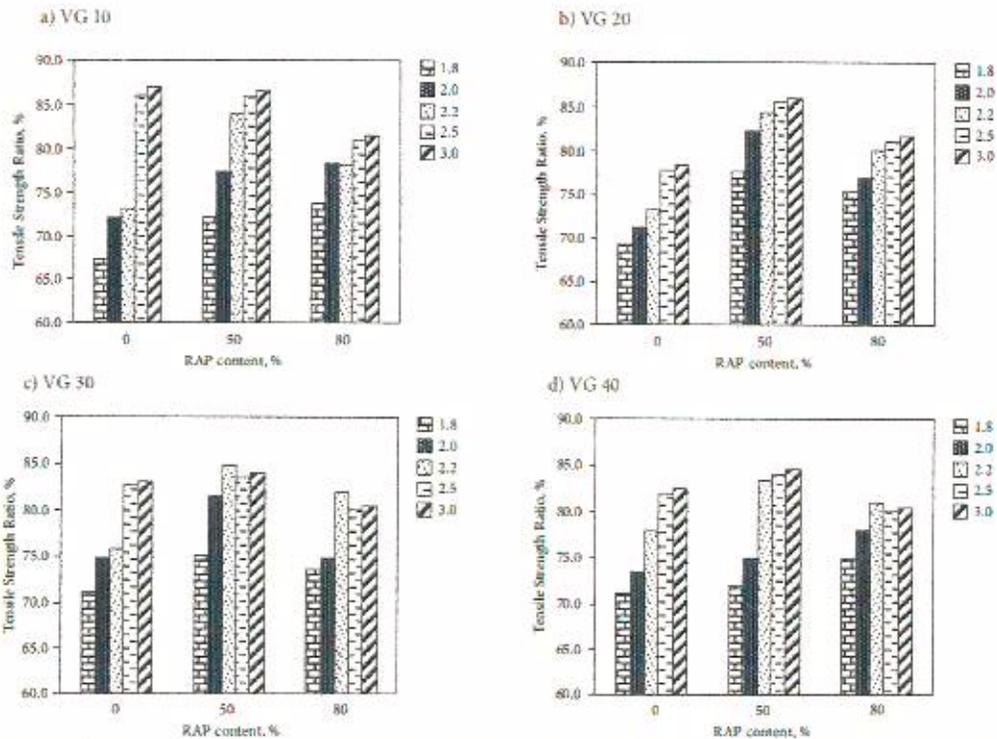


Figura 30. Resistencia conservada mezclas con cuatro tipos de emulsión asfáltica, cinco diferentes porcentajes de emulsión y tres porcentajes de RAP. [13]

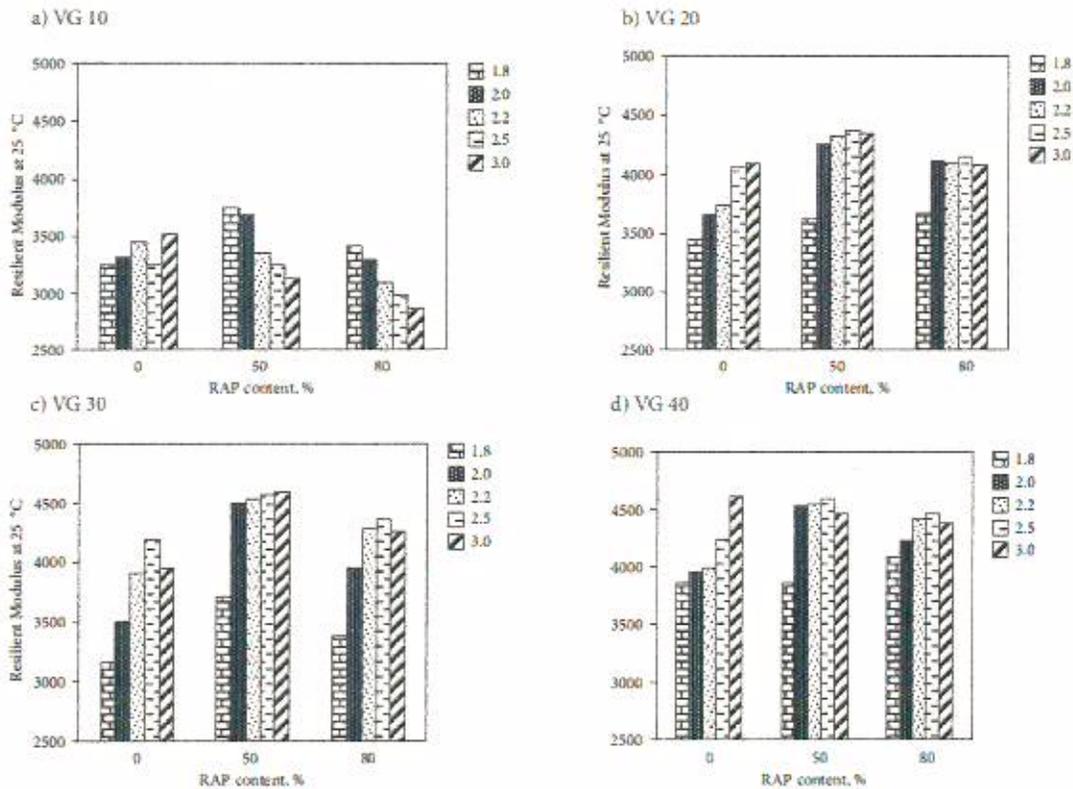


Figura 31. Módulo resiliente a 25°C mezclas con cuatro tipos de emulsión asfáltica, cinco diferentes porcentajes de emulsión y tres porcentajes de RAP. [13]

El departamento de ingeniería de la Universidad de Chang en China, desarrolló una investigación referente a utilizar en mezclas asfálticas frías RAP al 100%, pero adicionando tres tipos diferentes de aditivos para mejorar el desempeño (Cemento portland-CPC, Escoria de alto horno- GGBF y cal hidratada-HL). El estudio se realizó mediante la ejecución y análisis de ensayos de resistencia conservada (Figura 32), deformación plástica (Figura 33) y fractura (Figura 34) [14]. De la figura 32, se puede determinar que en la medida que aumenta el contenido de Cemento (CPC), la resistencia conservada aumenta, teniendo un máximo valor para el 3.5%. Así mismo, se observa que no introducir algún elemento cementante a la mezcla, las resistencias son bajas y no cumplen las especificaciones. En el caso de la cal hidratada solamente, las resistencias son medias. Sin embargo, al mezclarla con escoria de alto horno, la respuesta en la mezcla es similar al empleo de cemento Portland. De la figura 33 (velocidad de deformación y ciclos por deformación), se observó que en la medida que el contenido de cemento aumenta, la velocidad de deformación disminuye, favoreciendo el desempeño de la mezcla. Así mismo, se resalta que la combinación de cal y escoria disminuye la velocidad de deformación referente a la mezcla sin aditivos. Estos resultados manifiestan que es necesario introducir algún tipo de cementante en la mezcla fría para garantizar valores mínimos de deformación plástica. Finalmente, en la figura 34 se establece la energía de fractura y densidad de energía de fractura de las muestras ensayadas a esfuerzo y deformación controlada, las cuales irrelevantemente el ensayo evidencia que contenidos elevados de cemento proporcionan mejor desempeño de la mezcla en referencia al patrón o sin aditivos. Así mismo, la mezcla fabricada con cal y escoria aumenta su respuesta con respecto a la muestra patrón, pero es levemente inferior a las modificadas con cemento Portland.

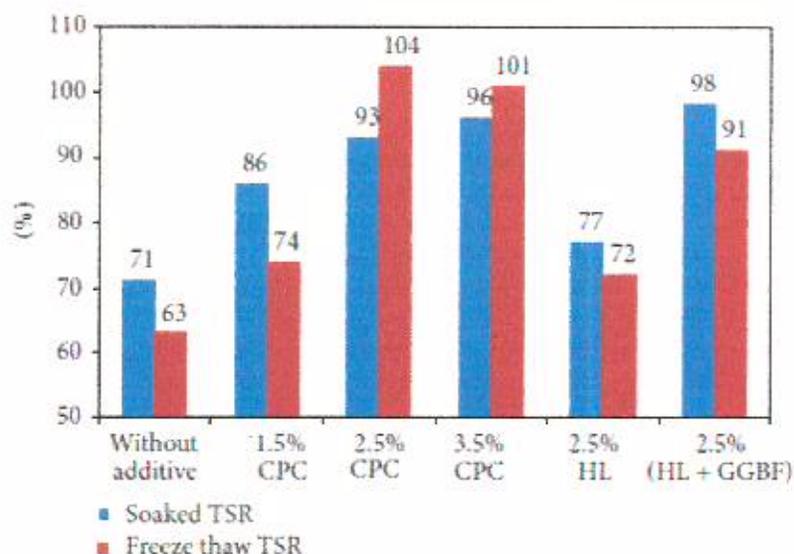


Figura 32. Ensayos de resistencia a la tracción indirecta en estado seco y húmedo para mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [13]

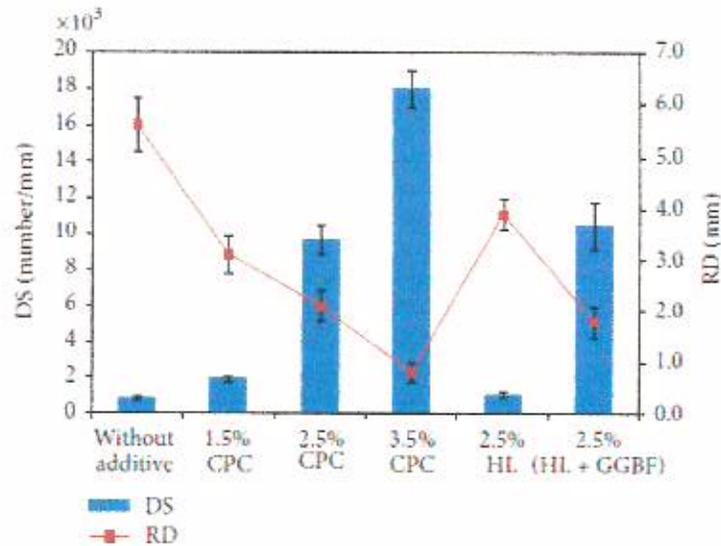


Figura 33. Velocidad de deformación en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [13]

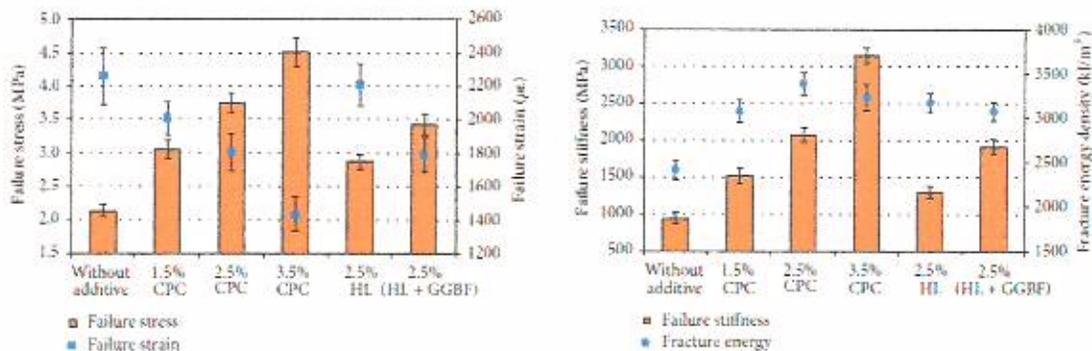


Figura 34. Energía de fractura en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [13]

Múltiples estudios realizados en Asia referente a emplear como reemplazo de agregado pétreo RAP en mezclas asfálticas frías, han demostrado que la resistencia conservada disminuye o aumenta en la medida que se incrementa el contenido de RAP, lo cual hace necesario introducir algún elemento para mejorar la adhesión y cohesión entre sus partículas y profundizar en estudios relacionados con respuestas dinámicas como módulos o leyes de fatiga. Por ejemplo, en la figura 35 se puede evidenciar dicho comportamiento, donde el contenido de emulsión y RAP generan incrementos de la resistencia conservada en una mezcla fría, siendo óptimo el contenido de 80% y porcentajes altos de emulsión [14]. Sin embargo, caso contrario, en la figura 36, se evidencia que la resistencia conservada disminuye con el contenido de RAP [15].

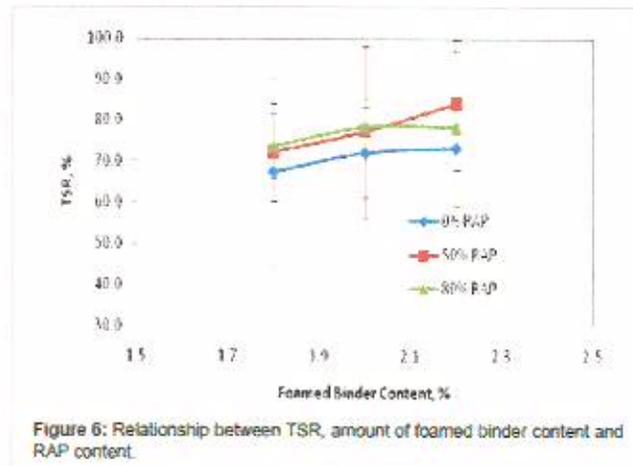


Figura 35. Energía de fractura en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [14]

RAP percent	Dry ITS (kPa)	Conditioned ITS (kPa)	Tensile strength ratio (TSR),%
0	482	439	91.1
25	647	568	87.8
50	577	476	82.5
75	712	604	84.8
90	811	716	88.3

Figura 36. Energía de fractura en mezclas frías fabricadas con 100% RAP y Cemento, cal hidratada y escoria de alto horno. [15]

Finalmente, las investigaciones muestran que usar RAP en altas tasas en mezclas asfálticas frías es viable, pero se debe tener especial cuidado con los tiempos de curado, el porcentaje de incorporación de RAP, la adición de elementos cementantes y las condiciones climatológicas donde se va a emplear [16,17,18].

4. Descripción de actividades del convenio

Las actividades desarrolladas en el convenio correspondieron en crear la metodología para el uso del RAP, iniciando con un programa experimental, caracterización de materiales (agregado, asfalto, emulsión, RAP), diseño de muestra patrón (mezcla asfáltica en caliente), diseño de mezclas con diferentes porcentajes de RAP y aditivos, ensayos de susceptibilidad al daño por humedad (resistencia conservada mediante pruebas de tracción indirecta), ensayos de deformación plástica, ensayos de módulo resiliente por tracción indirecta y ensayos de fatiga.

A continuación, se describirán las diferentes etapas elaboradas y desarrolladas en el convenio:

a. Metodología Experimental

Esta etapa del convenio consistió en establecer las estrategias necesarias al interior de la universidad para optimizar los recursos de laboratorio y personal calificado, de tal manera que se pudiera lograr el programa experimental planteado, tanto para la caracterización de los materiales como los ensayos de mezclas asfálticas. La metodología se fundamentó en la cantidad de ensayos a ejecutar, periodos de curado y en especial los referentes a la evaluación mecánica y dinámica de las mezclas asfálticas con diferentes contenidos de RAP y aditivos.

Referente al recurso de infraestructura en laboratorios y equipos que tiene la Universidad, se estableció el uso de los siguientes recursos para dar cumplimiento al convenio:

- Laboratorio de Pavimentos I y II
 - ✓ Equipo de penetración de asfalto
 - ✓ Equipo de punto de ablandamiento o anillo y bola
 - ✓ Viscosímetro rotacional
 - ✓ Baños termoregulados
 - ✓ Equipo Copa abierta de Cleveland
 - ✓ Basculas electrónicas de precisión entre 0.1 y 0.001 gramos
 - ✓ Prensa de compresión a velocidad controlada
 - ✓ Hornos de temperatura controlada y circulación de aire
 - ✓ Equipos de compactación giratoria
 - ✓ Equipo de compactación Marshall
 - ✓ Equipo de compactación por rodillo
 - ✓ Mezcladora de agregado – Ligante asfáltico
 - ✓ Equipo de deformación plástica
 - ✓ Cortadora de muestras para mezclas asfálticas
 - ✓ Equipo RFTOT
 - ✓ Equipo prensa dinámica, con sistema hidráulico para ensayos de módulo resiliente, dinámico, creep, fatiga, resistencia a la compresión, con cámara de control de temperatura.
 - ✓ Bancos de fatiga con cámara de control de temperatura para ensayos a flexotracción de mezclas asfálticas bajo desplazamiento o deformación controlada.
 - ✓ Reómetro de corte dinámico

- ✓ Prensa multiusos para ensayos de resistencia a la compresión.
- ✓ Máquina de los Ángeles
- ✓ Microdeval
- ✓ Rotovapor

En la Figura 37 se observan algunos equipos que están en el laboratorio de pavimentos I (basculas, rotovapor, baños María, prensas etc.). Así mismo, en la Figura 38 se resaltan los equipos del laboratorio de pavimentos II (Reómetro corte dinámico, Dynapave). Finalmente, se aprecia en la figura 39 el compactador de rodillo y mezcladora materiales asfálticos.



Figura 37. Laboratorio pavimentos I.

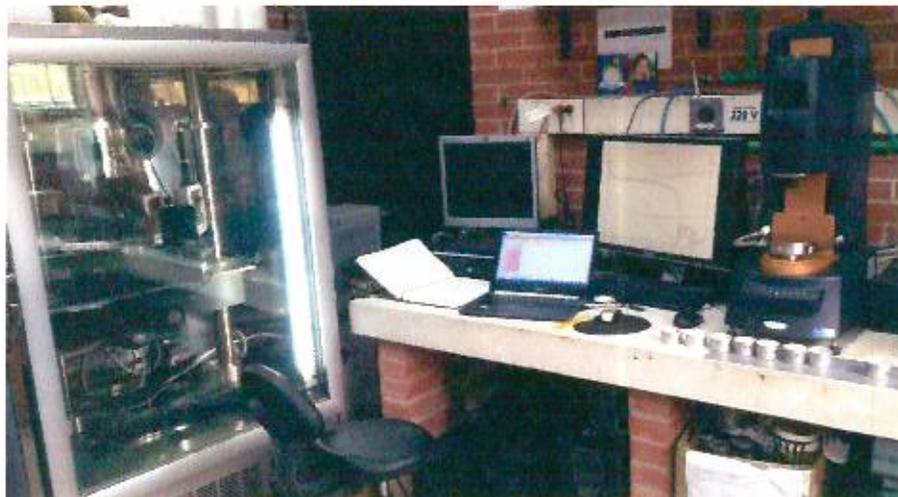


Figura 38. Laboratorio pavimentos II.



Figura 39. Equipo de compactación con rodillo y mezcladora.

b. Programa experimental:

Una vez definida la infraestructura de equipos y personal a desarrollar el convenio, se establecieron los ensayos a ejecutar dentro de la investigación, iniciando con la caracterización de los materiales (agregado, asfalto, emulsión, RAP), seguido de los diseños de mezclas asfálticas tanto patrón (MD-20) como las conformadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos. Por último, se desarrolló un plan de trabajo para los diferentes ensayos mecánicos y dinámicos de las mezclas asfálticas a estudiar. El programa se planteó en ejecutar la caracterización de los materiales y diseño de mezclas entre octubre de 2017 y enero de 2018. El desarrollo de los ensayos mecánicos y dinámicos entre febrero y septiembre de 2018. Finalmente, entre finales de septiembre y octubre, redactar el informe final con sus respectivas conclusiones y recomendaciones (Figura 40). El plan experimental detallado se encuentra en el anexo #3.

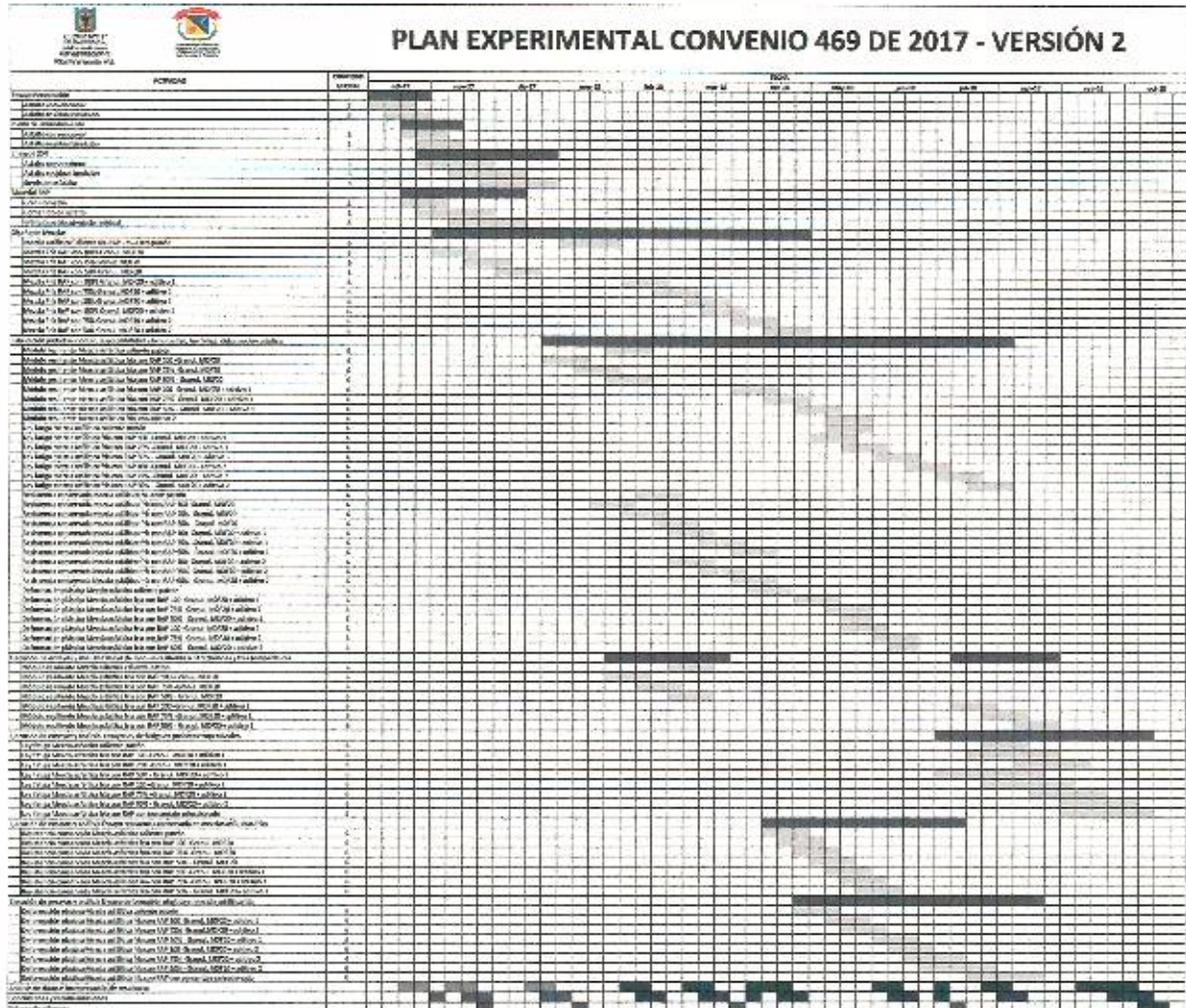


Figura 40. Programa experimental de la investigación con RAP.

c. Conformación Comité Operativo:

La Universidad Militar Nueva Granada, mediante resolución 469 del 29 de noviembre de 2017, firmada por el representante legal y rector de la Universidad, designo al ingeniero Oscar Javier Reyes Ortiz como representantes de la Universidad del comité operativo. De otra parte, la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial – UAERMV, nombró al Ingeniero Andrei Orlando Hernández Castellanos como presentante ante el Comité Operativo y supervisor del contrato.

En reunión sostenida el día noviembre 10 de 2017, por los integrantes del comité operativo, se estableció tener reuniones ordinarias del convenio cada 15 días, las cuales se celebrarán en las Instalaciones de la Universidad Militar Nueva Granada. Adicionalmente, se acordó la presencia de personal de la UAERMV en los laboratorios de la UMNG en la ejecución de los ensayos.

d. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades desarrollado dentro del convenio fue dividido en cinco grandes partes. La primera correspondió al programa experimental y metodología de

la fase ensayos de laboratorio, el cual se hizo en los dos primeros meses. Acto seguido, se caracterizaron los materiales a utilizar en la investigación y se plantearon los diseños de mezclas asfálticas. El tiempo estimado para esta actividad fue de dos meses. Posterior a los diseños de mezclas asfálticas, se fabricaron las probetas para ejecutar los ensayos dinámicos con diferentes contenidos de RAP y aditivos, los cuales tuvieron una duración de cinco meses. La cuarta etapa correspondió a la elaboración del informe de resultados y el planteamiento de conclusiones y recomendaciones del estudio, cuya duración fue de un mes y medio. Finalmente, la última etapa será la liquidación del convenio, que tendrá un mes y medio de duración.

e. Equipo de trabajo

Para el desarrollo de la metodología y el programa experimental, el grupo de trabajo de la universidad Militar Nueva Granada fue:

- Ingeniero Oscar Javier Reyes Ortiz, experto en pavimentos y director del proyecto.
- Ingeniero Franceth Justine Castellanos Ballesteros. investigador Junior
- Ingeniero Germán Leandro Vargas Fonseca, investigador Junior.

Por parte de la Unidad de Mantenimiento vial, el grupo de profesionales que acompañaron el proceso fueron:

- Ingeniero Andrei Orlando Hernández Castellanos, experto en pavimentos
- Ingeniero Humberto Ramírez Gómez. Especialista en pavimentos.

4.1 Selección de materiales

Para iniciar la investigación objeto del convenio interadministrativo, en la fase inicial se realizó una visita técnica a la planta de asfalto y concreto que tiene la UAERMV en el Parque Minero Industrial "El Mochuelo", Km 3 vía a Pasquilla de la localidad Ciudad Bolívar (Figura 41) por parte del comité operativo. De la visita técnica, se determinó que, para garantizar la confiabilidad de los resultados de laboratorio de la investigación, era necesario seleccionar y acopiar un volumen de 14 m³ de RAP (Figura 42) procedentes de la zona de triturado de RAP, una caneca de 55 litros de emulsión de curado medio (Figura 43), 4 kilos de asfalto y 300 kilos de agregado virgen.

Acto seguido, siguiendo procesos de laboratorio y con la finalidad de establecer algunas propiedades del RAP (granulometría del RAP, contenido de asfalto y tamaños del agregado presentes en el RAP), se tomaron cuatro muestras de aproximadamente 50 kilos del acopio de RAP, las cuales buscan ser muestras representativas del RAP que tiene la UAERMV (Figura 44)



Figura 41. Fotografía global de la planta de la UAERMV en el Parque Minero Industrial "El Mochuelo". Zonas de almacenamiento de RAP y agregados vírgenes.



Figura 42. Acopio de 14 m3 de RAP



Figura 43. Caneca con 55 litros de emulsión de curado medio.



Figura 44. Muestras representativas del acopio de RAP.

A continuación, se muestran los procedimientos y resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio ejecutados a las 4 muestras extraídas de material seleccionado:

4.2 Granulometría del RAP

Una vez seleccionadas las cuatro zonas para la toma y recolección de muestras del acopio de RAP, se procedió a ejecutar a cada muestra el proceso de cuarteo (Figura 45), consistente en dividir en cuatro partes iguales la muestra y posteriormente evaluar sus características. Para determinar la granulometría de las muestras, se separó una parte significativa del material (Figura 46) y mediante el tamizado mecánico se pudo dividir las diferentes fracciones del agregado (RAP). Es importante resaltar que se evidenció que el material de RAP presentaba niveles de humedad altos, razón por la cual antes de ejecutar el proceso de tamizado se calentó la muestra en el horno a bajas temperaturas, con el objeto de eliminar el agua presente, tal como se observa en la figura 47.



Figura 45. Cuarteo de material de RAP, Zona 1.



Figura 46. Muestra significativa de material de la Zona 1.



Figura 47. Material de RAP en el horno previo el proceso de tamizado.

En las figuras 48 y 49, se observa respectivamente el proceso de tamizado de las muestras y los agregados de diferente tamaño obtenidos.



Figura 48. Tamizado de las diferentes muestras de RAP de la investigación.



Figura 49. Diferentes tamaños de RAP para las muestras tamizadas.

Siguiendo el procedimiento del tamizado mecánico, se procedió a pesar cada uno de los grupos de agregados de RAP obtenidos en los diferentes tamices, de tal manera que se pueda determinar los porcentajes de material retenido y así establecer las curvas granulométricas de las muestras seleccionadas. En las figuras 50 a 53, se muestran las curvas granulométricas obtenidas. En el anexo 4 se presentan las curvas granulométricas obtenidas y la tabla de datos registrada para cada una de las zonas.

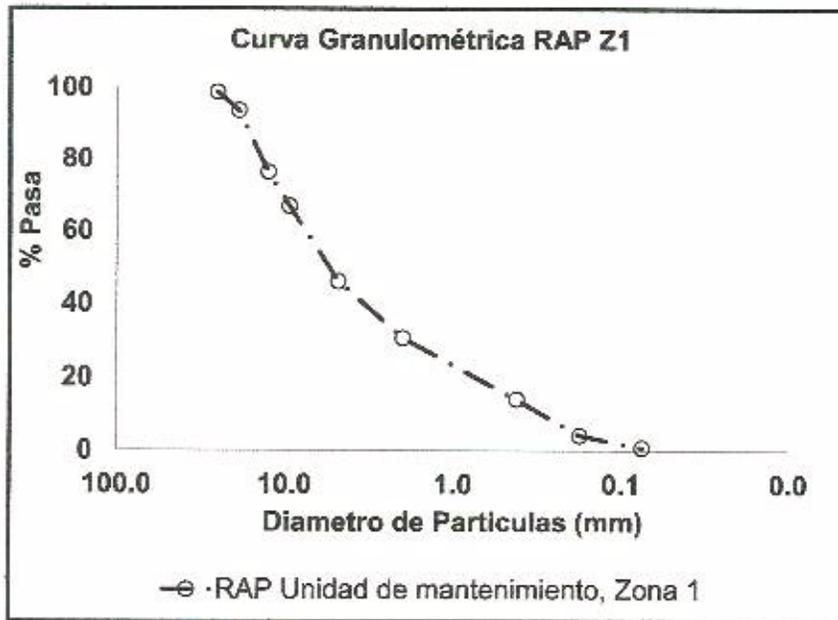


Figura 50. Granulometría de la muestra de la Zona 1.

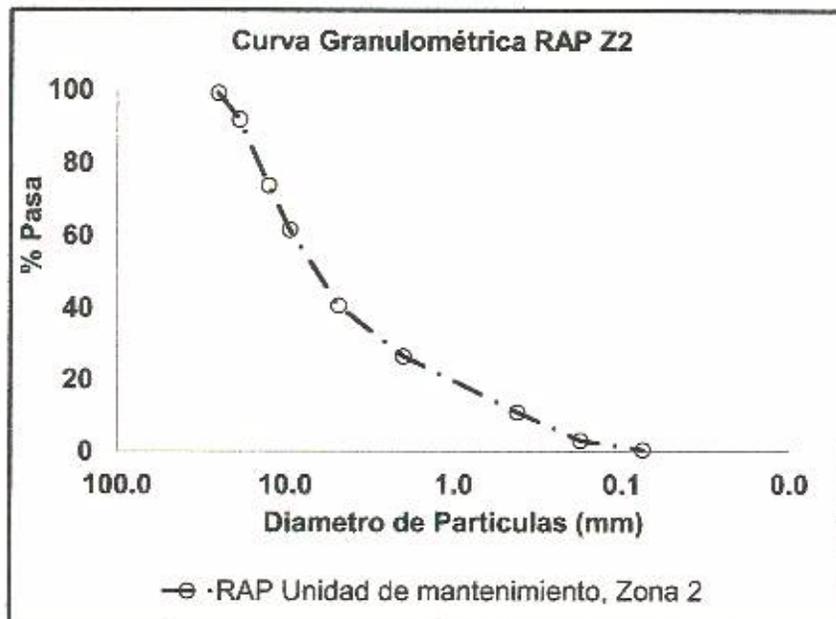


Figura 51. Granulometría de la muestra de la Zona 2.

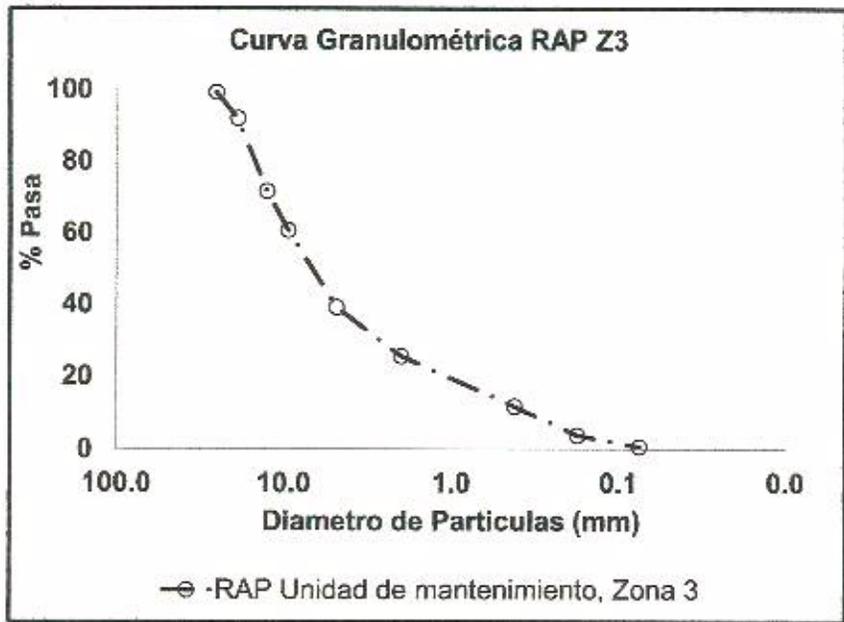


Figura 52. Granulometría de la muestra de la Zona 3.

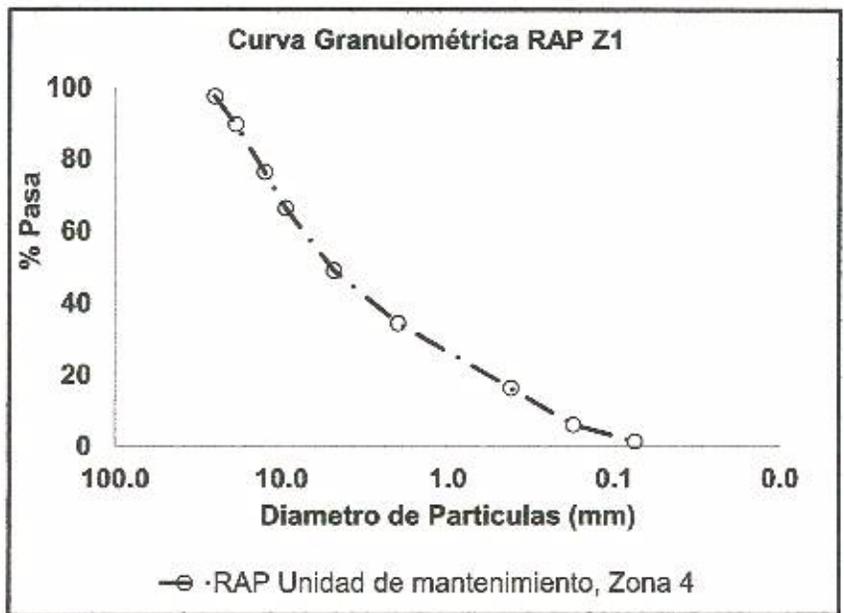


Figura 53. Granulometría de la muestra de la Zona 4.

Finalmente, para poder establecer si existe una variabilidad significativa en la granulometría del RAP seleccionado en la investigación, se graficaron las cuatro curvas, tal como se observa en la figura 54. Es importante resaltar que no se observa una variabilidad significativa en las cuatro curvas, lo cual infiere que la distribución del material es relativamente homogénea y por ende, el comité técnico selecciono el huso granulométrico MDF-20 para la investigación ya que es el más similar a la granulometría del RAP.

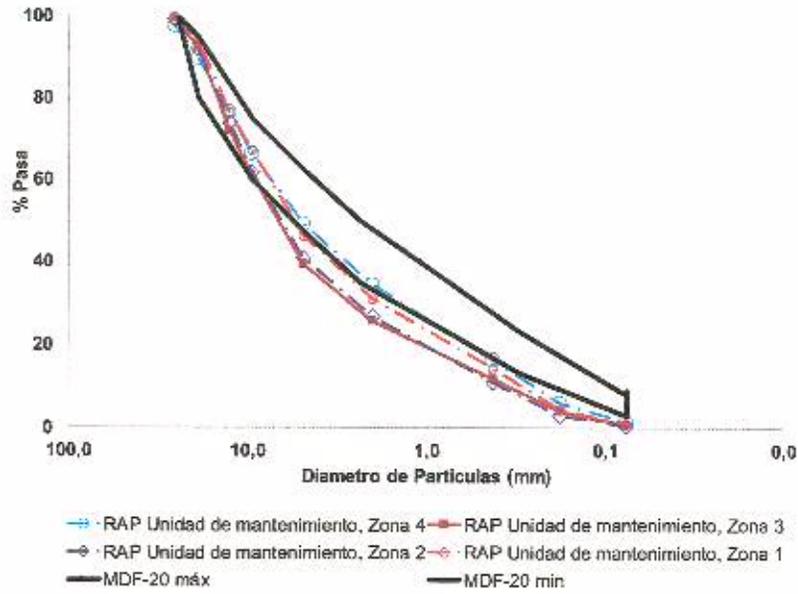


Figura 54. Curvas granulométricas de las cuatro zonas del acopio de RAP y mezcla asfáltica fría MDF-20.

4.3 Contenido de asfalto y granulometría del RAP

Una vez realizado el tamizado del agregado de las cuatro zonas del acopio de material de la investigación y planteado en comité técnico el uso de curvas granulométricas MDF-20 para la fabricación de las mezclas frías a estudiar (Figura 55), se conformaron especímenes para establecer el contenido de asfalto existente en el RAP (figura 56). Posteriormente mediante la ejecución del ensayo de extracción de asfalto con el equipo de centrifuga de asfalto (Figura 57), se procedió a extraer el asfalto residual del RAP y establecer los verdaderos tamaños de los agregados presentes en el RAP (Figura 58). Las curvas granulométricas obtenidas posteriores al ensayo de extracción de asfalto, aparecen en la Figura 59, las cuales evidencian que realmente partículas gruesas estaban conformadas por agregado fino y esto se debe principalmente que el asfalto envuelve las partículas finas y las hace evidenciar de mayor tamaño en el proceso de tamizado. De igual manera, en la tabla 1, aparecen los contenidos de asfaltos residual presentes en el RAP para las cuatro zonas estudiadas y que muestran relativamente contenidos entre 5.8 y 6.5%. Es importante resaltar que el contenido de asfalto residual en el RAP es muy parecido, ya que la procedencia del RAP es de diferentes partes del acopio y este fue extraído de pavimentos envejecidos cuyas características de asfalto, agregados, procesos constructivos, vida útil entre otras variables son muy diferentes. En el anexo 5, se presentan los resultados de laboratorio de las curvas granulométricas del agregado posterior al ensayo de centrifuga y los contenidos de asfalto residual.

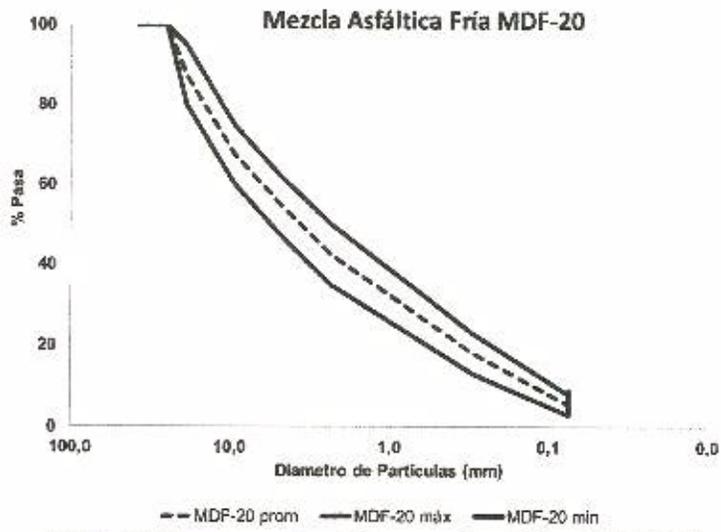


Figura 55. Curvas granulométricas mezcla asfáltica fría MDF-20



Figura 56. Muestras de RAP de las diferentes zonas para establecer los contenidos de asfalto y agregados presentes.



Figura 57. Equipo de centrifugas para extraer el asfalto.



Figura 58. Agregados del RAP sin asfalto posterior al ensayo de centrifuga.

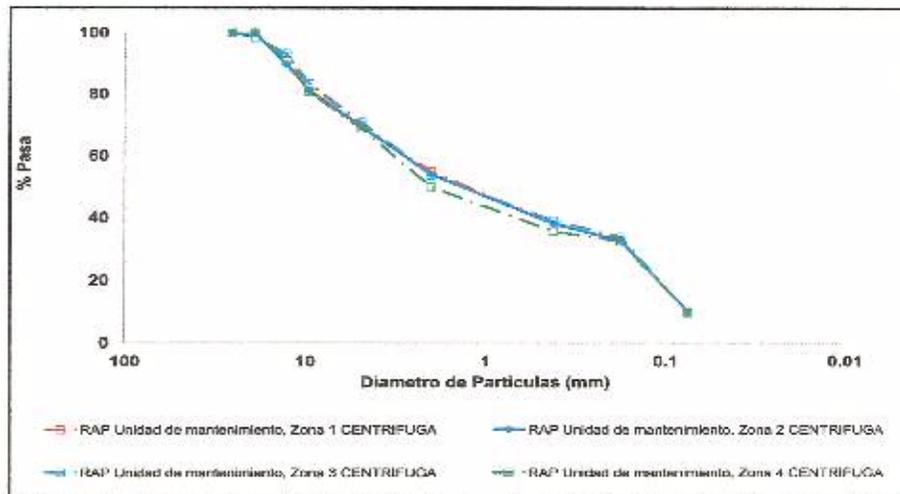


Figura 59. Curvas granulométricas del agregado posterior a la extracción del asfalto.

Tabla 1. Contenidos de asfalto para el RAP de las cuatro zonas seleccionadas del acopio de RAP.

Pesos de materiales y recipientes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Peso material inicial (g)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Peso filtro limpio (g)	15.7	15.2	15.3	15.3
Peso recipiente (g)	105.0	115.2	121.1	111.4
Peso material sucio + peso recipiente (g)	1045.3	1050.1	1060.3	1052.7
Peso filtro sucio (g)	17.4	15.7	16.5	15.8
Peso material sucio (g)	941.9	935.4	940.4	941.8
Contenido de asfalto	5.8	6.5	6.0	5.8

Finalmente, mediante el proceso de tamizado y la observación del RAP antes y posterior al ensayo de centrifuga, se puede manifestar que existe presencia de materia orgánica, escombros, vidrio, plásticos y materiales con arcilla, generando dificultades en la caracterización del RAP y en un futuro en el cumplimiento de las características del RAP y posibles falencias en el diseño de mezcla. (Figura 60). Es importante resaltar que dicha contaminación se debe a los múltiples procesos de fresado, transporte y acopio, tal como

se evidencia en la figura 61 y que deben ser objeto de estudio, planteando procesos por la UEARMV en todas las etapas de la obtención, transporte y almacenamiento del RAP.



Figura 60. Materia orgánica, escombros, vidrio y arcilla en el RAP.



Figura 61. Acopio RAP contaminado.

4.4 Características de la emulsión asfáltica

Las propiedades de la emulsión asfáltica utilizada en la investigación establecieron un curado de rompimiento lento y catiónico, definiéndola como una emulsión CRL-1, motivo por el cual se planteó 5 días de curado para cualquier espécimen o probeta fabricada antes de proceder a la evaluación de la respectiva resistencia de las mezclas asfálticas frías a estudiar. Así mismo, mediante el empleo del equipo rotovapor (Figura 62), se pudo recuperar el asfalto de la emulsión y establecer su penetración (Figura 63), la cual se cataloga como 130/150 (1/10 mm). En la Tabla #2 se encuentran todos los datos del ensayo de penetración. De otra parte, se realizó el ensayo de punto de ablandamiento o anillo y bola, cuya temperatura fue estimada en 40 grados centígrados. Los resultados de todos los ensayos de caracterización de la emulsión, aparecen en el anexo 6

Tabla 2. Resultados del ensayo de penetración para el asfalto residual de la emulsión de curado medio.

Penetración			
Muestra	1	2	3
Dato inicial	1235	1277	1335
Dato final	2542	2578	2657
Penetración (0.1 mm)	130,7	130,1	132,2
Penetración promedio (0.1 mm)	131,0		



Figura 62. Equipo rotovapor para destilar el asfalto residual de la emulsión asfáltica



Figura 63. Ensayo de penetración al asfalto residual de la emulsión.

Así mismo, dentro de la caracterización de la emulsión asfáltica se realizaron ensayos de viscosidad y módulo complejo al asfalto residual, los cuales aparecen en las figuras 64 y 65 respectivamente. Se puede observar a partir de la gráfica de viscosidad (Figura 64), la evolución de la resistencia al cortante del asfalto con la temperatura, evidenciando que el asfalto residual tiene características de un asfalto blando y permite en presencia del emulsificante y el agua, envolver mejor los agregados pétreos o el RAP a utilizar en esta investigación. Es importante resaltar que el estudio está enfocado a mezclas frías, razón por la cual tener temperaturas de fabricación y colocación de mezcla no aplica para este caso, ya que se fabrican a temperatura ambiente. De otra parte, la resistencia al cortante obtenida en el reómetro al asfalto residual, muestra su cambio con la temperatura, siendo

decreciente a mayor temperatura. Con base en los análisis de $G^*/\text{sen } \delta$ a 64°C , se observa que el módulo complejo es aproximadamente de 0.611 kPa , valor inferior a 1.1 kPa que establece la norma (Efecto al ahuellamiento) [6,8]. Sin embargo, se está evaluando el asfalto residual de la emulsión y no la emulsión asfáltica, motivo por el cual este valor no es tenido en cuenta como incidente en el posible ahuellamiento de la mezcla fría, es un indicador de la calidad del asfalto residual.

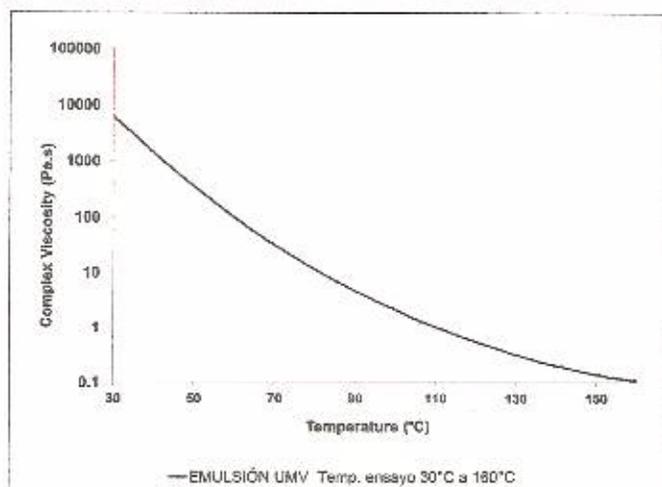


Figura 64. Viscosidad vs temperatura del asfalto residual de la emulsión

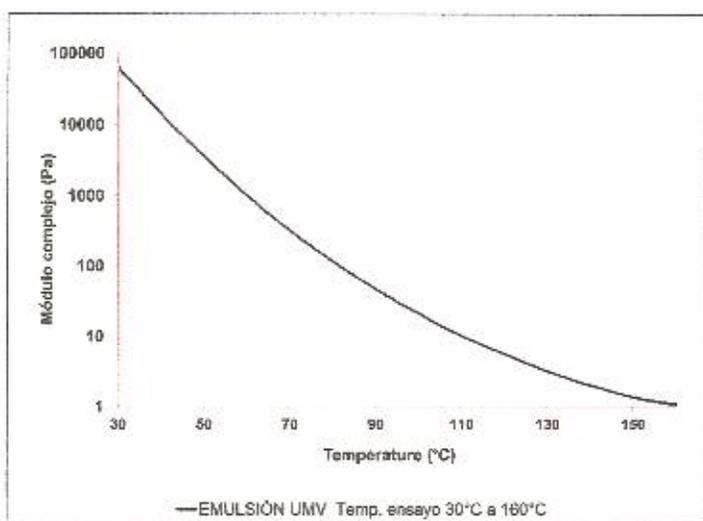


Figura 65. Módulo complejo vs temperatura del asfalto residual de la emulsión.

4.5 Características del asfalto

El ligante asfáltico empleado para la fabricación de la mezcla asfáltica caliente MD-20 (muestra patrón) en el desarrollo de la investigación, se caracterizó mediante los ensayos de penetración, punto de ablandamiento, viscosidad y módulo complejo, los cuales están en el anexo #7. Los resultados obtenidos del ensayo de penetración aparecen en la tabla 3 e identifican el asfalto como 60/70 (1/10 mm) según su penetración (Figura 66). De otra parte, se realizó el ensayo de punto de ablandamiento, cuya temperatura fue estimada en 55 grados centígrados.

Tabla 3. Resultados del ensayo de penetración para el asfalto.

Penetración			
Muestra	1	2	3
Dato inicial	1220	1260	1310
Dato final	1878	1920	1961
Penetración (0.1 mm)	65,8	66,0	65,1
Penetración promedio (0.1 mm)	65,6		



Figura 66. Ensayo de penetración al asfalto

Así mismo, dentro de la caracterización del asfalto se realizaron ensayos de viscosidad y módulo complejo, los cuales aparecen en las figuras 67 y 68 respectivamente. Se puede observar a partir de la gráfica de viscosidad, el rango de la temperatura de mezclado deberá estar entre 145°C – 155°C donde el valor de viscosidad está entre 0.19 Pa.s – 0.15 Pa.s . De otra parte, la temperatura de compactación debe ser como mínimo de 132°C , cuya viscosidad tiene un valor de 0.31 Pa.s . Estas temperaturas de fabricación y compactación fueron determinadas a partir del comportamiento viscoso del asfalto con la temperatura (Figura 67). Referente a los resultados de módulo complejo, se observa que el asfalto a 64°C tiene un $G^*/\text{sen } \delta$ de 1.316 kPa , valor superior al límite de 1.1 kPa , haciendo que no exista un potencial de ahuellamiento del asfalto en la mezcla.

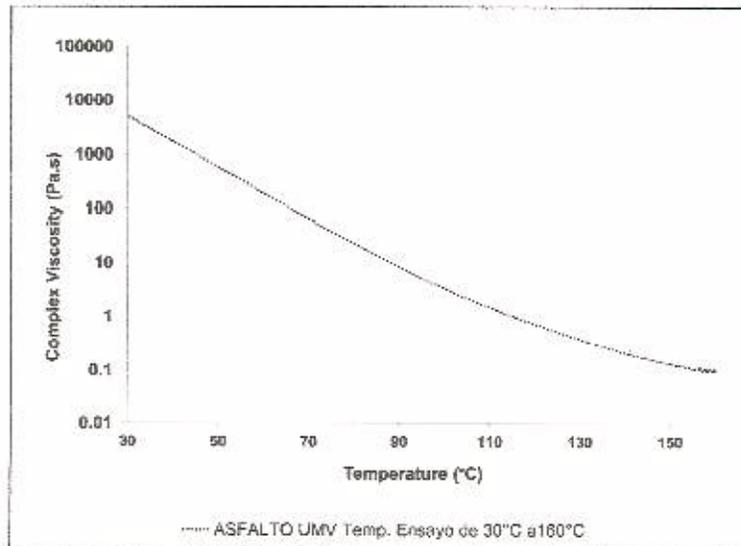


Figura 67. Viscosidad vs temperatura del asfalto.

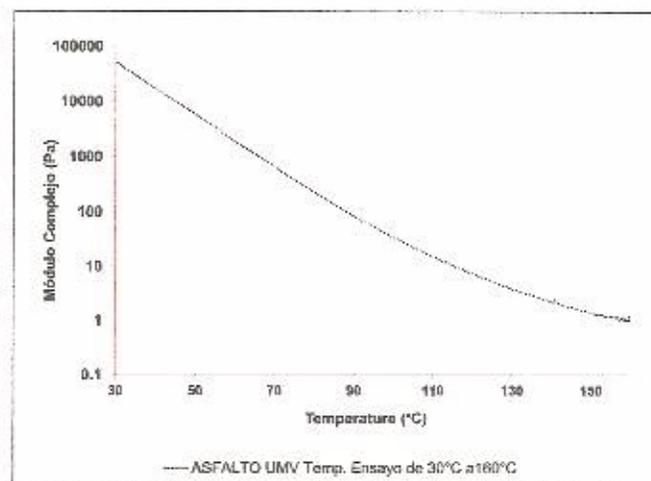


Figura 68. Módulo complejo vs temperatura del asfalto.

4.6 Características del agregado pétreo

El agregado pétreo utilizado para el diseño de mezcla en caliente MD-20, fue entregado por la Unidad de Mantenimiento. El material pétreo recibido se caracterizó por medio de los ensayos de: equivalente de arena – resistencia al desgaste por medio de la máquina de los Ángeles – gravedad específica del agregado grueso – gravedad específica del agregado fino – gravedad específica aparente del agregado – porcentaje de caras fracturadas, índice de aplanamiento – índice de alargamiento – ensayo 10% finos – ensayo microdeval y ensayo de solidez de sulfatos, resultados que se adjuntan en el anexo #8. Los valores obtenidos para cada uno de estos ensayos de caracterización, se presentan en la tabla 4 y evidencian que cumplen con las especificaciones técnicas del IDU.

Tabla 4. Características del agregado pétreo entregado por la UAERMV

Ensayo	Norma	Resultado	Requisito Norma
Equivalente de arena – agregado fino	INV E-133-13	75.0%	50% mínimo
Resistencia al desgaste Máquina de los Ángeles - Gradación B	INV E-218-13	25.8%	25% máximo
Gravedad específica Bulk del agregado	INV E-222-13	2.572	
Gravedad específica Bulk sss del agregado	INV E-222-13	2.618	
Gravedad específica aparente del agregado	INV E-222-13	2.698	
Absorción del agregado	INV E-222-13	1.820	
Porcentaje de caras fracturadas (1 cara / 2 caras)	INV E-227-13	83.11%	Mínimo 75%
Índice de Aplanamiento	INV E-230-13	14.0%	% máximo 25
Índice de Alargamiento	INV E-230-13	9.0%	% máximo 25
Ensayo 10% finos	INV-E-224-13	64.4%	-
Ensayo microdeval	INV-E-238-13	18.9%	-
Ensayo de solidez de sulfatos	INV-E-220-13	16.1%	% máximo 18

5. Diseño de mezcla patrón

El comité operativo planteo como muestra patrón la mezcla asfáltica en caliente con granulometría MD-20 en su franja media [7] (Figura 69), la cual se emplea de forma regular en la construcción de bases asfálticas de los pavimentos en la ciudad de Bogotá y sus características aparecen en la tabla # 5, (Tabla 510.4 de las especificaciones técnicas de materiales, construcción, para proyectos de infraestructura vial y del espacio público para Bogotá, D.C.). Para diseñar la mezcla se realizó el procedimiento Marshall [6,7], variando el contenido de asfalto por peso entre el 5 y 7%, con incrementos del 0.5%. Se resalta que la temperatura de fabricación de las mezclas fue de 152°C y se compactaron a 135°C, con base en los resultados de viscosidad del asfalto (Figura 70).

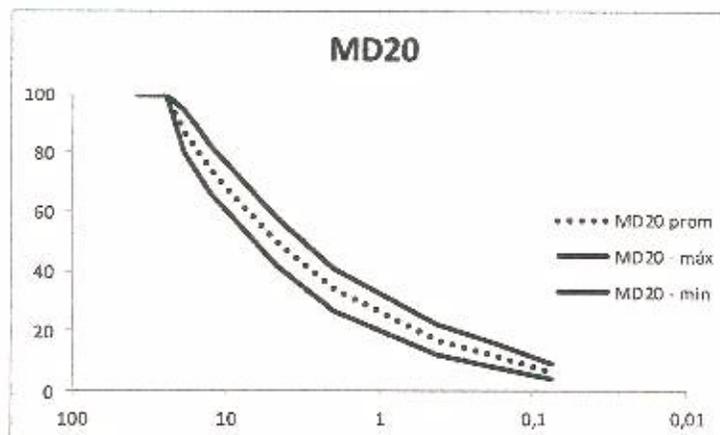


Figura 69. Curva granulométrica MD-20 de la mezcla asfáltica en caliente

Tabla 5. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente.

Tipo de mezcla	Tamiz (mm / U.S. Standard)										
	37.5 1 1/2"	25.0 1"	19.0 3/4"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No.4	2.00 No.10	0.425 No.40	0.180 No.80	0.075 No.200	
	% Pasa										
Densa	MD10			100	80-95	59-76	36-51	15-25	9-18	5-10	
	MD12			100	80-95	71-87	49-65	30-44	14-22	8-16	4-9
	MD20		100	80-95	66-82	59-75	42-58	27-41	12-22	8-16	4-9
Semidensa	MS12			100	80-95	67-83	40-56	23-39	10-20	6-13	3-8
	MS20		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	6-13	3-8
	MS25	100	80-95	73-89	60-76	53-69	33-49	23-39	10-20	6-13	3-8
Gruesa	MG20		100	75-95	55-75	46-66	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MG25	100	75-95	65-85	47-67	40-60	29-46	17-32	7-17	4-11	2-6
Alto módulo	MAM20		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	8-14	6-9

Para establecer el porcentaje óptimo de asfalto, se definió que el flujo vehicular de diseño fuera de T0 a T1 (Sección 510-11, Tabla 510.8 Especificación técnica IDU) [7], teniendo como valores límite: Estabilidad mínima 600 kilogramos, flujo entre 2 y 4 mm y vacíos de

mezcla de 3 a 5%. En las Figuras 70 a 73, se muestran respectivamente los resultados de estabilidad, flujo, densidad y vacíos, evidenciando que para el 6% de contenido de asfalto, la estabilidad fue de 1026 kilogramos, valor superior en un 40% del límite. Así mismo, el flujo obtenido fue 3.67 mm, magnitud que se encuentra en el rango determinado por la especificación. Finalmente, los vacíos en la mezcla asfáltica fueron de 3.4%, valor dentro del rango de la especificación. Se resalta que, aunque existen otros contenidos de asfalto que pueden satisfacer los valores mínimos, el 6% presenta mayor estabilidad, rango medio en vacíos y flujo. En el anexo 9 se presenta los valores y cálculos obtenidos del diseño de la mezcla MD-20.

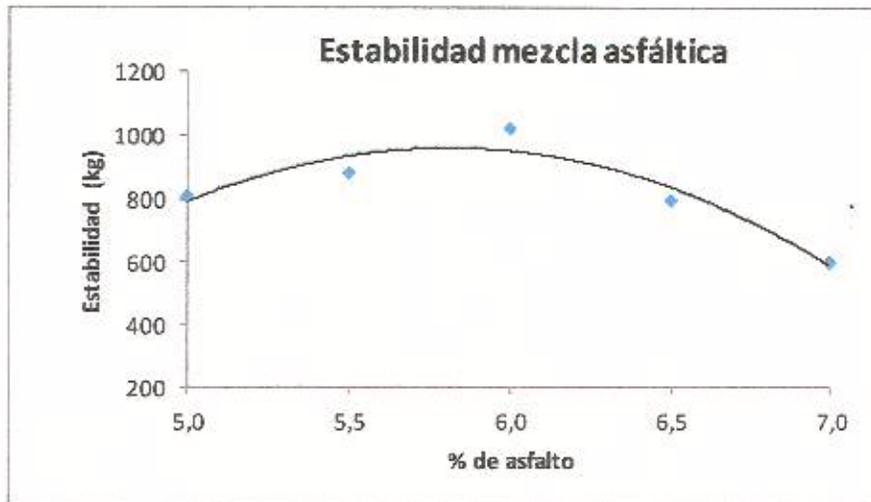


Figura 70. Estabilidad Marshall vs contenido de asfalto.

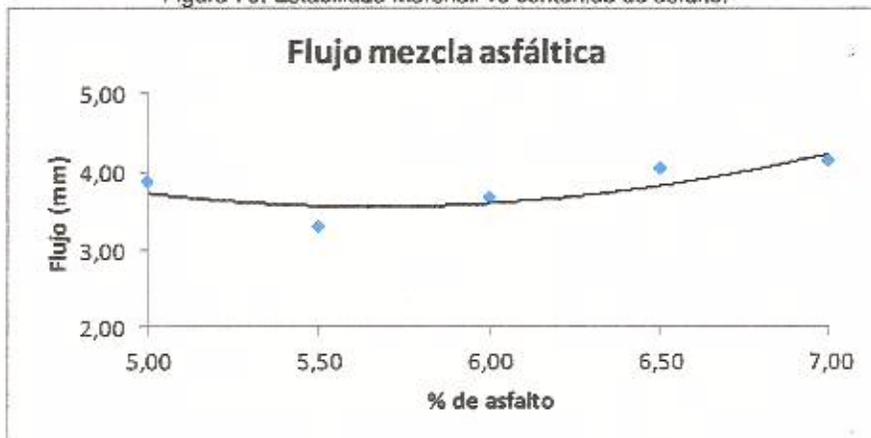


Figura 71. Flujo Marshall vs contenido de asfalto

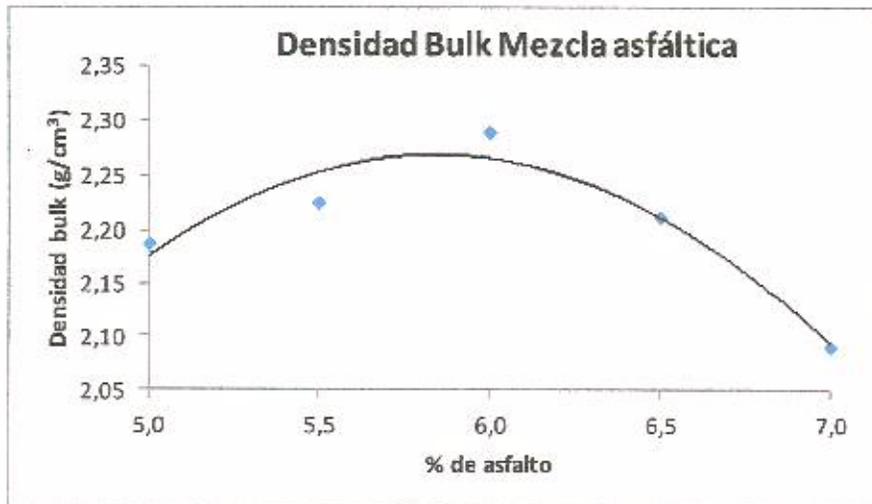


Figura 72. Densidad vs contenido de asfalto.

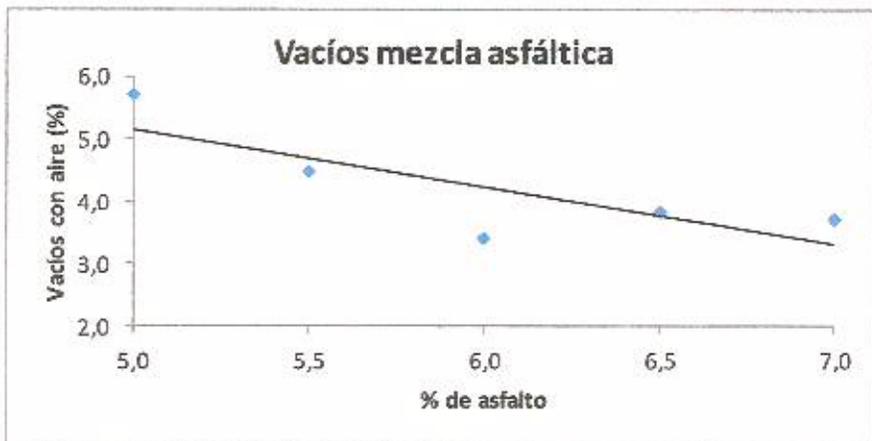


Figura 73. Relación de vacíos vs contenido de asfalto

6. Diseño de mezclas asfálticas frías con diferentes contenidos de RAP y aditivos

El comité técnico estableció para la investigación seleccionar el huso granulométrico MDF-20 en su curva media según especificaciones técnicas del IDU [7], tal como aparece en la Figura 74 y tabla # 6 (Tabla 550.4 de las especificaciones técnicas del IDU). La selección de esta curva granulométrica obedece principalmente a que las granulometrías del RAP estudiado, se ajustan o convergen en gran medida a la granulometría MDF-20 (Figura 74). Es importante resaltar que las mezclas fabricadas con RAP y material virgen, el agregado natural fue introducido en la fracción gruesa entre los tamices 3/8 y 1 pulgada, materiales que ajustan en gran medida la curva granulométrica del RAP.

Tabla 6. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en frío.

Tabla 550.4
Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en frío

Tipo de Mezcla	Tamiz (mm / U.S. Standard)									
	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	0.300	0.075	
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 50	No. 200	
% Pasa										
Densa	MDF12			100	80-95	-	50-65	35-50	13-23	3-8
	MDF20		100	80-95	-	60-75	47-62	35-50	13-23	3-8
	MDF25	100	80-95	-	62-77	-	45-60	35-50	13-23	3-8

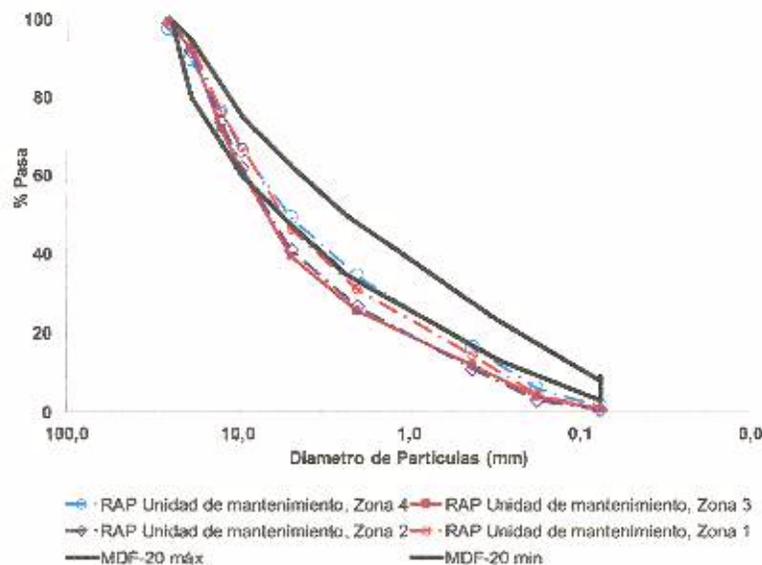


Figura 74. Curvas granulométricas del RAP y mezcla asfáltica fría MDF-20

El diseño de las mezclas asfálticas en frío con los diferentes contenidos de RAP se realizó mediante la metodología Marshall modificada por la Universidad de Illinois [19], la cual consiste a grosso modo en fabricar probetas cilíndricas en el compactador giratorio o equipo Marshall con diferentes contenidos de emulsión asfáltica por peso y ensayarlas a tracción indirecta, siendo los parámetros de este ensayo, los indicadores para establecer el porcentaje óptimo de emulsión.

Dentro de las diferentes reuniones sostenidas por el comité técnico, se estableció que se emplearían tres contenidos de RAP en la mezcla asfáltica fría (50,75 y 100%) y que adicionalmente, el material virgen a introducir sería de tamaño grueso (tamiz #3/8 y 1 pulgada), tal como aparece en la tabla # 7. De otra parte, se definió introducir dos tipos diferentes de aditivos en la mezcla, el primero cemento Portland en tres porcentajes (1,2 y 3% por peso) y el segundo, rejuvenecedor a tres porcentajes por peso igualmente (1.0, 1.5 y 3.0 %). Para poder identificar las diferentes mezclas asfálticas frías con RAP, material virgen y aditivos, se codificaron según la tabla #8, donde las columnas de RAP, cemento y rejuvenecedor muestran los porcentajes a utilizar en cada mezcla.

Tabla 7. Porcentajes de RAP y material virgen dentro de las mezclas asfálticas frías.

Tamiz	(mm)	Virgen (%)	RAP 50%		RAP 75%		RAP 100%	
			RAP (%)	Virgen (%)	RAP (%)	Virgen (%)	RAP (%)	Virgen (%)
3/4	37,50	20,0%	10,0%	10,0%	15,0%	5,0%	20,0%	0,0%
1/2	25,00	10,0%	5,0%	5,0%	7,5%	2,5%	10,0%	0,0%
3/8	12,50	10,0%	5,0%	5,0%	7,5%	2,5%	10,0%	0,0%
#4	4,75	13,0%	13,0%	0,0%	13,0%	0,0%	13,0%	0,0%
#8	2,00	12,0%	12,0%	0,0%	12,0%	0,0%	12,0%	0,0%
#50	0,43	22,0%	22,0%	0,0%	22,0%	0,0%	22,0%	0,0%
#200	0,18	10,0%	10,0%	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%	0,0%
Fondo	0,08	3,0%	3,0%	0,0%	3,0%	0,0%	3,0%	0,0%

Tabla 8. Codificación de las diferentes mezclas asfálticas frías con RAP y aditivos.

Mezcla Asfáltica fría (MDF-20)	Contenido de RAP (%)	Contenido de cemento (%)	Contenido de rejuvenecedor (%)	No. de Diseños
VIRGEN	0	0,0	0,0	1
RAP 50	50	0,0	0,0	3
RAP 75	75	0,0	0,0	3
RAP 100	100	0,0	0,0	3
RAP 50 C1	50	1,0	0,0	3
RAP 50 C2	50	2,0	0,0	3
RAP 50 C3	50	3,0	0,0	3
RAP 75 C1	75	1,0	0,0	3
RAP 75 C2	75	2,0	0,0	3
RAP 75 C3	75	3,0	0,0	3
RAP 100 C1	100	1,0	0,0	3
RAP 100 C2	100	2,0	0,0	3
RAP 100 C3	100	3,0	0,0	3
RAP 50 R1	50	0,0	1,0	3
RAP 50 R1,5	50	0,0	1,5	3
RAP 50 R3	50	0,0	3,0	3
RAP 75 R1	75	0,0	1,0	3
RAP 75 R1,5	75	0,0	1,5	3
RAP 75 R3	75	0,0	3,0	3
RAP 100 R1	100	0,0	1,0	3
RAP 100 R1,5	100	0,0	1,5	3
RAP 100 R3	100	0,0	3,0	3

La metodología empleada para el diseño de todas las mezclas asfálticas frías estudiadas en la investigación es la que aparece en la Figura 75 y corresponde en primera instancia en caracterizar los materiales (emulsión asfáltica, RAP, agregado virgen) y conformar las curvas granulométricas MDF-20 con RAP, material virgen y aditivo según lo estipulado en la tabla #7. Acto seguido, se fabricaron en el compactador giratorio a 600kPa y 1.25° las diferentes mezclas frías con los respectivos contenidos de RAP, aditivo y material virgen, variando el contenido de emulsión asfáltica y fijando la relación de vacíos en 4% y la densidad volumétrica en 2.1 g/cm³ (Figura 76). Posteriormente a la fabricación de las

probetas, se procedió a tenerlas durante 5 días en un proceso de curado para garantizar el rompimiento de la emulsión y así poderlas ensayar a tracción indirecta a 15°C (Figura 77). Una vez obtenidas las curvas de carga vs desplazamiento, se estableció el porcentaje óptimo de emulsión, de tal manera que se maximizara la resistencia y que presentaran una ductilidad favorable.

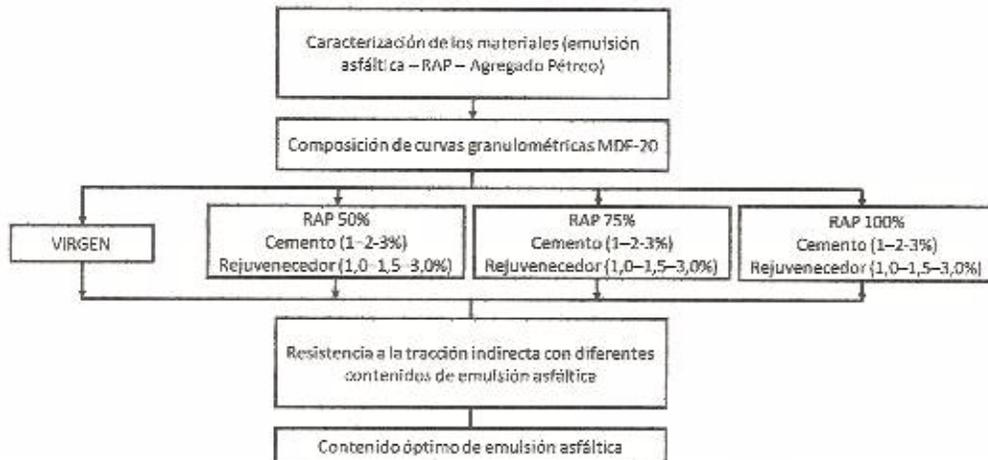


Figura 75. Metodología de diseño de las mezclas asfálticas frías con diferentes contenidos de RAP, aditivos y material virgen.



Figura 76. Fabricación de probetas en el compactador giratorio

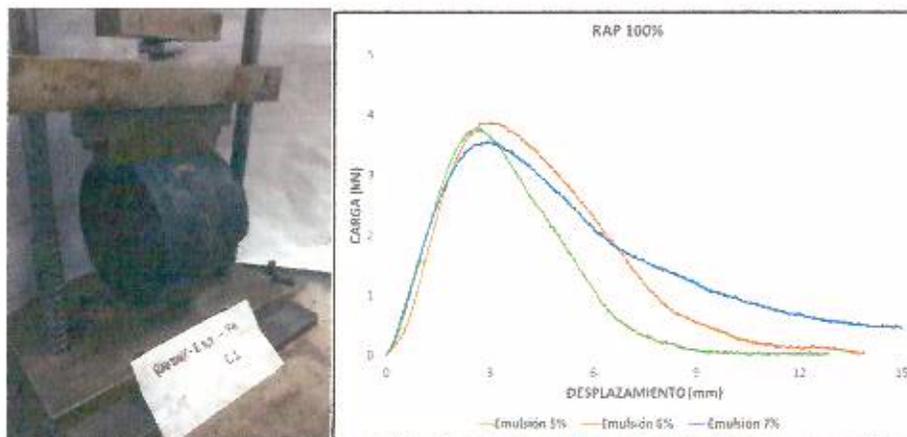


Figura 77. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.

A continuación, se presentan las curvas obtenidas para los diferentes diseños de mezclas asfálticas frías con RAP y aditivos.

En la figura 78 se observa la curva carga vs contenido de emulsión para la mezcla MDF-20 fabricada con material virgen. La curva muestra que para el porcentaje 8.0% de emulsión, se obtiene la carga máxima (1628 N) y por ende se establece como valor óptimo de diseño. En el anexo 10, se presenta el formato del diseño con todas las medidas establecidas para los diferentes porcentajes.

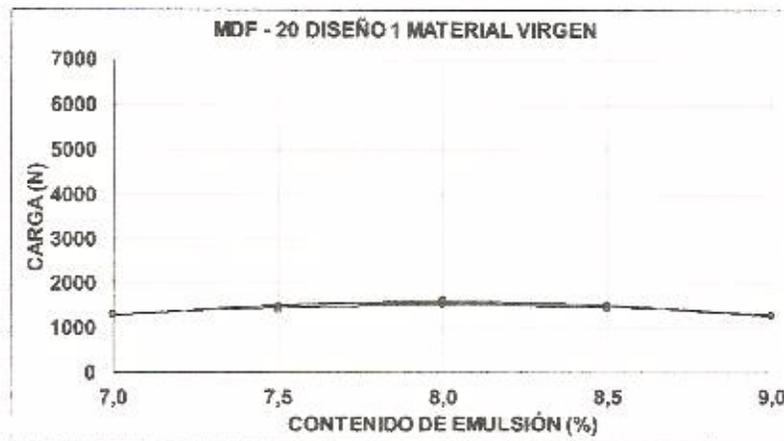


Figura 78. Resistencia a la tracción indirecta mezcla asfáltica fría con material virgen.

En las figuras 79 al 81 se observan las curvas de carga vs contenido de emulsión de las mezclas frías fabricadas con RAP al 100, 75 y 50% respectivamente. Se resalta que a cada mezcla asfáltica se le realizaron tres diseños dada la variabilidad del RAP y a partir de los resultados se estableció el porcentaje óptimo. En el caso de RAP al 100 fue del 6.0 %, mientras para el RAP al 75 y 50%, el contenido óptimo de emulsión fue del 5.5%. En el anexo 10, se presentan los formatos de los diseños con todas las medidas establecidas para los diferentes porcentajes de emulsión.

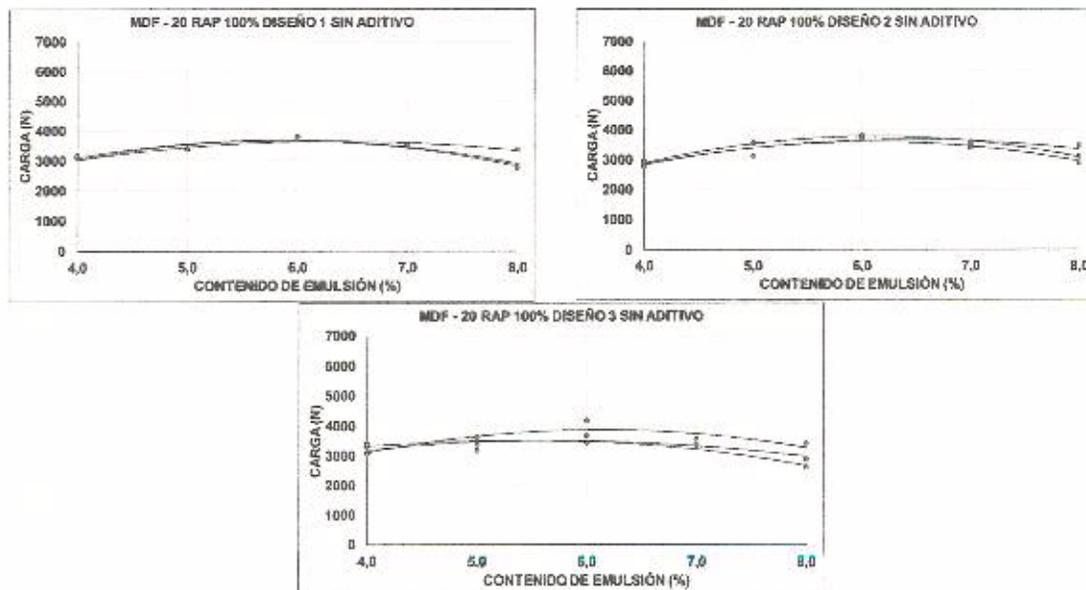


Figura 79. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100%.

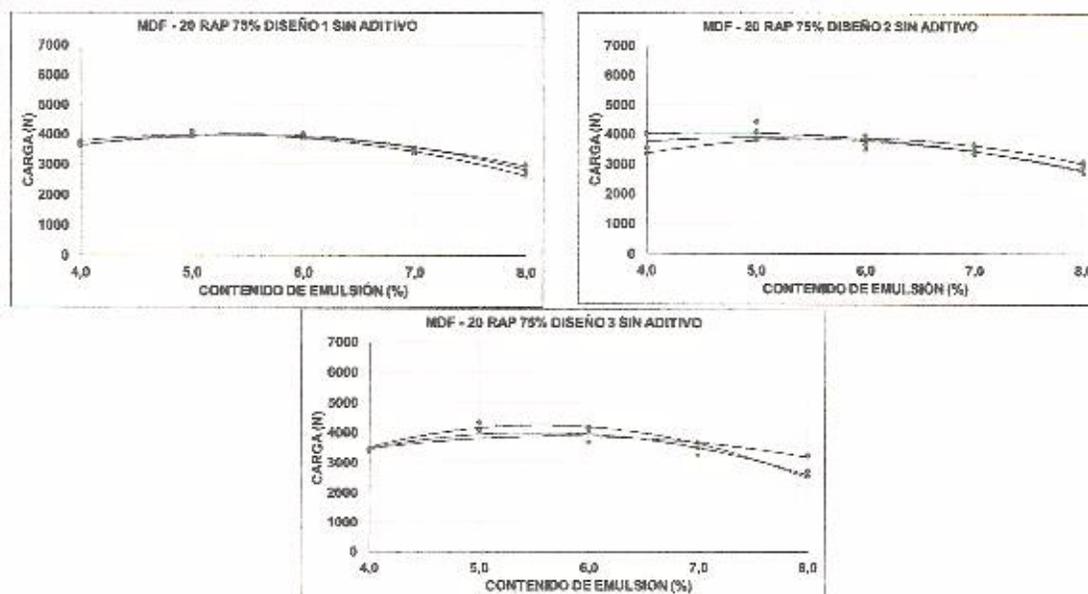


Figura 80. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75%.

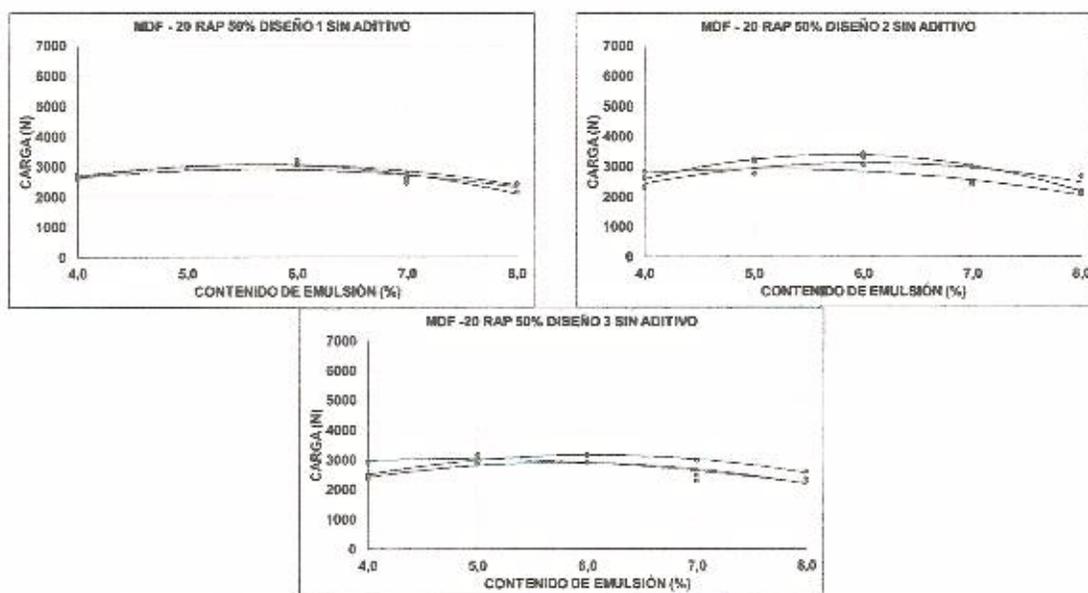


Figura 81. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50%.

En las figuras del 82 al 84, se muestran los resultados de resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas fabricadas con RAP al 100% y aditivo cemento al 1,2 y 3 % respectivamente. De las curvas se puede establecer que el porcentaje óptimo para todas las mezclas fue el 6.0%, irrelevante el contenido de cemento adicionado. Estos resultados evidencian que el contenido de emulsión depende más del porcentaje de RAP y no del contenido de cemento. En el anexo 10, se presentan los formatos de los diseños con todas las medidas establecidas para los diferentes porcentajes de emulsión.

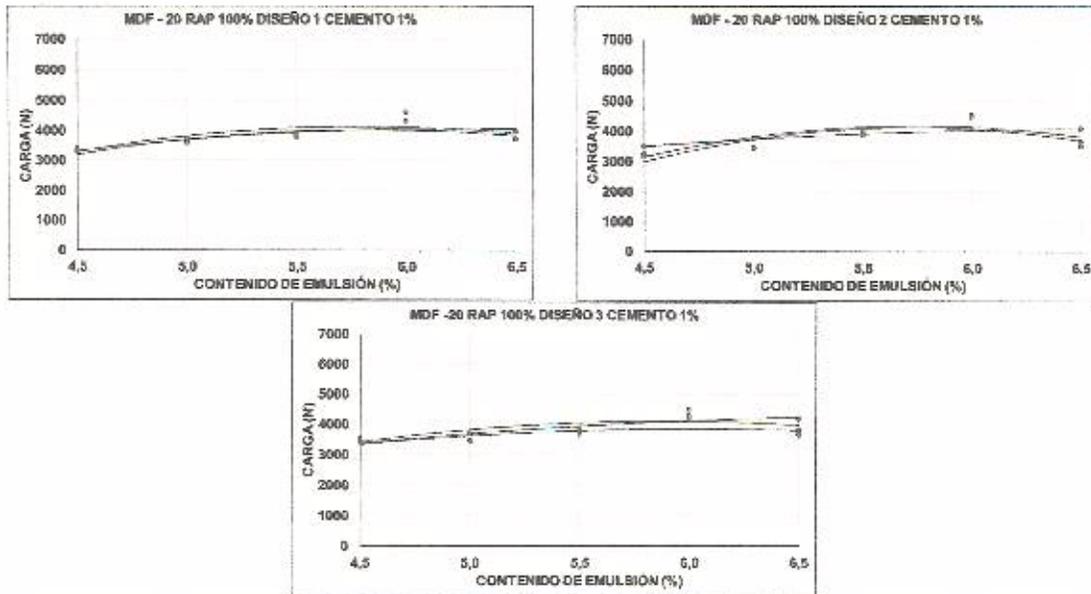


Figura 82. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y cemento al 1%.

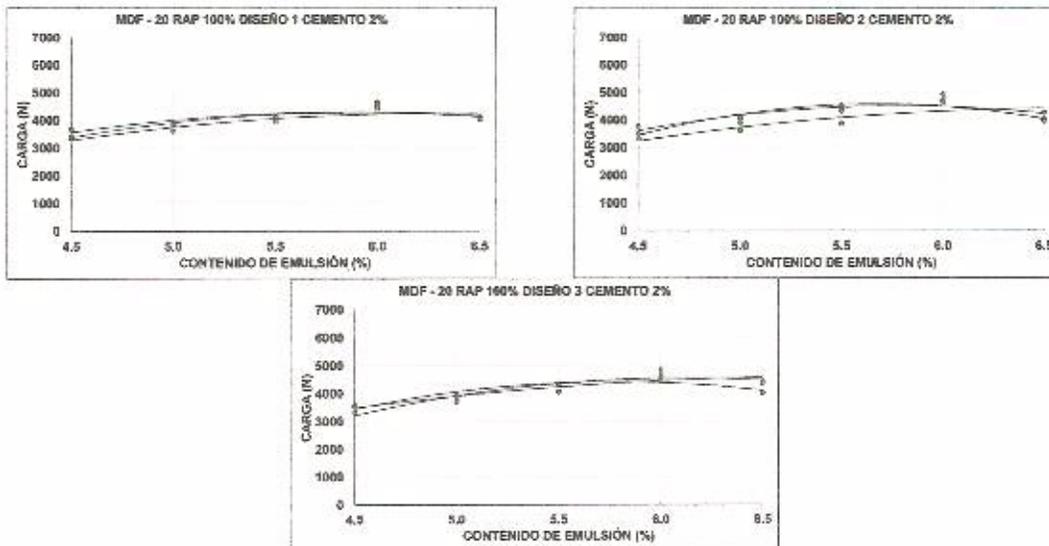
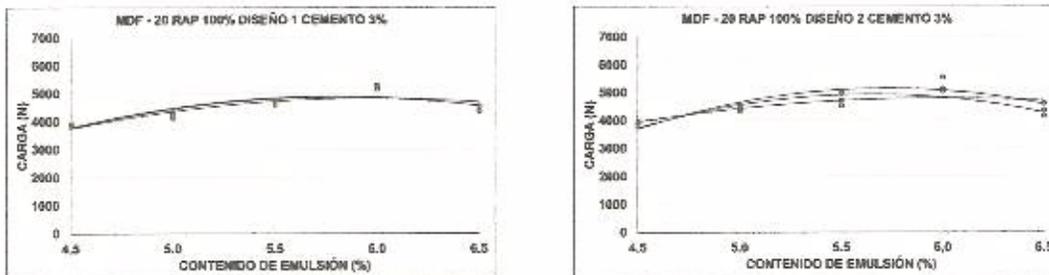


Figura 83. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y cemento al 2%.



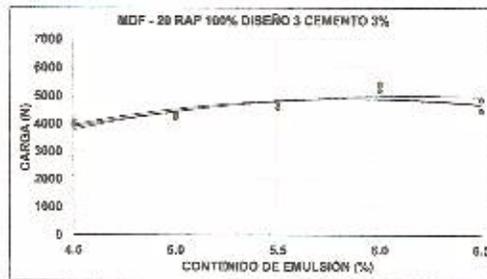


Figura 84. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y cemento al 3%.

En las figuras del 85 al 87, se muestran los resultados de resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas fabricadas con RAP al 75% y aditivo cemento al 1,2 y 3 % respectivamente. De las curvas se puede establecer que el porcentaje óptimo para todas las mezclas fue del 5.5%, irrelevante el contenido de cemento adicionado. Estos resultados evidencian nuevamente que el contenido de emulsión depende más del porcentaje de RAP y no del contenido de cemento como se observó en el caso de RAP al 100%. Así mismo, en las figuras 88 al 90, mezclas fabricadas con RAP al 50% y aditivo cemento al 1,2 y 3% se observa el mismo comportamiento. En el anexo 10, se presentan los formatos de los diseños con todas las medidas establecidas para los diferentes porcentajes de emulsión.

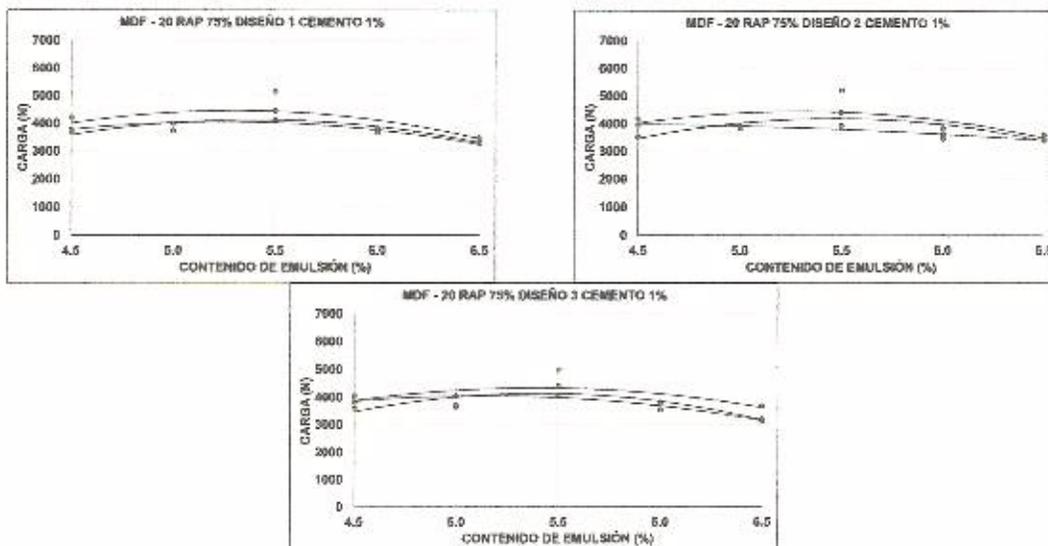
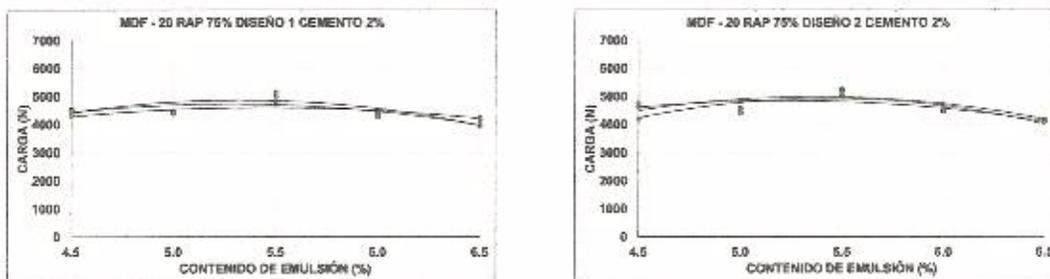


Figura 85. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y cemento al 1%.



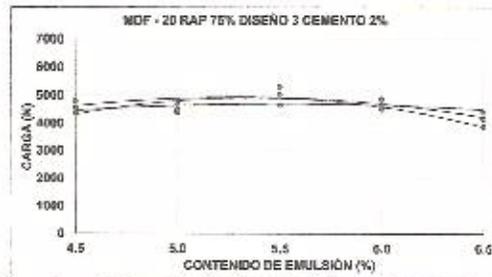


Figura 86. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y cemento al 2%.

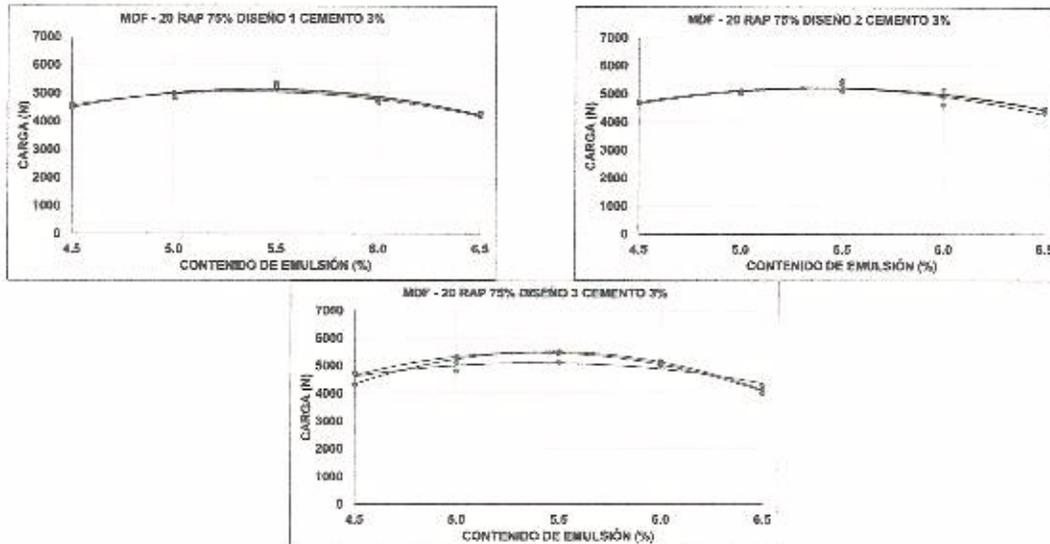


Figura 87. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y cemento al 3%.

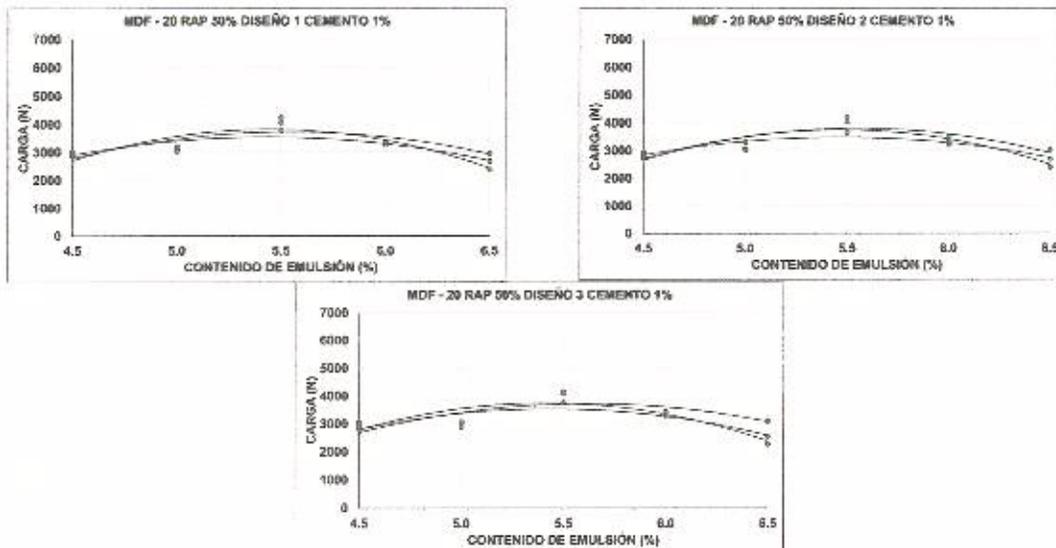


Figura 88. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y cemento al 1%.

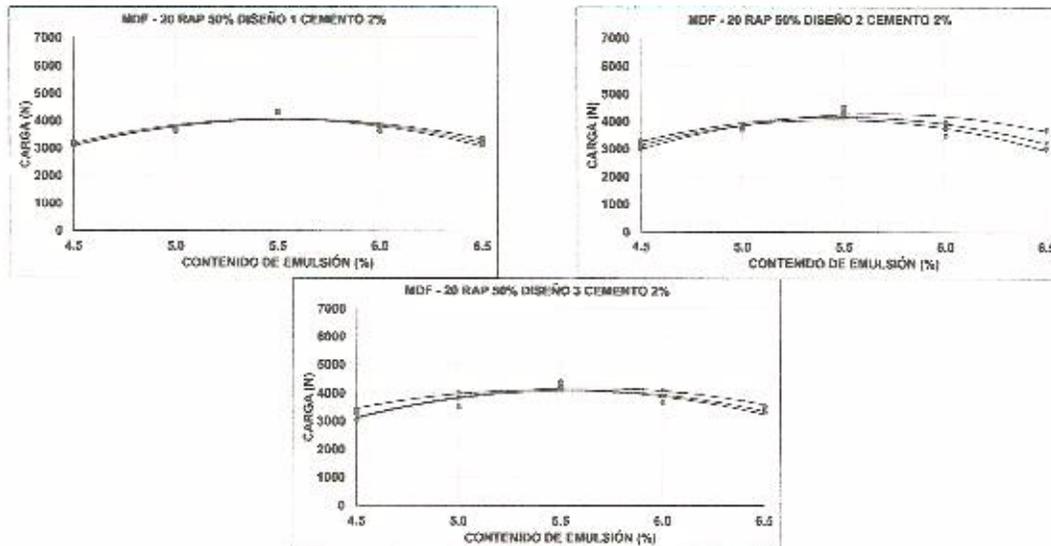


Figura 89. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y cemento al 2%.

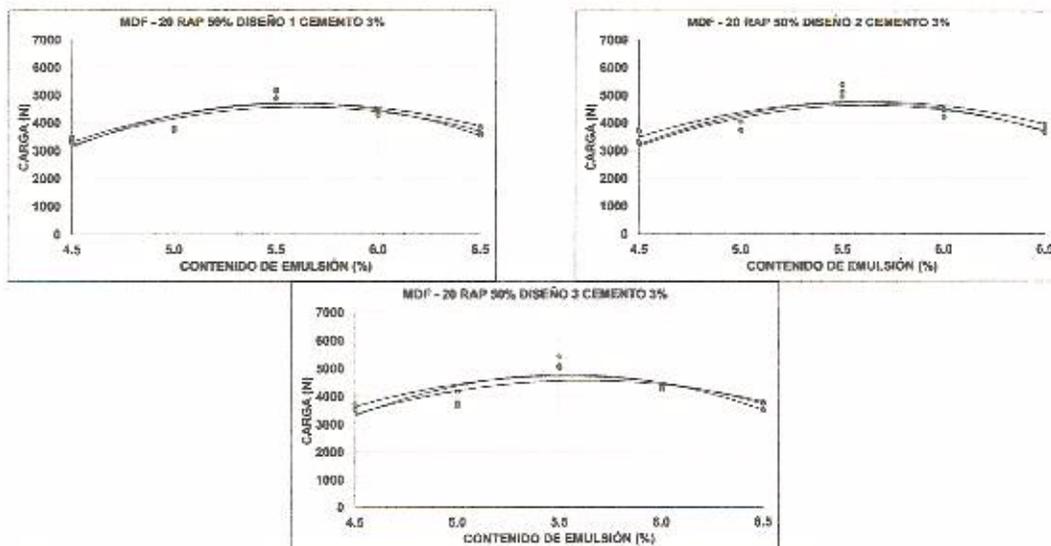


Figura 90. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y cemento al 3%.

Los diseños de las mezclas asfálticas frías elaborados con RAP en diferentes porcentajes (50, 75 y 100%) y aditivo rejuvenecedor en varias tasas por peso (1.0,1.5 y 3.0%), evidencian el mismo comportamiento encontrado para las mezclas asfálticas que se fabricaron con cemento, teniendo como porcentajes óptimos 6.0% para las mezclas con RAP al 100% (Figuras 91 al 93) y 5.5% de emulsión para las mezclas con 75 y 50% de RAP (Figuras 94 al 99). Nuevamente se observa que el porcentaje de RAP afecta más la dosificación que el aditivo que se utilice. En el anexo 10, se presentan los formatos de los diseños de las mezclas fabricadas con rejuvenecedor como aditivo con todas las medidas establecidas para los diferentes porcentajes de emulsión.

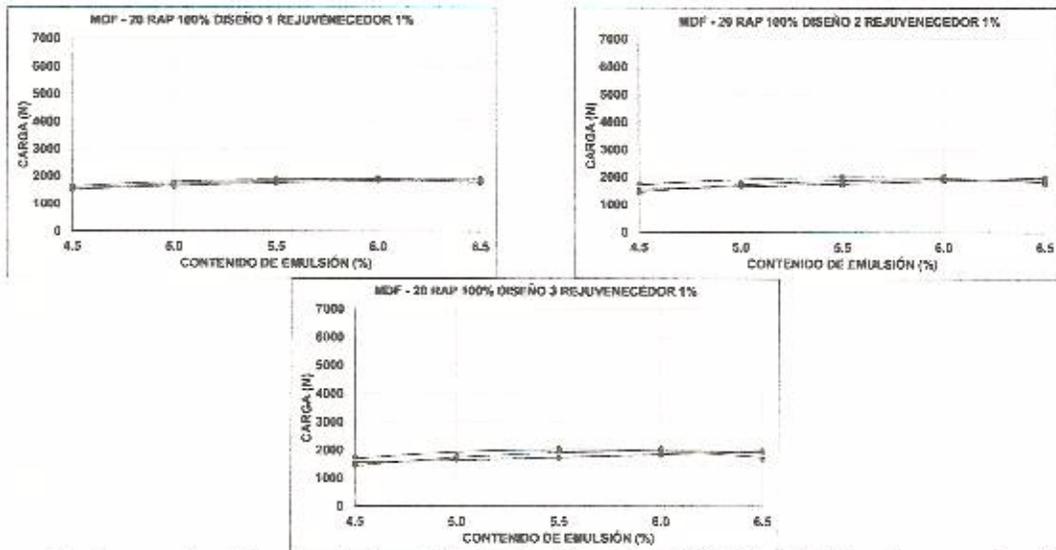


Figura 91. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y rejuvenecedor al 1%.

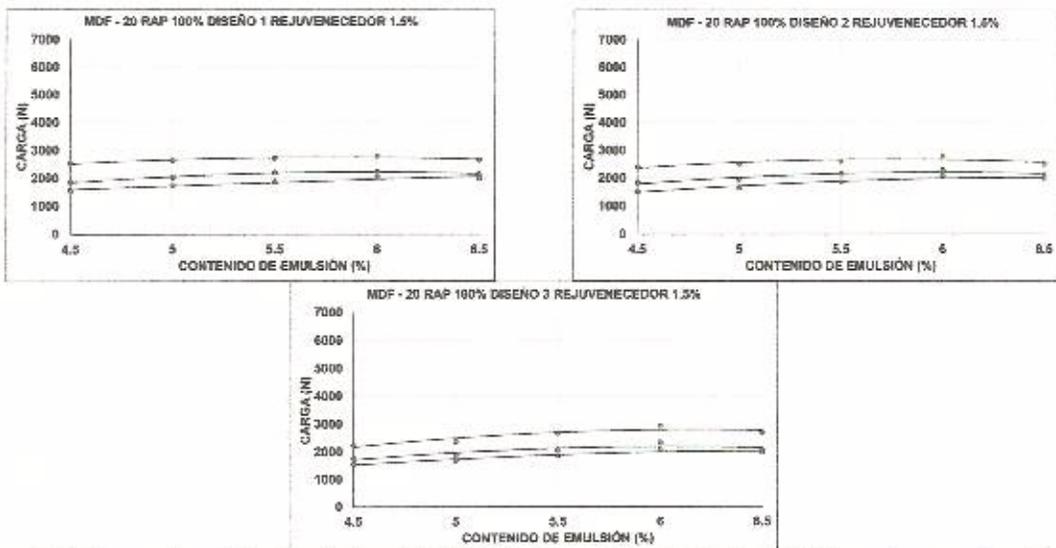
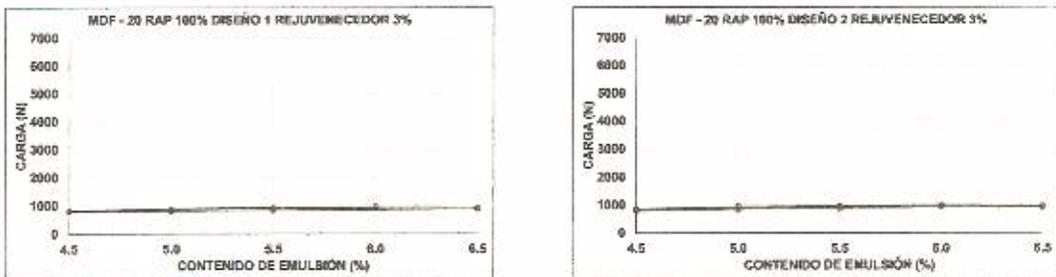


Figura 92. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y rejuvenecedor al 1.5%.



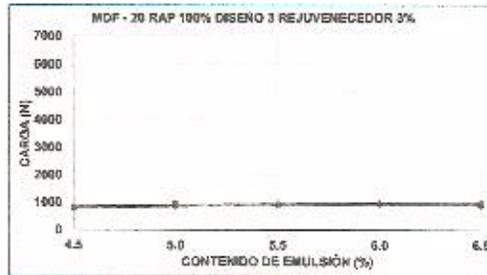


Figura 93. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 100% y rejuvenecedor al 3%.

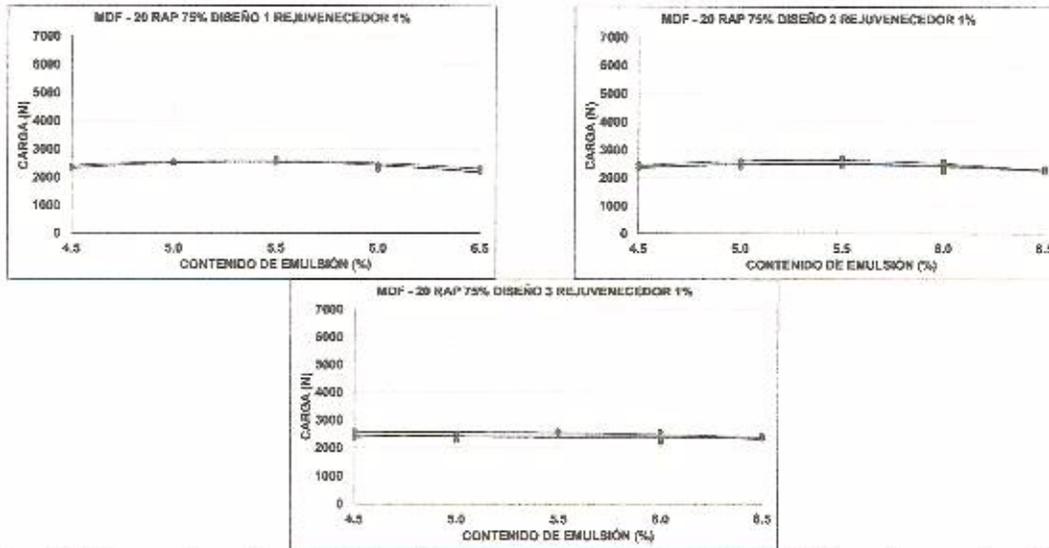


Figura 94. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y rejuvenecedor al 1%.

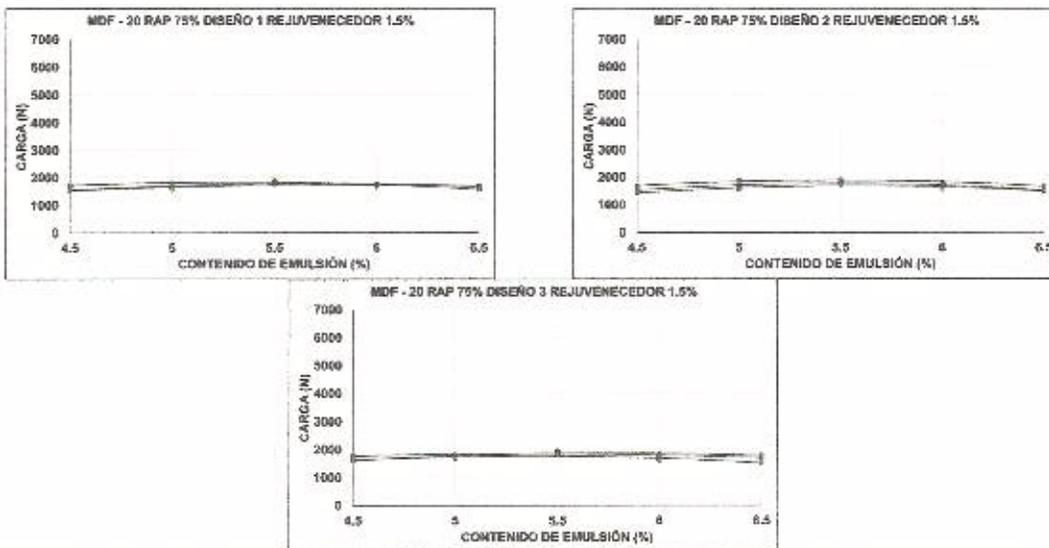


Figura 95. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y rejuvenecedor al 1,5%.

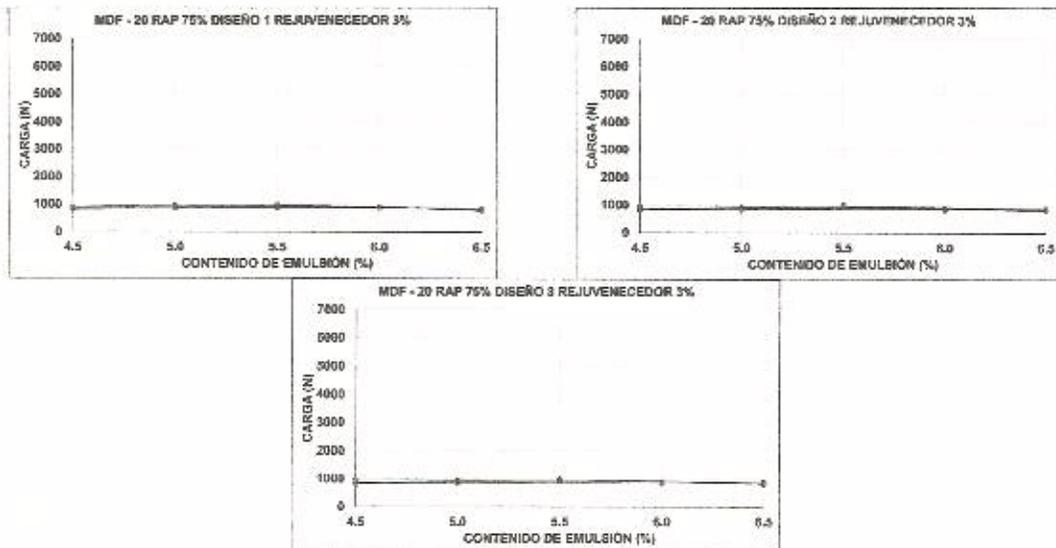


Figura 96. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 75% y rejuvenecedor al 3%.

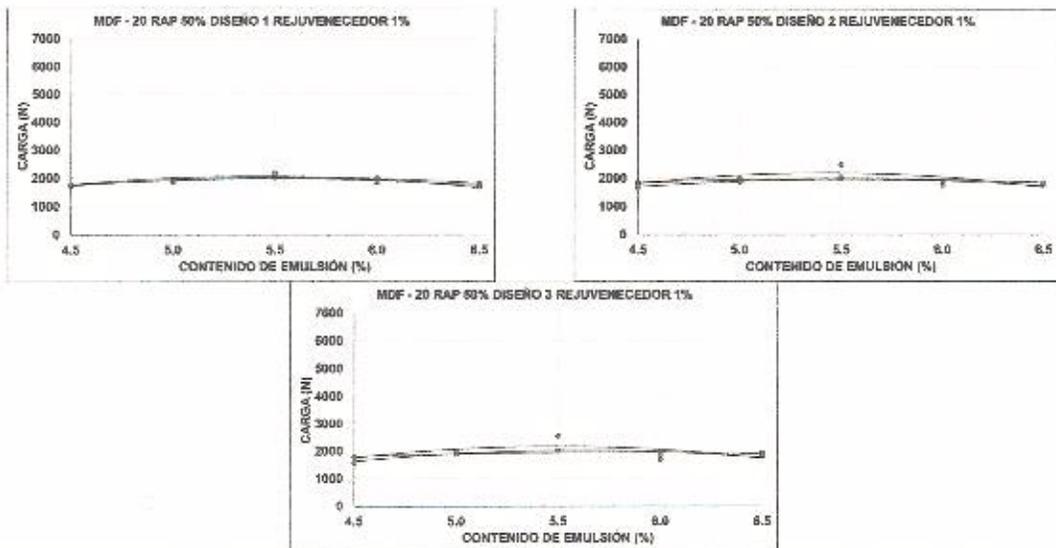
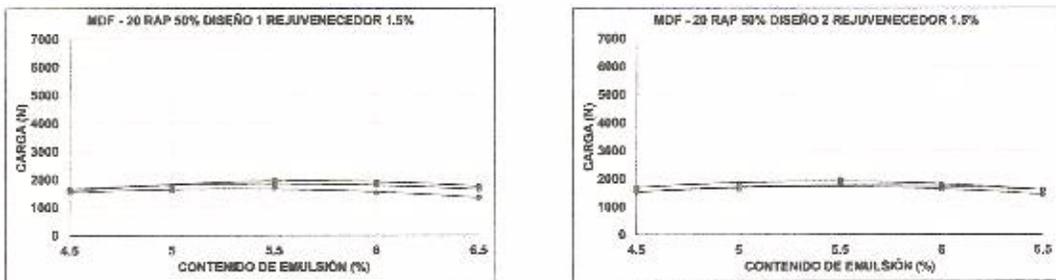


Figura 97. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y rejuvenecedor al 1%.



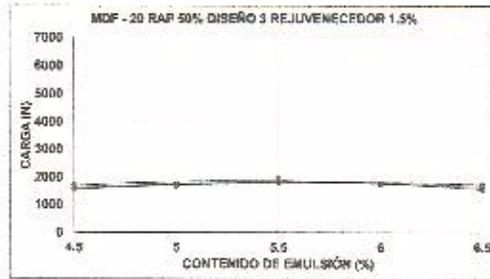


Figura 98. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y rejuvenecedor al 1,5%.

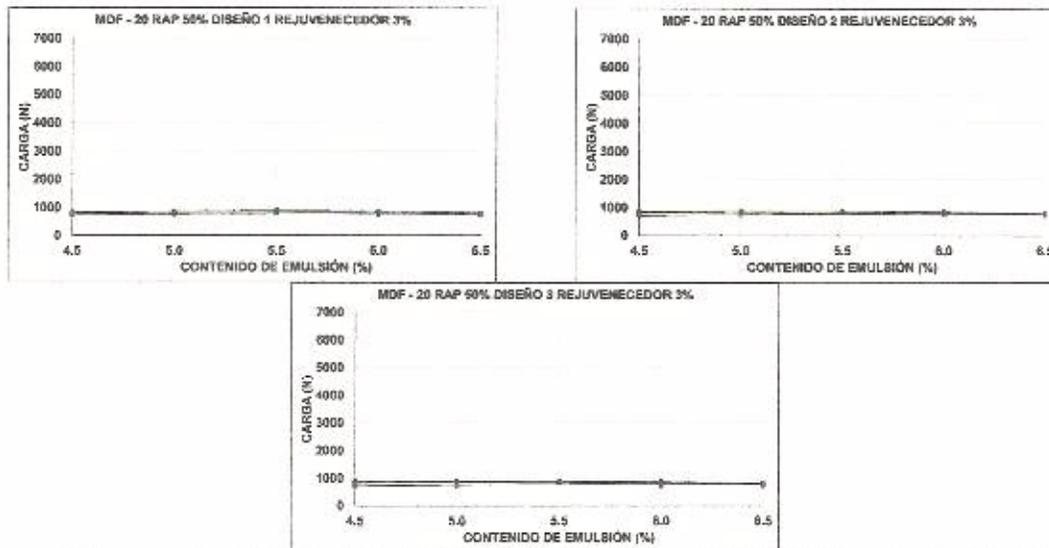


Figura 99. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de mezclas con RAP al 50% y rejuvenecedor al 3%.

En resumen, en la tabla # 9 se observan los contenidos óptimos de emulsión para las diferentes mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP en diferentes porcentajes (50,75 y 100%) y con adición de cemento o rejuvenecedor. De los resultados se puede resaltar que para las mezclas con RAP al 100%, el contenido óptimo de emulsión es 6.0%, mientras para las mezclas con 50 y 75% de RAP es 5.5%, evidenciando que la dosificación (contenido óptimo de emulsión) depende del contenido de RAP y no del porcentaje y tipo de aditivo a utilizar. Es importante resaltar, que la resistencia máxima de diseño es muy diferente para las mezclas estudiadas y depende del contenido de RAP y característica del aditivo y su porcentaje. En la figura 100 se observa que las máximas resistencia se logran para las mezclas con 3% de cemento, irrelevantemente el contenido de RAP y que las mínimas resistencias son para las mezclas con rejuvenecedor al 3.0% (indiferentemente el contenido de RAP). Así mismo, se puede observar que introducir 75% de RAP genera las máximas resistencias, sin importar el contenido de cemento o rejuvenecedor (Exceptuando el rejuvenecedor al 1.5%, que la carga máxima es para el contenido de RAP al 100%).

Tabla 9. Contenidos óptimos de emulsión para las mezclas asfálticas fabricadas con diferentes porcentajes de RAP (50,75 y 100%) y aditivos cemento y rejuvenecedor.

Mezcla Asfáltica fría (MDF-20)	Contenido de RAP (%)	Contenido de cemento (%)	Contenido de rejuvenecedor (%)	% óptimo emulsión	Resistencia máxima (N)
VIRGEN	0	0,0	0,0	8,0	1626,4
RAP 50	50	0,0	0,0	5,5	3272,5
RAP 75	75	0,0	0,0	5,5	4290,9
RAP 100	100	0,0	0,0	6,0	3933,0
RAP 50 C1	50	1,0	0,0	5,5	4211,4
RAP 50 C2	50	2,0	0,0	5,0	4445,2
RAP 50 C3	50	3,0	0,0	5,5	5347,4
RAP 75 C1	75	1,0	0,0	5,5	5127,8
RAP 75 C2	75	2,0	0,0	5,5	5251,8
RAP 75 C3	75	3,0	0,0	5,5	5454,3
RAP 100 C1	100	1,0	0,0	6,0	4564,1
RAP 100 C2	100	2,0	0,0	6,0	4818,6
RAP 100 C3	100	3,0	0,0	6,0	5431,5
RAP 50 R1	50	0,0	1,0	5,5	2407,5
RAP 50 R1,5	50	0,0	1,5	5,5	1967,0
RAP 50 R3	50	0,0	3,0	5,5	897,8
RAP 75 R1	75	0,0	1,0	5,5	2699,8
RAP 75 R1,5	75	0,0	1,5	5,5	1908,4
RAP 75 R3	75	0,0	3,0	5,5	1004,4
RAP 100 R1	100	0,0	1,0	6,0	2037,9
RAP 100 R1,5	100	0,0	1,5	6,0	2648,5
RAP 100 R3	100	0,0	3,0	6,0	990,1

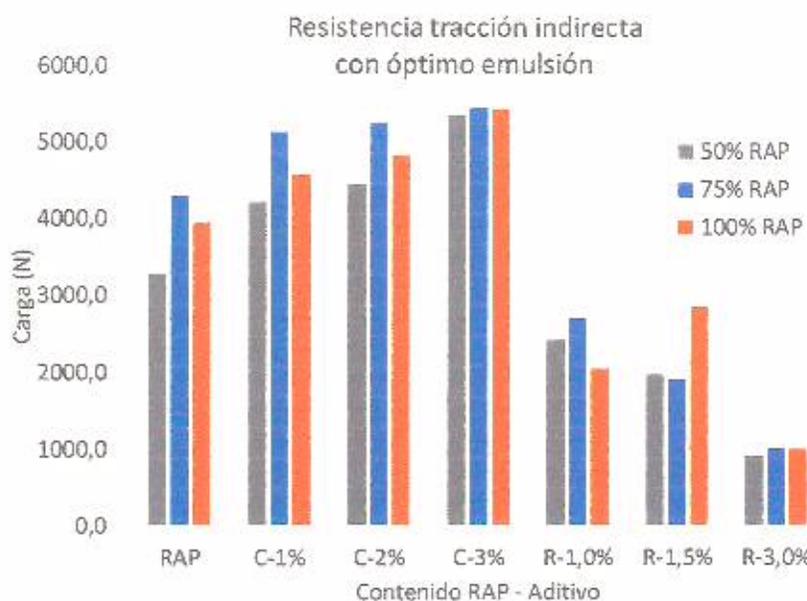


Figura 100. Resistencia a la tracción indirecta con los contenidos óptimos de emulsión para las mezclas asfálticas frías fabricadas con diferentes porcentajes de RAP y aditivos (Cemento y rejuvenecedor)

7. Ensayos de susceptibilidad al daño por humedad (Resistencia conservada)

Realizados todos los diseños de las mezclas asfálticas frías con diferentes contenidos de RAP (50,75 y 100%), aditivos en varios porcentajes (cemento y rejuvenecedor) y determinados los contenidos óptimos de emulsión (Tabla #9), se procedió a fabricar muestras cilíndricas en el compactador giratorio a 600 kPa de presión, ángulo de giro 1.25° y densidad volumétrica 2.1 g/cm³ (Figura 101). Las probetas construidas para cada tipo de mezcla asfáltica fría del estudio fueron 12 (Tabla #9), siguiendo lo establecido en la norma técnica. Para ejecutar el ensayo, se utilizaron 6 probetas para determinar la resistencia a la tracción indirecta en estado seco y 6 para estado húmedo. Con estos resultados, se pueden establecer las resistencias conservadas de las mezclas asfálticas (anexo #11), las cuales se mostrarán y explicarán a continuación.



Figura 101. Fabricación de probetas mediante el compactador giratorio.

La figura 102 se muestran los resultados de resistencia conservada con respecto a las mezclas asfálticas estudiadas (Mezcla asfáltica caliente - Muestra patrón MDC-20, mezclas asfálticas frías con material virgen y diferentes contenidos de RAP al 50, 75 y 100%). De las curvas se puede observar que las mezclas MDF-20 fabricada con material virgen y diferentes contenidos de RAP (50,75 y 100%) no alcanza el límite mínimo de resistencia conservada (75%). Estos resultados ponen de evidencia que la cohesión y adhesión entre el asfalto y agregado es débil, haciendo que las mezclas asfálticas frías sean susceptibles a condiciones de humedad o lluvia, razón por la cual es necesario colocar algún tipo de aditivo cementante. De igual manera, se plantea no continuar con los ensayos de deformación permanente, módulo resiliente y fatiga para este tipo de mezclas con RAP al 50, 75 y 100%.

**RESISTENCIA CONSERVADA MEZCLAS
ASFÁLTICAS FRÍAS CON DIFERENTES
CONTENIDOS DE RAP**

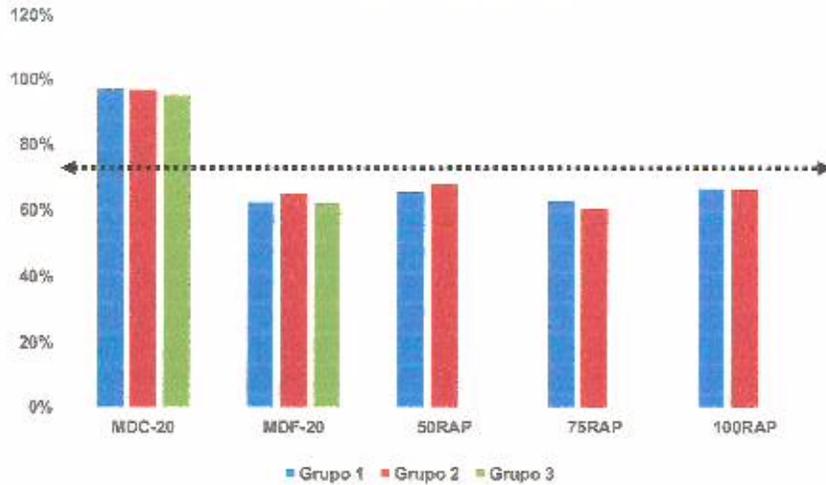


Figura 102. Resistencia conservada mezclas asfálticas con diferentes contenidos de RAP.

La figura 103 muestra los resultados de resistencia conservada de las mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP al 100% y modificadas con cemento a 1,2 y 3%. De las curvas se puede observar que irrelevante el porcentaje de cemento utilizado, se presenta un incremento significativo de la resistencia conservada con respecto a la muestra fabricada solamente con RAP al 100%, permitiendo que se cumpla el valor mínimo establecido en la normatividad (75%). Es importante resaltar que este fenómeno se debe a incrementos de cohesión y adhesión que produce el cemento en la iteración agregado-ligante.

**RESISTENCIA CONSERVADA MEZCLAS
ASFÁLTICAS FRÍAS CON 100% RAP
DIFERENTES % DE CEMENTO**

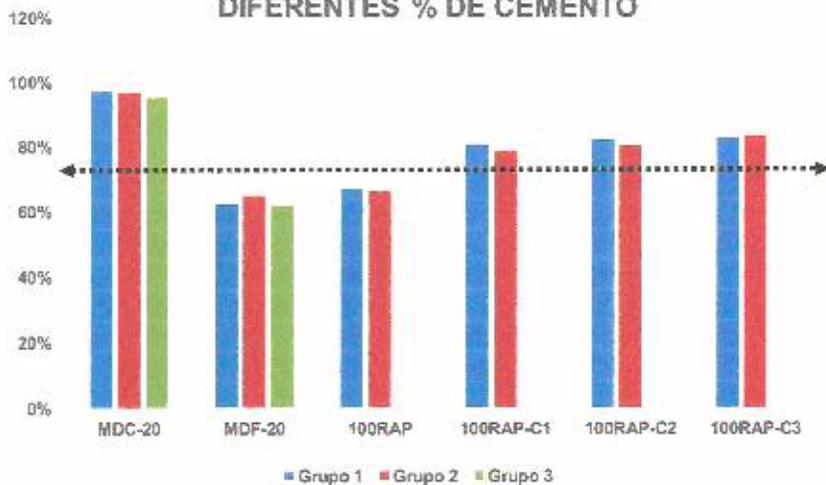


Figura 103. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 100% de RAP y cemento en diferentes porcentajes

La figura 104 muestra los resultados de resistencia conservada de las mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP al 75% y modificadas con cemento a 1,2 y 3%. De las curvas se puede observar que irrelevante el porcentaje de cemento utilizado, se presenta un incremento significativo de la resistencia conservada con respecto a la muestra fabricada

solamente con RAP al 75%, permitiendo que se cumpla el valor mínimo establecido en la normatividad (75%). Se resaltar que los incrementos de la resistencia se deben al aumento de la cohesión y adhesión que produce el cemento en la iteración agregado-ligante y que su máximo valor es para el 2% de cemento.

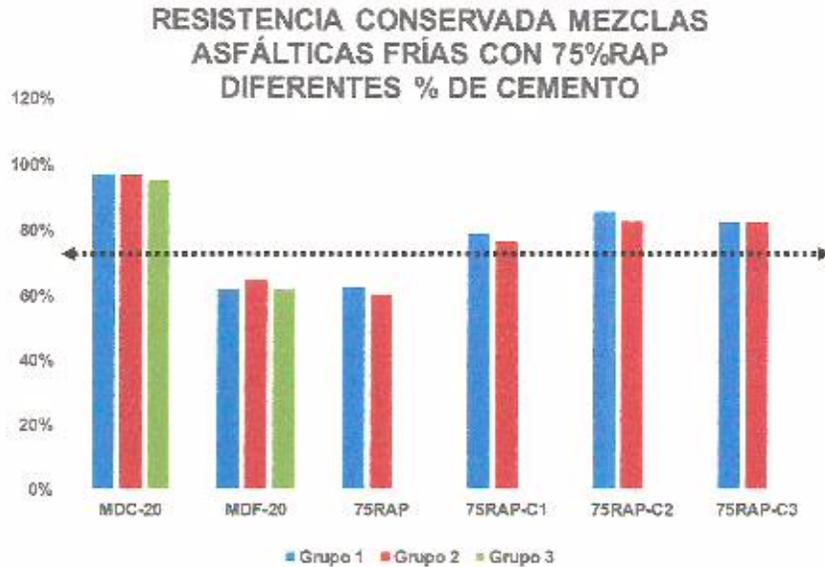


Figura 104. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 750% de RAP y cemento en diferentes porcentajes

La figura 105 muestra los resultados de resistencia conservada de las mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP al 50% y modificadas con cemento a 1,2 y 3%. De las curvas se puede observar que irrelevantemente el porcentaje de cemento utilizado, se presenta un incremento de la resistencia conservada con respecto a la muestra fabricada solamente con RAP al 50%, permitiendo que se cumpla levemente el valor mínimo establecido en la normatividad (75%). Nuevamente se observa un incremento de cohesión y adhesión que produce el cemento en la iteración agregado-ligante.

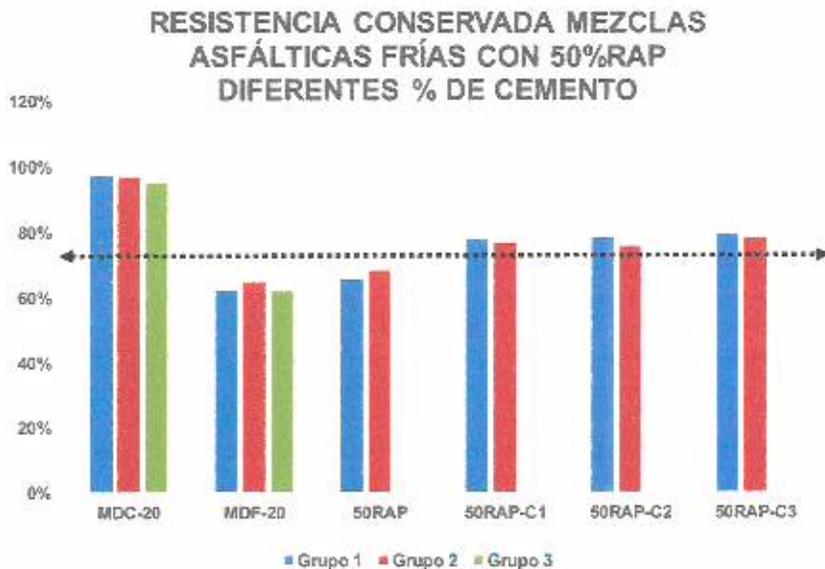


Figura 105. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 50% de RAP y cemento en diferentes porcentajes

La figura 106 muestra los resultados de resistencia conservada de las mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP al 100% y modificadas con rejuvenecedor a 1.0, 1.5 y 3.0%. De las curvas se puede observar que para los porcentajes de 1.0 y 1.5 % se genera un incremento de la resistencia conservada, permitiendo cumplir con la normatividad establecida del 75%. En el caso del 3.0%, dicha resistencia no alcanza a llegar al valor mínimo, mostrando que no es viable utilizar estos niveles de porcentaje debido a las pérdidas de cohesión y adhesión en la mezcla, razón por la cual se descarta continuar con los ensayos de módulo resiliente y fatiga para este contenido de rejuvenecedor. Es importante acotar que un porcentaje elevado de rejuvenecedor pudo generar en el asfalto residual de las mezclas con RAP ablandecimientos grandes y por ende reducción de sus resistencias.

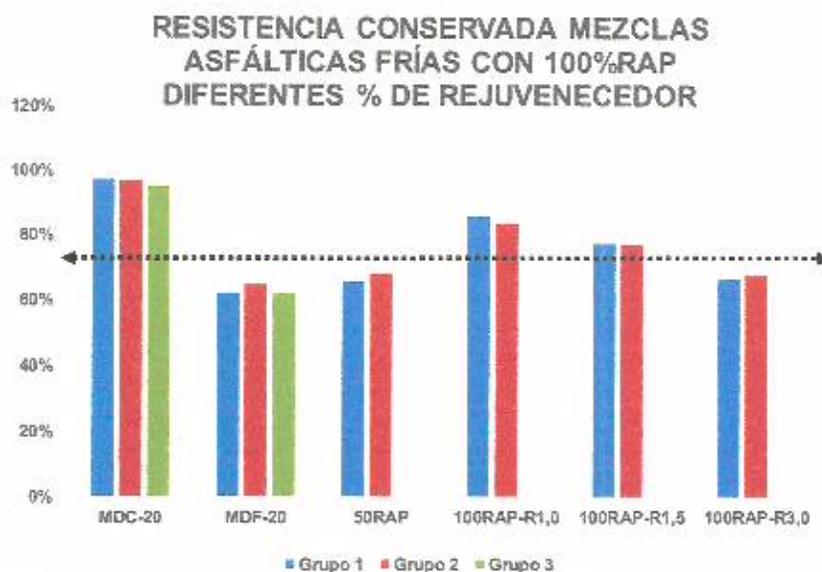


Figura 106. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 100% de RAP y rejuvenecedor en diferentes porcentajes

La figura 107 muestra los resultados de resistencia conservada de las mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP al 75% y modificadas con rejuvenecedor a 1.0, 1.5 y 3.0%. De las curvas se puede observar que para los porcentajes de 1.0 y 1.5 %, levemente se alcanza una resistencia conservada del 75%, permitiendo cumplir con el valor mínimo de la normatividad establecida. En el caso del 3.0%, dicha resistencia no alcanza a llegar al valor mínimo, mostrando que no es viable utilizar estos niveles de porcentaje debido a las pérdidas de cohesión y adhesión en la mezcla, razón por la cual se descarta continuar con los ensayos de módulo resiliente y fatiga para este contenido de rejuvenecedor.

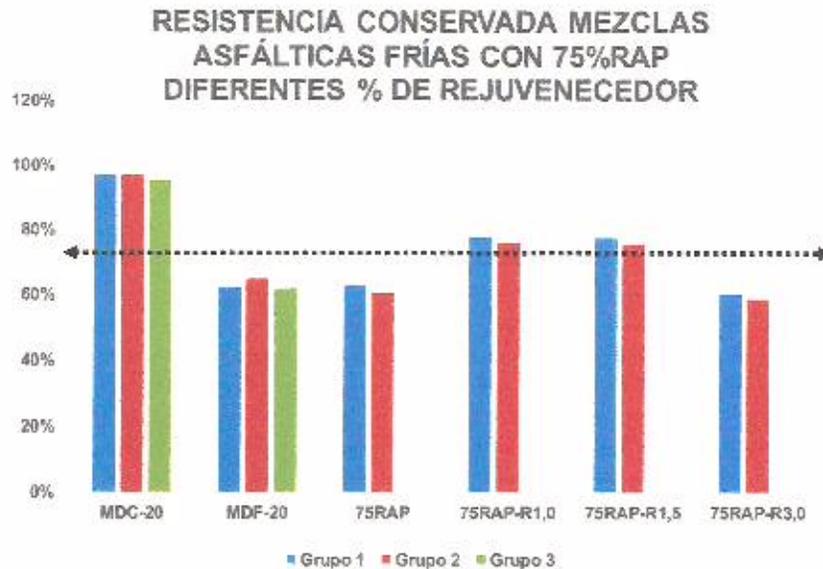


Figura 107. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 75% de RAP y rejuvenecedor en diferentes porcentajes

La figura 108 muestra los resultados de resistencia conservada de las mezclas asfálticas frías fabricadas con RAP al 50% y modificadas con rejuvenecedor a 1.0, 1.5 y 3.0%. De las curvas se puede observar que los porcentajes de 1.0 y 1.5 %, cumple levemente con la norma establecida del 75%. En el caso del 3.0%, dicha resistencia es muy baja, mostrando que no es viable utilizar estos niveles de porcentaje debido a las pérdidas de cohesión y adhesión en la mezcla, razón por la cual se descarta continuar con los ensayos de módulo resiliente y fatiga para este contenido de rejuvenecedor.

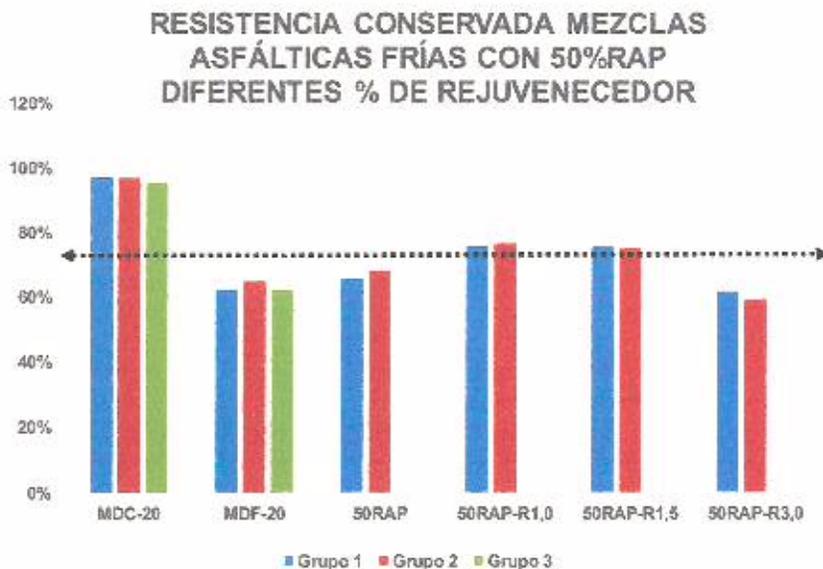


Figura 108. Resistencia conservada mezclas asfálticas con 50% de RAP y rejuvenecedor en diferentes porcentajes

Finalmente, los resultados de resistencia conservada evidencian que las mezclas asfálticas frías fabricadas con material virgen, RAP en diferentes porcentajes y empleo de

rejuvenecedor al 3.0%, no generan una cohesión y adhesión necesaria en la interfase de agregado-asfalto, haciéndolas susceptibles al daño por la humedad, razón que fundamenta que no sean más estudiadas estas mezclas en el proyecto y se descarte ejecutar los ensayos de deformación plástica, módulo resiliente y fatiga. Así mismo, concluye que no es viable rehabilitar, mantener o construir vías con dichos porcentajes de RAP y rejuvenecedor. En el caso de las mezclas frías modificadas con RAP y cemento a diferentes porcentajes, se puede concluir que no existe susceptibilidad al daño por humedad medida mediante la resistencia conservada.

8. Ensayos de deformación plástica en pista

Ejecutados y analizados los diseños de las mezclas asfálticas frías para los diferentes contenidos de RAP y aditivos, así como los ensayos de resistencia conservada, se procedió a fabricar las probetas para realizar los ensayos de deformación plástica en pista (Figura 109). Es importante resaltar que probetas fueron fabricadas a una densidad volumétrica de 2.1 g/cm^3 , una relación de vacíos 4% y que, con base en los resultados de resistencia conservada, no se ejecutarán los ensayos para las mezclas asfálticas frías con rejuvenecedor al 3.0% y con RAP en diferentes porcentajes.

El ensayo de deformación plástica establece medir la velocidad de deformación a los ciclos entre 30 y 45 minutos (v30/45), entre 75 y 90 minutos (V75/90), entre 105 y 120 minutos (pendiente final del ensayo) y la deformación total del ensayo. Debido a la gran cantidad de ensayos y parámetros, se estableció analizar solamente la velocidad al final del ensayo como lo estipula la norma (V105/120) y la deformación total alcanzada de cada mezcla. Sin embargo, todos los resultados de las muestras ensayadas están consignados en el anexo #12.



Figura 109. Proceso de fabricación de las probetas para los ensayos de deformación plástica en pista.

En la figura 110, se observa la deformación plástica en el ciclo v105/120 min de las mezclas asfálticas en frío fabricadas con RAP al 100% y con los tres contenidos de cemento. Los resultados que corresponden en cada caso a seis probetas, evidencian que sin importar el contenido de cemento que se le agregue a la mezcla asfáltica, su deformación es inferior a $20 \mu\text{m}$, valor límite establecido en las especificaciones técnicas del Instituto de Desarrollo Urbano para mezclas asfálticas cuyas temperaturas medias son inferiores a 24°C . Así mismo, en la figura 111 (deformación total), se observa que los valores máximos son aproximadamente $13.000 \mu\text{m}$ y corresponden a la mezcla con cemento al 1%, mientras que para la mezcla con cemento al 3%, dicho valor es menor y aproximadamente de 10.000

μm . La tendencia observada es que a medida que aumenta el contenido de cemento, la deformación total decrece proporcionalmente.

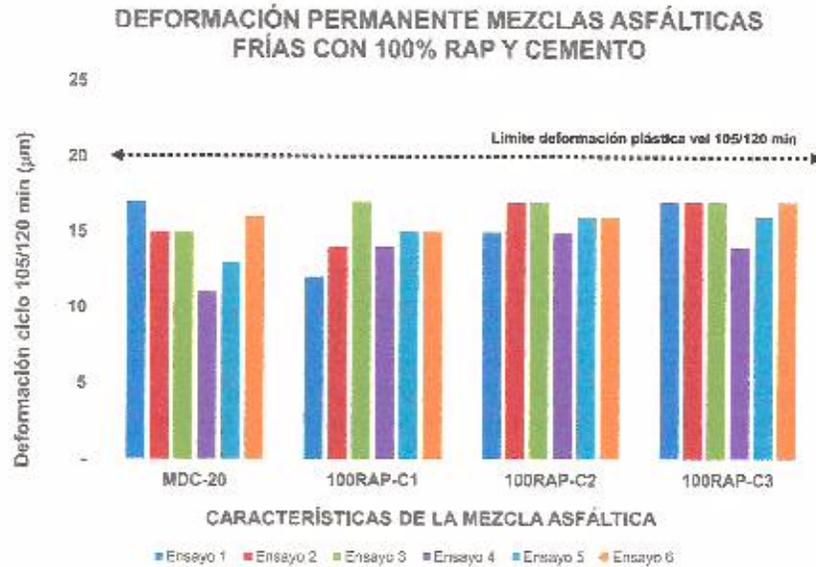


Figura 110. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 100%RAP y cemento.

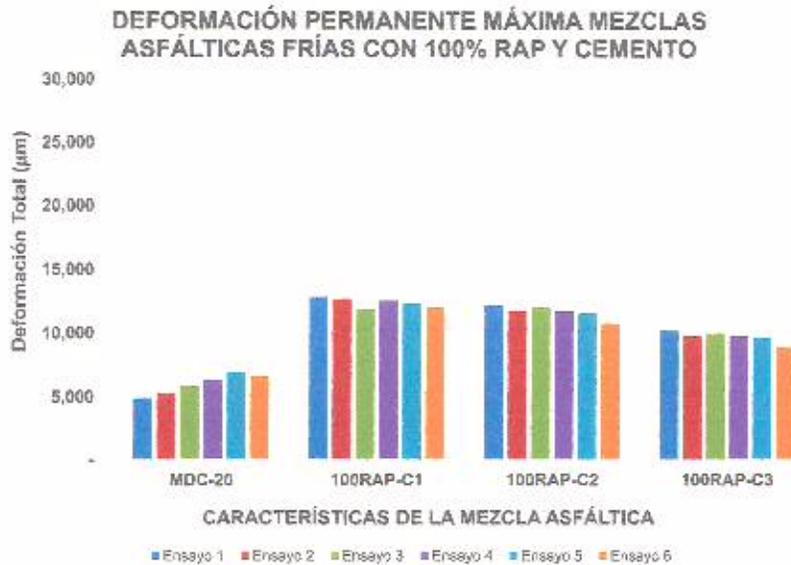


Figura 111. Deformación plástica total probetas fabricadas 100%RAP y cemento.

En la figura 112, se observa la deformación plástica en el ciclo v105/120 min de las mezclas asfálticas en frío fabricadas con RAP al 75% y con los tres contenidos de cemento. Los resultados que corresponden en cada caso a seis probetas, evidencian que sin importar el contenido de cemento que se le agregue a la mezcla asfáltica, su deformación es inferior a 20 μm , valor límite. Así mismo, se observa en la figura 113 que la deformación total oscila entre 15.000 y 11.000 μm , siendo superior para las mezclas con contenido de cemento al 1% y menores para cemento al 3%.

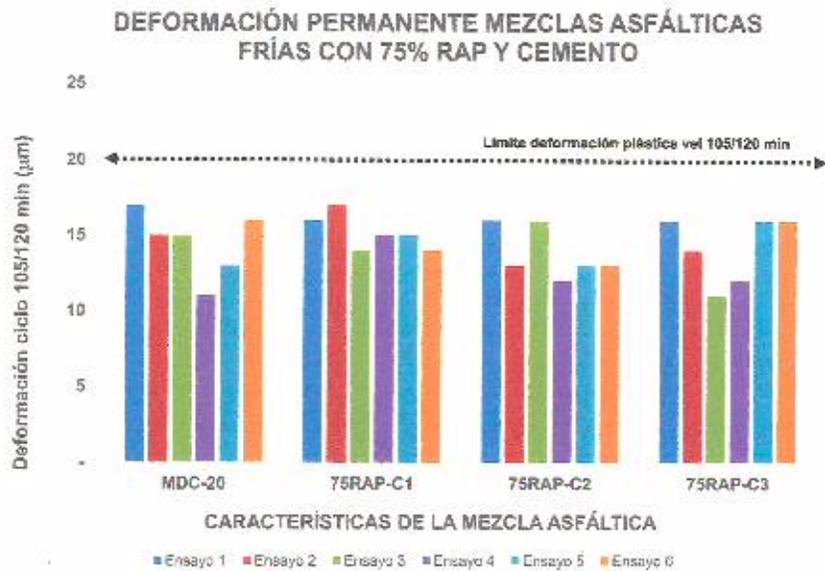


Figura 112. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 75%RAP y cemento.

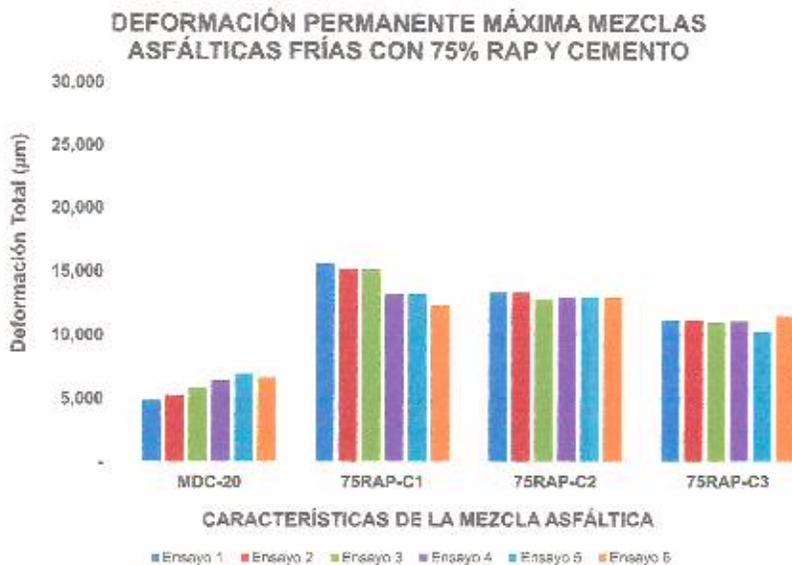


Figura 113. Deformación plástica total probetas fabricadas 75%RAP y cemento.

En la figura 114, se observa la deformación plástica en el ciclo v105/120 min de las mezclas asfálticas en frío fabricadas con RAP al 50% y con los tres contenidos de cemento. Los resultados que corresponden en cada caso a seis probetas, evidencian que sin importar el contenido de cemento que se le agregue a la mezcla asfáltica, su deformación es inferior a 20 μm , valor límite establecido en las especificaciones técnicas del instituto de desarrollo urbano. Así mismo, se observa que el contenido de cemento en la mezcla afecta la deformación plástica, siendo más favorable para el contenido alto de cemento (3%). De otra parte, la deformación total (Figura 115), evidencia nuevamente que los contenidos altos de cemento (3%), reducen la deformación total en la mezcla en comparación con la mezcla fabricada al 1% de cemento, siendo esta última un 40% aproximadamente mayor.

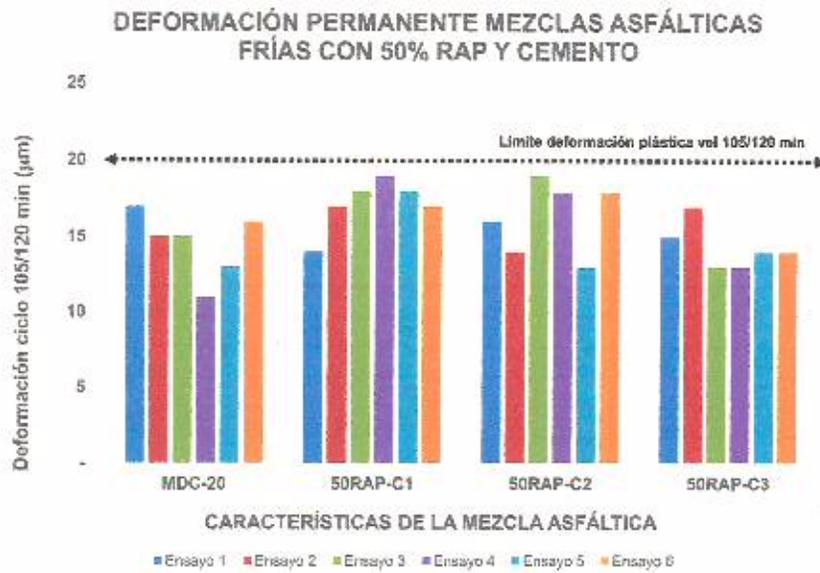


Figura 114. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 50%RAP y cemento.

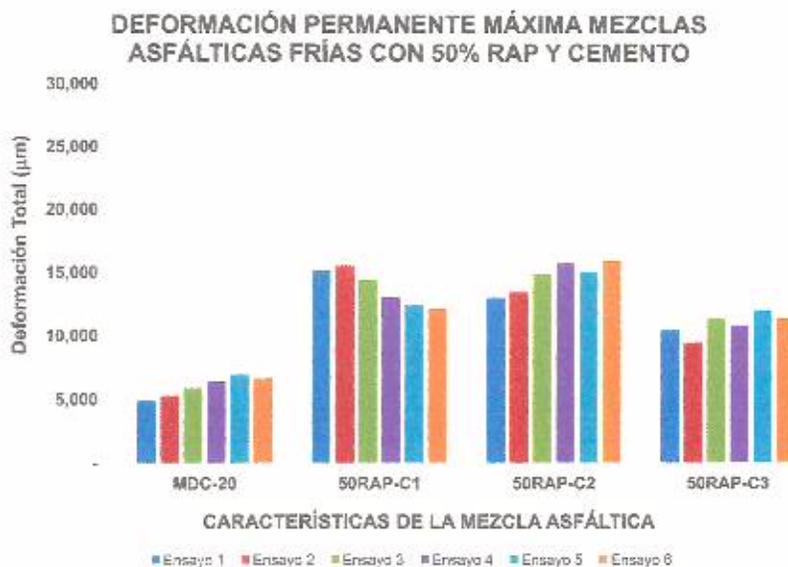


Figura 115. Deformación plástica total probetas fabricadas 50%RAP y cemento.

En resumen, se puede evidenciar que para la velocidad de deformación entre 105/120 minutos de las mezclas fabricadas con diferentes contenidos de RAP (50,75 y 100%) y cemento al 1,2 y 3%, el aumento del contenido de cemento reduce la velocidad de deformación para las mezclas fabricadas con 75 y 50% de RAP. En el caso de la mezcla fabricada con RAP al 100%, su deformación aumenta levemente, tal como se observa en la figura 116. Así mismo, en la figura 117, deformación total vs contenidos de cemento, se observa que a mayor contenido de cemento, la deformación total es menor irrelevantemente el porcentaje de RAP utilizado. Finalmente, se puede concluir que sin importar el contenido de RAP (50, 75 y 100%) y cemento (1,2 y 3%), todas las mezclas presentan una velocidad de deformación inferior a 20 µm, valor máximo establecido en la especificación técnica del

IDU. Por esta razón, a estas mezclas se les ejecutó los ensayos de módulo resiliente mediante tracción directa y leyes de fatiga en probetas trapezoidales.

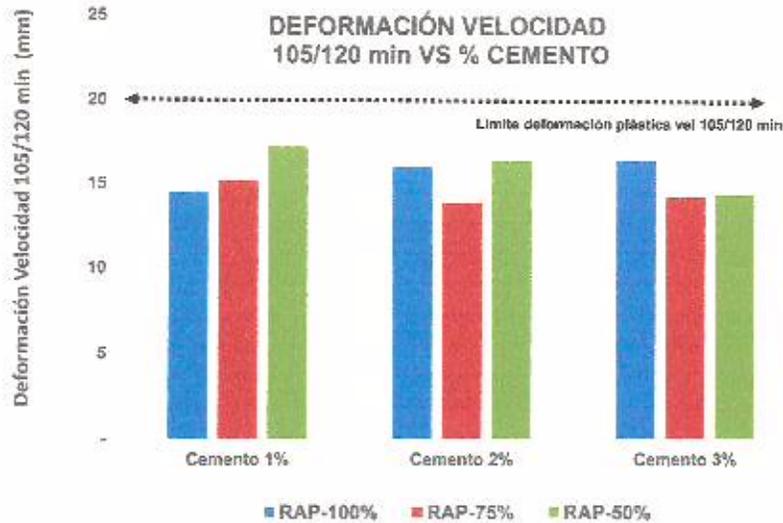


Figura 116. Deformación plástica entre 105/120 minutos probetas fabricadas con RAP y cemento a diferentes porcentajes.

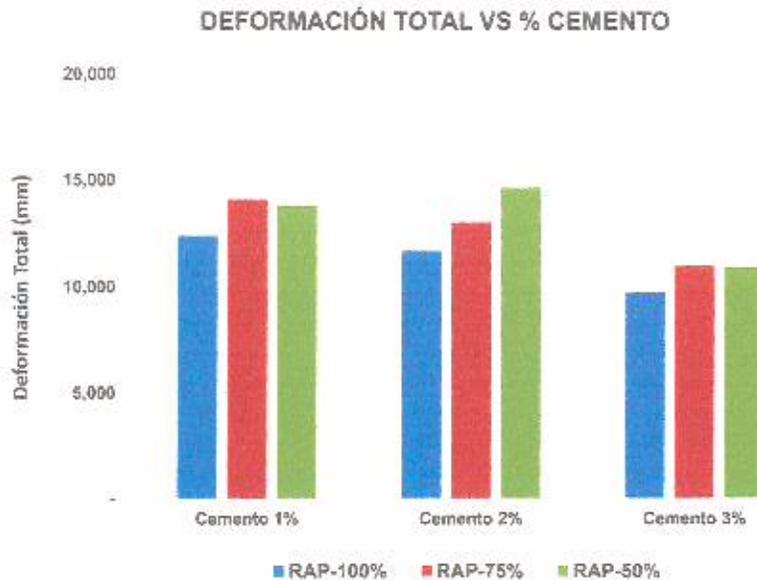


Figura 117. Deformación plástica total probetas fabricadas con RAP y cemento a diferentes porcentajes.

En la figura 118, se observa la deformación plástica en el ciclo v105/120 min de las mezclas asfálticas en frío fabricadas con RAP al 100% y con los tres contenidos de rejuvenecedor. Los resultados evidencian que las deformaciones para el contenido de 3.0% de rejuvenecedor son elevados y muy superiores al límite establecido en la norma (20 μ m). Así mismo, se evidencia que para los porcentajes de 1.0 y 1.5%, aunque no sobrepasan el límite, son muy cercanos a él, mostrando un potencial de la mezcla a la deformación plástica. De otra parte, las deformaciones totales obtenidas para las muestras se aprecian

en la figura 119, donde se resalta que en la medida que se aumenta el contenido de rejuvenecedor, la deformación aumenta y sus valores con respecto a la muestra patrón pueden ser aproximadamente 3 o 4 veces superiores.

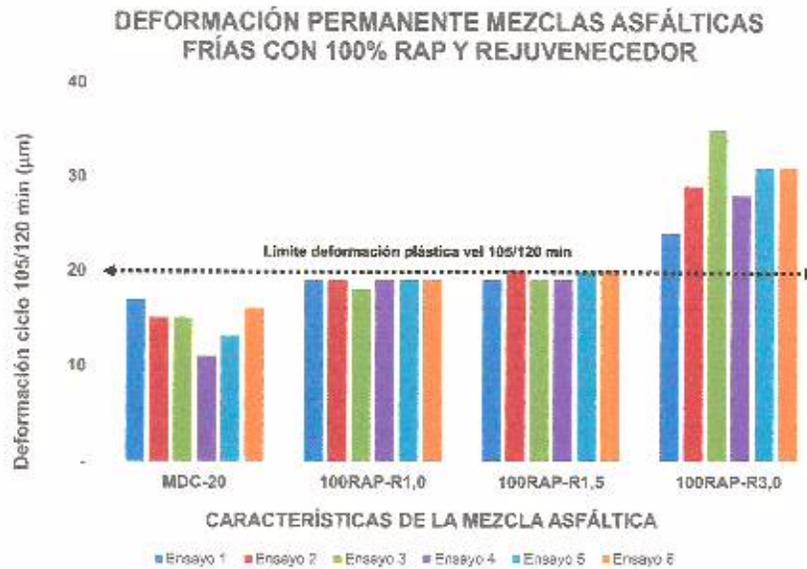


Figura 118. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 100%RAP y rejuvenecedor.

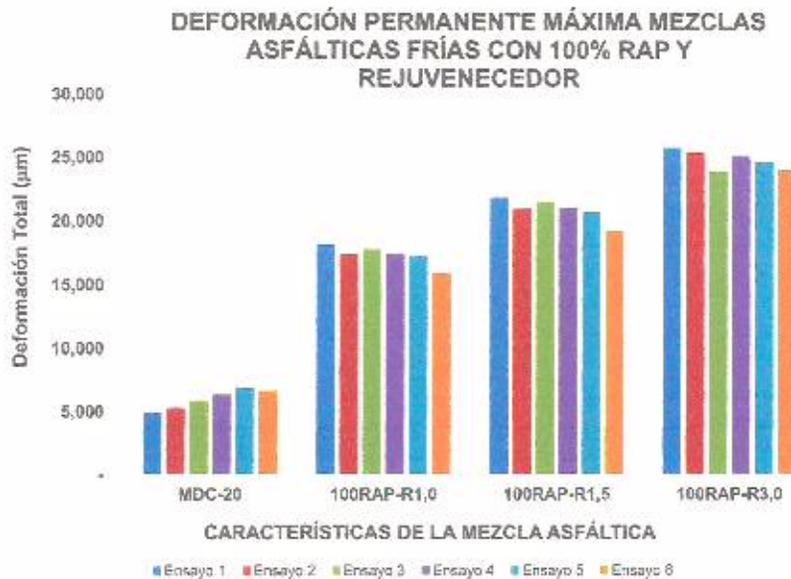


Figura 119. Deformación plástica total probetas fabricadas 100%RAP y rejuvenecedor.

En la figura 120, se observa la deformación plástica en el ciclo v105/120 min de las mezclas asfálticas en frío fabricadas con RAP al 75% y con los tres contenidos de rejuvenecedor. Los resultados evidencian nuevamente que las deformaciones para el contenido de 3.0% de rejuvenecedor son elevados y muy superiores al límite establecido en la norma (20 µm). Así mismo, se evidencia que para los porcentajes de 1.0 y 1.5%, son cercanos o iguales al límite, mostrando un potencial de la mezcla a la deformación plástica. De otra parte, las deformaciones totales obtenidas para las muestras se aprecian en la figura 121, donde se

resalta que en la medida que se aumenta el contenido de rejuvenecedor, la deformación aumenta y los mayores valores se presentan para el 3.0%. De igual manera, los valores con respecto a la muestra patrón pueden ser aproximadamente 4 o 5 veces superiores.

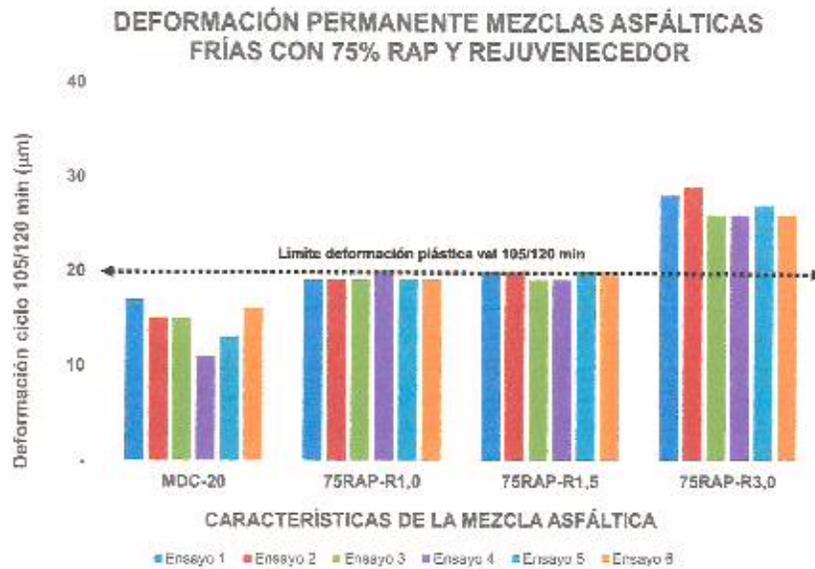


Figura 120. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 75%RAP y rejuvenecedor.

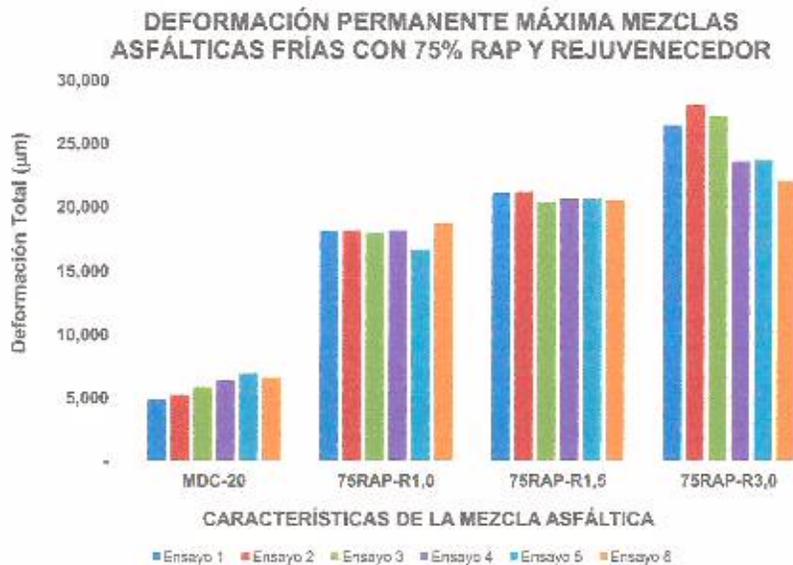


Figura 121. Deformación plástica total probetas fabricadas 75%RAP y rejuvenecedor.

En la figura 122, se observa la deformación plástica en el ciclo v105/120 min de las mezclas asfálticas en frío fabricadas con RAP al 50% y con los tres contenidos de rejuvenecedor. Los resultados evidencian claramente que las deformaciones para el contenido de 3.0% de rejuvenecedor sobrepasan exageradamente la norma y generarían deformaciones plásticas de inmediato en la mezcla. Así mismo, para el contenido de 1.0% de rejuvenecedor la deformación plástica supera levemente el límite y en el caso del 1.5% sus valores son muy

cercanos al límite. Estos resultados ponen de manifiesto que el rejuvenecedor para este tipo de mezclas no es aconsejable dado el potencial de deformación. En el caso de las deformaciones totales de las mezclas estudiadas con rejuvenecedor y 50% de RAP (Figura 123), se evidencia que son elevadas, irrelevantemente el porcentaje de rejuvenecedor y cuyas magnitudes son 4 o 5 veces la muestra patrón.

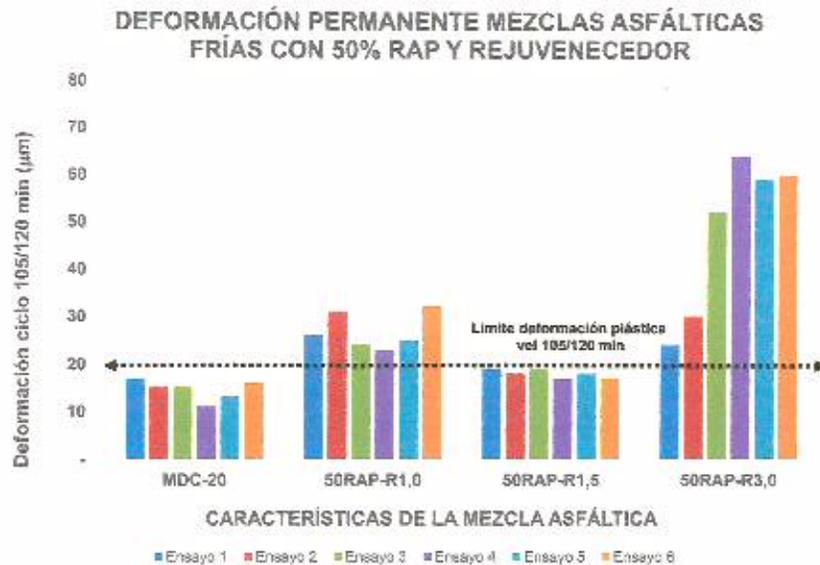


Figura 122. Deformación plástica ciclo 105/120 min probetas fabricadas 50%RAP y rejuvenecedor.

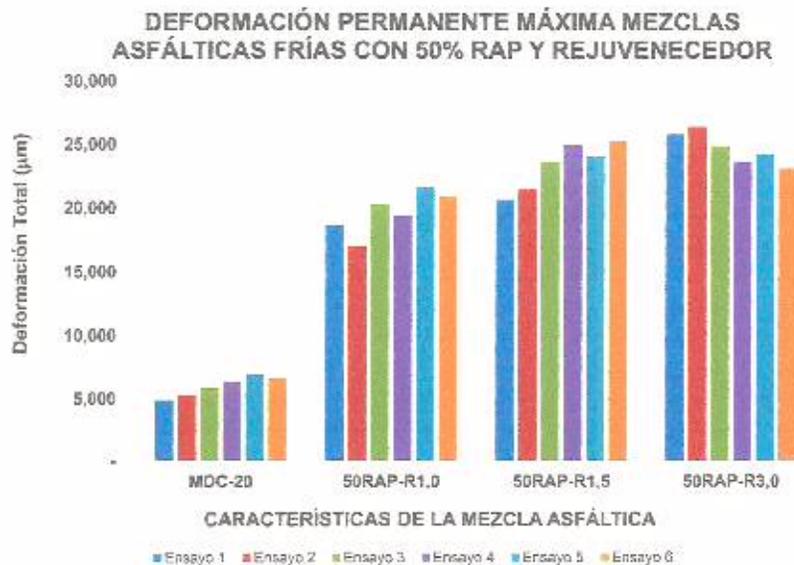


Figura 123. Deformación plástica total probetas fabricadas 50%RAP y rejuvenecedor.

En resumen, se puede evidenciar que para la velocidad de deformación entre 105/120 minutos de las mezclas fabricadas con diferentes contenidos de RAP (50,75 y 100%) y rejuvenecedor al 1.0, 1.5 y 3%, el aumento del contenido de rejuvenecedor aumenta la velocidad de deformación para las mezclas, siendo crítico para el 3.0, irrelevantemente el

contenido de RAP. Se resalta que para los contenidos de RAP al 50%, las velocidades de deformación son mayores y muy superiores al límite establecido en las especificaciones (Figura 124). De otra parte, en la figura 125, deformación total de las mezclas vs % de rejuvenecedor, se observa que a mayor % de rejuvenecedor, mayor es la deformación total y que dicha deformación, es más crítica para los contenidos de 50% de RAP. Finalmente, se puede concluir que sin importar el contenido de RAP (50, 75 y 100%) y rejuvenecedor al 3%, las velocidades de deformaciones entre 105/120 minutos son muy superiores al límite establecido en la especificación técnica del IDU, razón por la cual no se continuara con los ensayos de módulo resiliente a tracción indirecta y leyes de fatiga. En el caso de 1.0 y 1.5%, se continuará con la experimentación de los ensayos de módulo resiliente mediante tracción directa y leyes de fatiga en probetas trapezoidales.

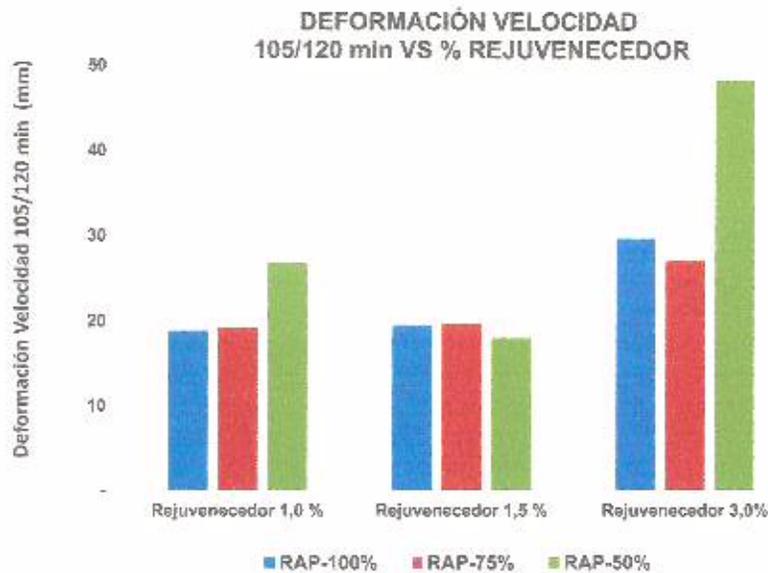


Figura 124. Deformación plástica velocidad 105-120 minutos probetas fabricadas con diferentes %RAP y rejuvenecedor.

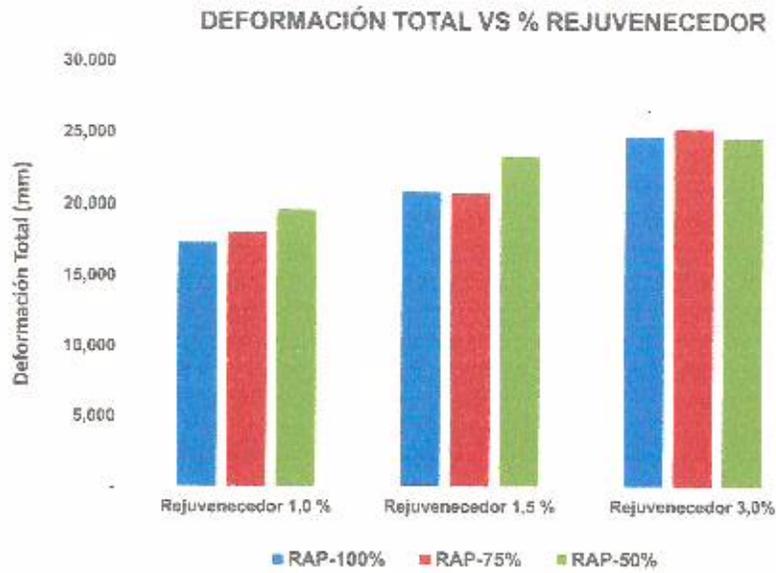


Figura 125. Deformación plástica total probetas fabricadas con diferentes %RAP y rejuvenecedor.

9. Ensayos de módulo resiliente

A continuación se describirán los resultados de módulo resiliente a tracción indirecta de las mezclas asfálticas frías que cumplieron satisfactorias con las especificaciones técnicas del IDU a los ensayos de resistencia conservada y deformación plástica. Se resalta que los módulos resilientes se ejecutaron a 10, 15 y 20°C y frecuencias de 0.33, 1.0, 2.5, 5.0 y 10 Hz. La fabricación de las probetas se realizó mediante el compactador giratorio, fijando una densidad volumétrica de 2100 gr./cm³, una presión de 600kPA, ángulo 1.25° y 4% de vacíos, de tal manera que estas fueran idénticas a las fabricadas para resistencia conservada y deformación plástica, de tal manera que no se introduzcan nuevas variables en la investigación.

En la figura 126, se muestran las mezclas asfálticas frías ensayadas a 10°C, fabricadas con RAP (50,75 y 100%) y aditivos a diferentes porcentajes. De las curvas se puede establecer que irrelevantemente la frecuencia, contenido de RAP (50,75 y 100%) y aditivo (cemento y rejuvenecedor) utilizado, las mezclas con cemento presentan módulos mayores y su magnitud es aproximadamente 3 veces superior a las mezclas con rejuvenecedor. Así mismo, se observa que entre mayor sea el contenido de RAP (100%) y cemento (3%), su módulo es mayor. De otra parte, los módulos de las mezclas frías con respecto a la muestra patrón (MD-20) son muy inferiores, teniendo para las mezclas con cemento un valor aproximadamente del 43% y 13% para las fabricadas con rejuvenecedor. Finalmente, se resalta que en la medida que se aumenta el RAP (100%) en la mezcla, los módulos tienden a ser más similares. En el anexo 13 se adjuntan todos los ensayos ejecutados.

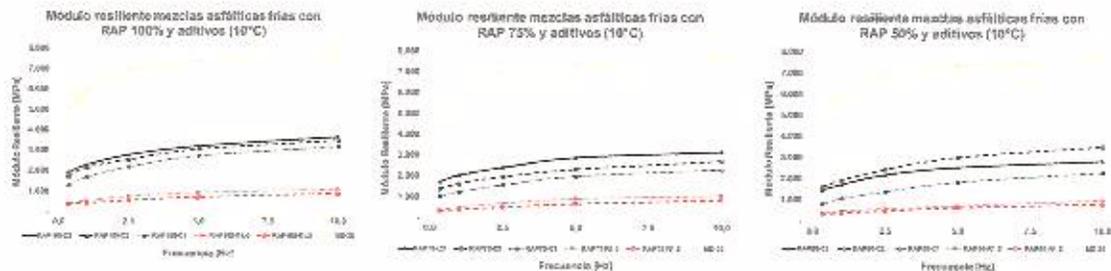


Figura 126. Módulo resiliente a 10°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos (cemento y rejuvenecedor).

En las figuras 127 y 128, se muestran las mezclas asfálticas frías ensayadas a 15°C y 20°C respectivamente, fabricadas con RAP (50,75 y 100%) y aditivos a diferentes porcentajes. De las curvas se puede establecer nuevamente que irrelevantemente la frecuencia, contenido de RAP (50,75 y 100%) y aditivo (cemento y rejuvenecedor) utilizado, las mezclas con cemento presentan módulos mayores. Así mismo, se observa que entre mayor sea el contenido de RAP (100%) y cemento (3%), su módulo es mayor. De otra parte, los módulos de las mezclas frías con respecto a la muestra patrón (MD-20) son muy inferiores, teniendo para las mezclas con cemento un valor aproximadamente del 50% y 15% para las fabricadas con rejuvenecedor. Finalmente, se resalta que los módulos de las mezclas con rejuvenecedor son muy bajo y similares a una subbase granular. En el anexo 13 se adjuntan todos los ensayos ejecutados.

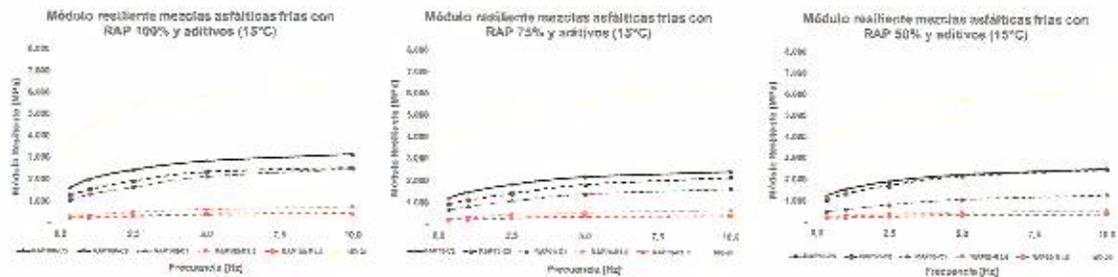


Figura 127. Módulo resiliente a 15°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos (cemento y rejuvenecedor).



Figura 128. Módulo resiliente a 20°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes contenidos de RAP y aditivos (cemento y rejuvenecedor).

En la figura 129, módulo resiliente a 10°C, se puede observar claramente la respuesta de las mezclas modificadas con cemento y rejuvenecedor, donde se evidencia que la resistencia es mayor para todas las mezclas que tienen cemento, irrelevadamente su contenido y frecuencia. Así mismo, se observa que, a mayor contenido de RAP y cemento, los módulos son mayores. En el caso de las mezclas con rejuvenecedor, las resistencias son bajas y en oportunidades no existe una variación significativa al variar el contenido de RAP (frecuencias bajas). De otra parte, la variación del módulo con la frecuencia es significativa en las mezclas con cemento, caso contrario con las mezclas con rejuvenecedor. Si se observan las figuras 130 y 131, el comportamiento de las mezclas es muy similar al descrito en la figura 129, solamente cambia la magnitud del módulo. En el anexo 13 se adjuntan todos los ensayos ejecutados a diferentes frecuencias y temperaturas.

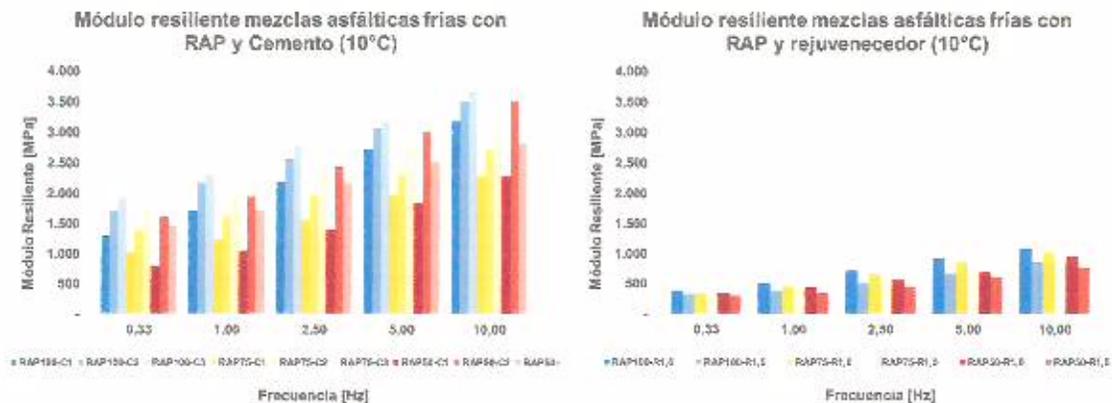


Figura 129. Módulo resiliente a 10°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes tasas de RAP y Aditivos a diferentes porcentajes.

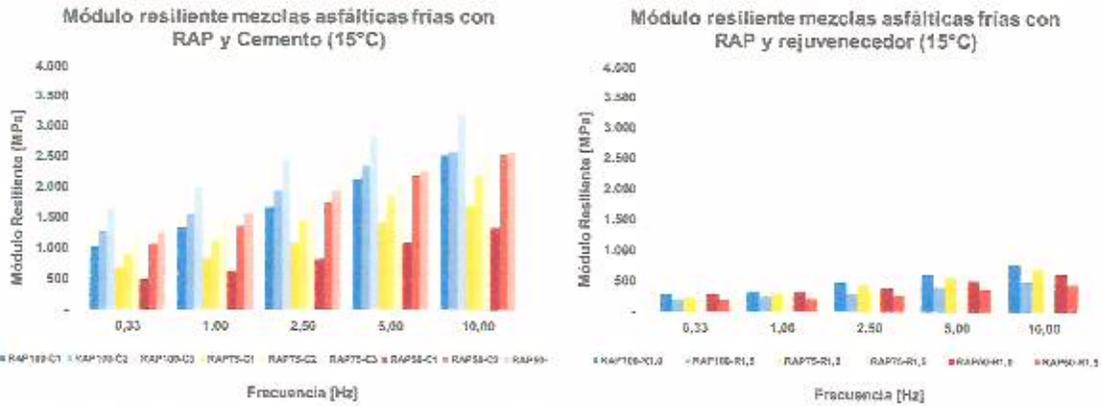


Figura 130. Módulo resiliente a 15°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes tasas de RAP y Aditivos a diferentes porcentajes.

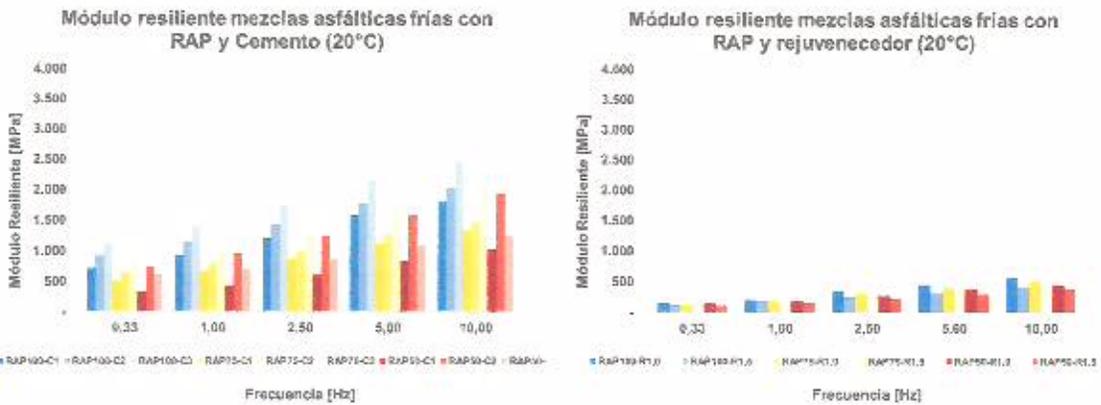


Figura 131. Módulo resiliente a 20°C de mezclas asfálticas fabricadas con diferentes tasas de RAP y Aditivos a diferentes porcentajes.

Finalmente, de los ensayos de módulo resiliente se puede inferir que irrelevadamente la temperatura y frecuencia del ensayo, introducir rejuvenecedor a la mezcla hace que esta pierda rigidez y la respuesta ante los ensayos de módulo resiliente sean muy bajos. En el caso de las mezclas con cemento, su comportamiento es favorable, es decir, introducir cemento aumenta la rigidez de la mezcla, irrelevadamente la temperatura y frecuencia de ensayo. Por último, los porcentajes mayores de cemento introducidos a la mezcla, generaron mayores módulos resilientes, indiferentes de la temperatura y frecuencia del ensayo.

10. Ensayos de fatiga en flexotracción y probetas trapezoidales

En este capítulo se describirán los resultados de las leyes de fatiga de las mezclas asfálticas frías que cumplieron satisfactorias con las especificaciones técnicas del IDU a los ensayos de resistencia conservada, deformación plástica y módulo resiliente. Se resalta que las leyes de fatiga fueron hechas a flexotracción y con geometría trapezoidal (figura 132). Es importante resaltar que las probetas fueron fabricadas a una densidad volumétrica de 2.1 g/cm³, una relación de vacíos 4% y que con base en los resultados de resistencia conservada, deformación plástica y módulo resiliente, no se ejecutaron ensayos de fatiga para las mezclas asfálticas frías con RAP 50% y rejuvenecedor al 1.0% y mezclas con rejuvenecedor al 3.0% y RAP en diferentes porcentajes (50,75 y 100). Por último, todos los resultados de las muestras ensayadas están consignados en el anexo #14.



Figura 132. Ensayo de fatiga a flexotracción y probetas trapezoidales

En las figuras 133 al 135 se observan los promedios de las leyes de fatiga que se ejecutaron para las mezclas asfálticas fabricadas con RAP al 100% y cemento al 1,2 y 3%. De las curvas se puede evidenciar que irrelevantemente el contenido de RAP y cemento, las leyes de fatiga determinan que resisten menos que la mezcla patrón, debido a la rigidización de las mismas. Este comportamiento muestra que resistirán menos ciclos de carga las mezclas en la medida que se aumente el contenido de cemento y el porcentaje de RAP, es decir, es más susceptible a la fatiga la mezcla con 100% de RAP y 3% de cemento.

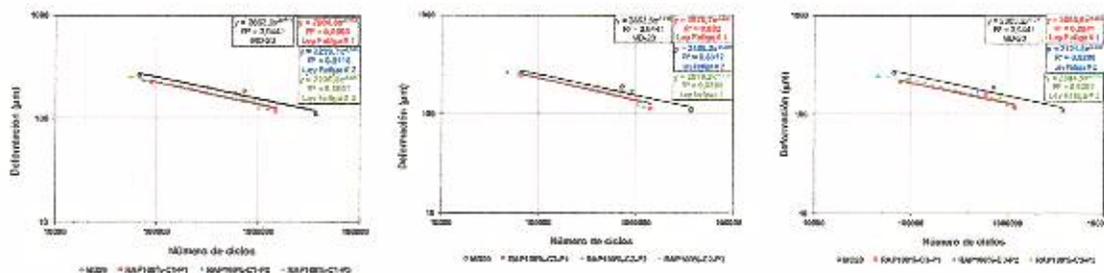


Figura 133. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 100% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).

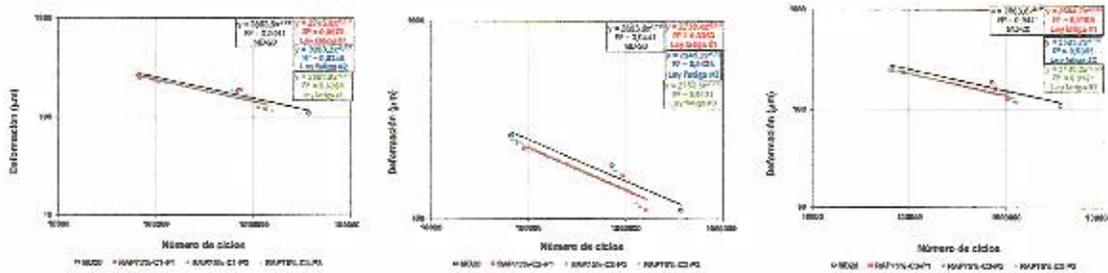


Figura 134. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 75% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).

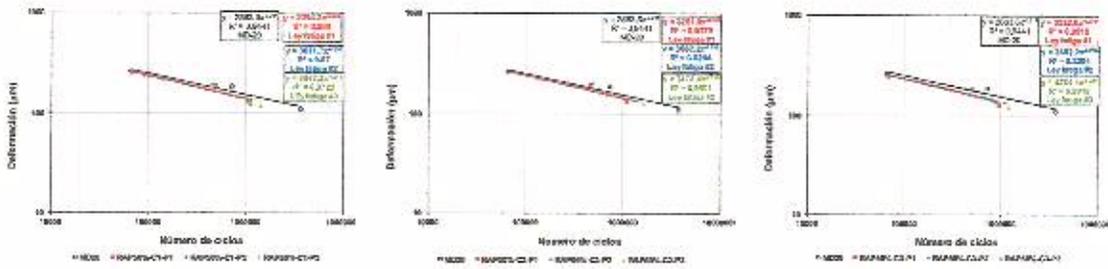


Figura 135. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 50% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).

El comportamiento a fatiga de las mezclas asfálticas frías con rejuvenecedor (1 y 1.5%) y RAP al 50,75 y 100% se puede observar en las figuras 136 a 138, donde se evidencia que a mayor contenido de rejuvenecedor (1.5%) y menor porcentaje de RAP (50%), la pendiente es mayor, generando mayor flexibilidad en la mezcla y por ende una resistencia mayor a los ciclos de carga.

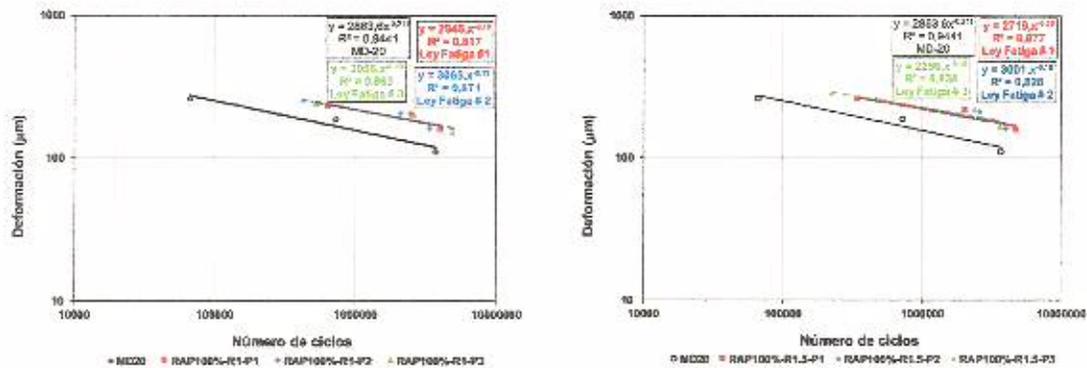


Figura 136. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 100% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).

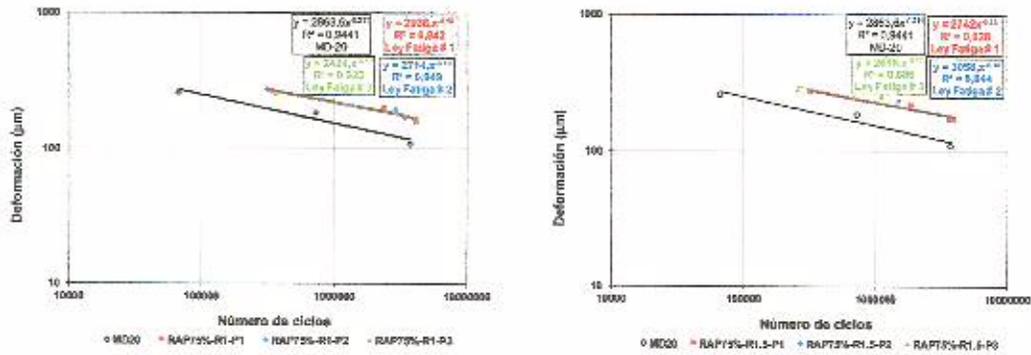


Figura 137. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 75% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).

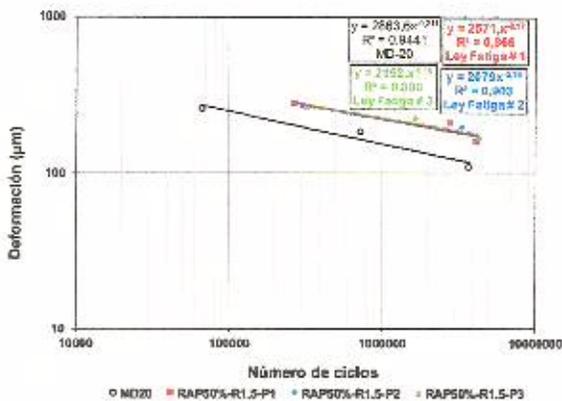


Figura 138. Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con RAP 50% y cemento a diferentes porcentajes (1,2 y 3%).

Por último, en la figura 139 se observan las pendientes de las leyes de fatiga de las diferentes mezclas estudiadas, donde se puede concluir que irrelevantemente el contenido de RAP, adicionar cemento en diferentes porcentajes rigidizan la mezcla. Sin embargo, se observa que el incremento de las pendientes no es superior al 15%. Así mismo, se observa que en la medida que se aumenta el contenido de cemento la pendiente aumenta, siendo crítico para el 3%. Para el caso de las mezclas con rejuvenecedor, se evidencia un comportamiento inverso, a mayor contenido de rejuvenecedor, la pendiente disminuye hasta un 13% y es menor en la medida que se aumenta el contenido de rejuvenecedor y se disminuye el porcentaje de RAP (50%). La alteración de la respuesta a fatiga de las mezclas con cemento o rejuvenecedor no es importante, debido a que la cantidad de ciclos de carga que van a soportar las vías es reducida por ser locales, pero se debe tener especial cuidado en las condiciones propias de uso, sea cargas puntuales de vehículos pesados o cambios drásticos de temperatura.

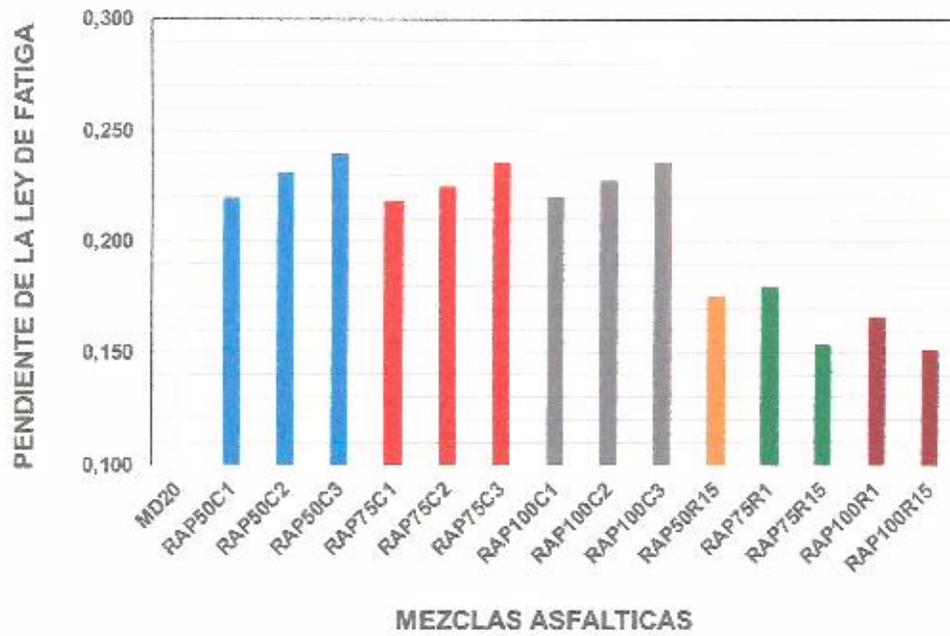


Figura 139. Pendientes Leyes de fatiga de mezclas asfálticas frías con diferente RAP y aditivos

11. Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos de los ensayos de granulometría del RAP, contenido de asfalto del RAP y granulometría de agregados del RAP sin asfalto, se puede observar y establecer que las curvas granulométricas del RAP son muy similares y se podría estandarizar procesos en el triturado, selección y procesos de mezclado al interior de la planta. Es importante resaltar que todas las muestras estudiadas tienen porcentajes parecidos de agregados en el tamaño máximo y mínimo. Sin embargo, las diferencias en las curvas se evidencia en los tamaños medios (0.5 mm a 10 mm) para el RAP y en los finos, para el estudio del RAP sin el asfalto residual. Estos comportamientos del material indican que, en los procesos de diseño de mezcla, se deben corregir los tamaños de las curvas granulométricas en función de la verdadera distribución de los agregados del RAP (sin asfalto residual). De otra parte, los contenidos de asfalto determinados en las cuatro grandes muestras oscilan entre 5.8 y 6.5%. Estos porcentajes son relativamente similares, más aun partiendo que los contenidos usados en las mezclas originales son muy heterogéneos, de diferentes características, tiempos de vida útil distintos, nivel de absorción de asfalto del agregado varía significativamente de su origen, período de servicio y tiempo de acopio. Así mismo, se observó que los agregados obtenidos posterior a la extracción del asfalto del RAP presentan una curva granulométrica diferente a la original, existiendo un mayor porcentaje de finos, esto debido a que en el centrifugado, muchas partículas que están unidas por el asfalto residual se separan y muestran los verdaderos tamaños del agregado que conforma el RAP. Estos resultados son importantes en la dosificación y construcción de la curva granulométrica de las mezclas asfálticas a diseñar y construir.

De otra parte, en los ensayos ejecutados al asfalto residual obtenido de la emulsión asfáltica, muestran que es un asfalto de penetración 130/150, favoreciendo el diseño de la mezcla asfáltica fría, toda vez que es un asfalto muy blando que al unirse con el asfalto presente en el RAP (asfalto muy duro), genera mayor trabajabilidad en la mezcla y reduce la rigidez de la misma, favoreciendo su comportamiento a la fatiga. Sin embargo, la emulsión al ser de curado lento genera tiempos de espera en su rompimiento, que afectan especialmente las mezclas frías en su consistencia y más aun con la adición de cemento portland o rejuvenecedor.

Es importante resaltar en la caracterización del RAP que se evidencio en los procesos de cuarteo y tamizado la presencia de escombros, vidrio, arcilla, materia orgánica entre otros materiales. Estos desechos o materiales diferentes al RAP, generan problemas en el diseño de mezcla y producen deficiencias en la resistencia y comportamiento del producto final, razón por la cual se debe tener cuidado en las etapas de fresado, transporte y almacenamiento del RAP, para que no exista contaminación y por ende, su aplicación en gran escala no se vea afectado. Finalmente, con las visitas realizadas a la planta se recomienda tener cubierto el material de RAP y material virgen, toda vez que se evidencio humedad en el mismo, la cual crea cambios en la dosificación de emulsión y sobrecostos en la evaporación de agua al momento de crear las mezclas asfálticas, sin contar los cambios en el desempeño de las mezclas asfálticas.

Referente al diseño de la mezcla patrón (Mezcla asfáltica en caliente con granulometría MDC-20), se pudo establecer a partir de los resultados de estabilidad, flujo, vacíos y densidad el porcentaje óptimo de asfalto es 6% y corresponde a un flujo vehicular de T0 a T1. Sin embargo, los resultados de la mezcla, evidencian que puede ser utilizada también en un flujo vehicular T2-T3.

Los resultados de resistencia conservada que evidencian la susceptibilidad al daño por humedad de mezclas asfálticas y que para las mezclas asfálticas frías debe ser mínimo 75%, mostraron que emplear RAP al 0, 50, 75 y 100% no es viable, toda vez que las resistencias conservadas son inferiores al 75%. Estos resultados plantearon el empleo de cemento Portland y rejuvenecedor como alternativa para el empleo de RAP en altas tasas en mezclas frías. Los resultados de resistencia conservada de las nuevas mezclas con cemento arrojaron valores para 100% de RAP cercanos al 80%, del 78% para el 75% de RAP y muy cercanos al límite (75%) para el RAP al 50%, mostrando el potencial de su uso con respecto al daño por humedad. Las mezclas con rejuvenecedor al 1.0 y 1.5 %, obtuvieron resistencias conservadas superiores al 75%, irrelevantemente el contenido de RAP, siendo viable su aplicación. Sin embargo, para el 3.0% de rejuvenecedor, la resistencia conservada no alcanzó el valor límite de 75%, sin importar el contenido de RAP, por tal razón, se descartó continuar la investigación con este tipo de mezcla (rejuvenecedor al 3.0%). Se plantea que las resistencias conservadas de las mezclas sin ningún tipo de aditivo no soportan adecuadamente el daño por no alcanzar una cohesión y adhesión mínima en la interfase agregado-ligante, haciendo que se separen y no resistan lo suficiente. El cemento dada sus características puzolánicas y cementantes, crea uniones en y en laces entre agregados, ayudando a tener una cohesión y adhesión en la mezcla. Para el caso del rejuvenecedor, este ablanda el asfalto residual y genera uniones entre las partículas. Sin embargo, altos contenidos producen que el asfalto sea extremadamente blando y no exista una adecuada unión entre las partículas.

Para determinar la deformación plástica, se procedió a ejecutar los ensayos y evaluar la velocidad de deformación en la parte final del ensayo. Los resultados obtenidos manifestaron que todas las mezclas con cemento y RAP, independiente del contenido cumplen con tener una velocidad de deformación inferior al límite, siendo menor para las mezclas con mayor contenido de RAP y cemento. Para las mezclas fabricadas con rejuvenecedor se concluyó que adicionar 3.0% de rejuvenecedor genera grandes deformaciones, irrelevantemente el contenido de RAP y que se supera significativamente el límite mínimo de deformación. Para el caso de las mezclas con rejuvenecedor al 1.0 y 1.5%, se observó que la velocidad de deformación está en el límite y es más cercana para cuando se utiliza RAP al 50%. Estos resultados sirvieron como soporte para descartar el empleo de rejuvenecedor al 3.0% indiferente el contenido de RAP, por tal razón no se ejecutarán más ensayos para este porcentaje. La respuesta de las mezclas ante la deformación plástica se debe al mismo análisis que se observó en la resistencia conservada, el cemento genera uniones sólidas entre los agregados y el rejuvenecedor ablanda la mezcla.

Los resultados de módulo resiliente a diferentes frecuencias y temperaturas, muestran que en la medida que se tenga mayor porcentaje de RAP en la mezcla, la rigidez de la mezcla aumenta, siendo más favorable para el 100% de RAP. Así mismo, en la medida que se aumenta el porcentaje de cemento, el módulo aumenta indiferentemente el contenido de RAP. En el caso de las mezclas con rejuvenecedor, el módulo disminuye en la medida que se aumenta el contenido de rejuvenecedor y disminuye el porcentaje de RAP. Sin embargo, dadas las características de la mezcla asfáltica fría con respecto a una mezcla asfáltica en caliente, se observó que las mezclas frías con RAP y cemento al 3%, soportan aproximadamente una tercera parte de la muestra patrón (MD20) y en el caso de las mezclas frías y rejuvenecedor al 1.5%, este valor es casi una sexta parte. Estos resultados sirven para cuantificar en función de las características de la mezcla (contenido de RAP y aditivo), cuál sería su aporte estructural. Sin embargo, para el caso de las mezclas con rejuvenecedor se evidencia que su rigidez es muy bajo, similar a la de una base granular, mostrando que su empleo a nivel de aporte estructural no es significativo y su empleo sería

en función de necesidades puntuales de flexibilidad de mezcla, como zonas muy blandas o flujos elevados de carga puntuales.

Finalmente, los ensayos de fatiga determinaron que las pendientes de fatiga de las diferentes mezclas estudiadas son muy similares a la mezcla patrón (MD20) y difieren aproximadamente en un 15 al 20% (incremento y decremento). Estos resultados y dadas las condiciones donde van a trabajar las mezclas asfálticas frías (vías locales) manifiestan que es viable su empleo y que, dados los flujos bajos de vehículos, están soportarán los ciclos de carga. Es importante resaltar que cargas elevadas de vehículos o subrasantes de capacidad portante muy baja o combinación de estas dos variables, pueden fisurar o romper las mezclas frías con cemento no por fatiga, sino por rotura.

12. Conclusiones y recomendaciones

Con base en las diferentes actividades realizadas en el convenio interadministrativo 469 de 2017, suscrito entre la Universidad Militar Nueva Granada y Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial – UAERMV, que inició el 20 de octubre de 2017, se puede concluir:

- El RAP entregado por la UAERMV presenta contenidos de humedad significativos, los cuales generan cambios en los resultados de los ensayos a ejecutar, especialmente en la dosificación de la emulsión. Esta condición plantea que en la investigación se calentará el RAP y se eliminará la mayor cantidad de agua posible, de tal manera que no generará variabilidad en los resultados y problemas en la dosificación futura de las mezclas con emulsión a investigar. Se recomienda para extrapolar la información a gran escala, tener cubierto el material de RAP en la planta para evitar cambios en la humedad y por ende, en la dosificación de la emulsión por contenidos de agua. Así mismo, la presencia de humedad en el material pétreo y RAP, genera sobrecostos al tener que calentarlos para evaporar el agua e incide en la adherencia y cohesión de la interfase agregado-ligante asfáltico.
- Las curvas granulométricas obtenidas del RAP de las cuatro zonas del acopio, son relativamente similares, no presentándose variabilidad significativa en los diferentes tamaños del RAP estudiado. Es importante resaltar que el nivel de heterogeneidad de tamaños del RAP es elevado y las diferencias observadas para la producción en grandes volúmenes no son significativas, pudiéndose generar un protocolo de trituración, almacenaje y dosificación de mezcla.
- Los contenidos de asfalto en las muestras de RAP estudiadas oscilan entre 5.8 y 6.5%, valores característicos de las mezclas asfálticas presentes en las vías de la ciudad de Bogotá.
- La curva granulométrica de los agregados que conforman el RAP (sin asfalto) son más finas, motivo por el cual se debe tener cuidado en la corrección granulométrica al momento de seleccionar una mezcla asfáltica y desarrollar su fórmula de diseño.
- Las muestras extraídas de RAP en las cuatro zonas estudiadas del material de acopio, presentan materia orgánica, escombros, vidrio y arcilla. Estos materiales no son adecuados para la fabricación de mezclas asfálticas y se deberá pensar un procedimiento para el fresado, transporte y acopio del RAP, de tal manera que se minimice sus contenidos.
- El contenido óptimo de asfalto para la mezcla patrón (mezcla asfáltica en caliente) fue del 6% y cumple para un flujo vehicular de T0-T1 o T2-T3.
- La resistencia conservada evidencia que indiferentemente el contenido de RAP a utilizar, no es viable emplearlo en una mezcla asfáltica fría sin aditivos porque presenta valores inferiores al 75%. En el caso de adicionar cemento en diferentes porcentajes, la resistencia se incrementa significativamente, siendo mayor en la medida que aumenta el contenido de cemento.
- Los resultados con rejuvenecedor, muestran que para el 3.0% no es viable utilizarlo, ya que se obtienen valores inferiores al 75%. En el caso del 1.0 y 1.5%, la resistencia alcanza el valor límite.
- La deformación plástica evidenció que se cumple los requerimientos y es viable para todas las mezclas estudiadas con aditivos, sea cemento o rejuvenecedor. Sin embargo, para el caso del 3.0% de rejuvenecedor no se cumplió el requisito.
- Los módulos resilientes para las mezclas con rejuvenecedor son extremadamente bajas, cercana a una base granular en especial a altos contenidos de rejuvenecedor y

poco contenido e RAP: Sus módulos son aproximadamente una sexta parte que una mezcla asfáltica densa en caliente. En el caso de las mezclas con cemento, este aumenta proporcionalmente se incrementa el contenido de cemento y es indiferente del porcentaje de RAP y sus magnitudes son aproximadamente la tercera parte de una mezcla caliente.

- Las leyes de fatiga tienen pendientes similares a la muestra patrón y difieren entre un 15 a 20% (incremento o decremento), siendo bajas las que tienen rejuvenecedor y mayores con cemento. Se resalta que dado el tipo de vía donde se desea aplicar las mezclas y cuyo flujo vehicular es bajo, no existe una afectación significativa.

Por último, se puede manifestar que es viable utilizar RAP en diferentes porcentajes para la construcción de vías locales dados los resultados obtenidos en la investigación y se recomienda utilizar cemento entre el 2 y 3% y RAP en cualquier porcentaje. Sin embargo, es INDISPENSABLE hacer los diseños de mezcla, evitar contaminación del RAP, tener una emulsión de curado medio, realizar los ensayos de daño por humedad siempre y evaluar las características del flujo vehicular y capacidad de soporte de la subrasante, especialmente que se pueden crear rotura de la estructura por la combinación inadecuada de las mismas.

Finalmente, se recomienda crear un protocolo para evitar la contaminación del RAP, una selección del mismo en la planta, un proceso de triturado donde inmediatamente se triture, se proceda a un almacenaje adecuado, tanto evitando la contaminación y la intemperie (cubrir material), se fabrique de mezcla con base en un diseño de mezcla y que los procesos de construcción sean adecuados. Por último, se sugiere crear tramos experimentales al interior de la planta o en zonas cuyas características de diseño sean controladas, de tal manera que se pueda evaluar las variables y se determine el desempeño del mismo.

13. Equipo de trabajo

Para el desarrollo de la metodología, programa experimental y caracterización de los materiales, el grupo de trabajo fue:

- Ingeniero Oscar Javier Reyes Ortiz, experto en pavimentos y director del proyecto. Su función principal es dirigir el proyecto, analizar las variables de estudio y tomar decisiones acerca de la ejecución de ensayos, interpretación y resultados.
- Ingeniero Andrei Orlando Hernández Castellanos, experto en pavimentos
- Ingeniero Humberto Ramírez Gómez. Especialista en pavimentos.
- Ingeniero Germán Leandro Vargas Fonseca, investigador Junior. Función principal es la ejecución de ensayos de laboratorio y la verificación para el correcto desempeño de todo el sistema mecánico y electrónico de los equipos de ensayos.
- Auxiliares de investigación Franceth Castellanos B. y Mónica Ximena González. Son ingenieros de apoyo en la fabricación y ejecución de los ensayos de laboratorio.
- Técnico laboratorista Nelson Armando Sánchez. Función principal la fabricación de probetas y toma de datos de ensayos.

14. Bibliografía

- [1] Climatic effects on pavement and geotechnical infrastructure. ASCE proceedings of the international symposium of climatic effects on pavement and geotechnical infrastructure. (2013) Jenny Liu, Peng Li, Xioong Zhang and Baoshan Huang.
- [2] Stresses and strains in asphalt surfacing pavements. South African Transport Conference Organised by: Conference Planners 'Action in Transport for the New Millennium' South Africa, 17 – 20 July 2000 Conference Papers Produced by: Document Transformation Technologies. (2000) Lubinda F. Walubita and Martin F.C. Van De Ven.
- [3] Pavement Design and Materials. Wiley John & Sons; Edición: 1 (2016) A. T. Papagiannakis.
- [4] Sensitivity of warm mix asphalt to temperature, binder content, and laboratory stripping performance. Proquest Editors. (2011) Annette Porter.
- [5] Mezclas semicalientes. Proyecto Fenix. XV Congreso iberolatinoamericano del asfalto. 2009. Lisboa, Portugal. Oscar Reyes Ortiz, Felix Pérez Jimenez, Ramón Botella Nieto y Rodrigo Miro Recasens.
- [6] Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. 2007. Instituto Nacional de Vías – INVIAS.
- [7] Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C. Instituto de desarrollo urbano – IDU-ET-2005
- [8] AENOR – Asociación Española de Normalización y Certificación. Normas UNE-EN-12697. 2003.
- [9] Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista. Tesis de maestría. Universidad Politécnica de Cataluña. (2004). Alejandro Padilla Rodríguez.
- [10] Strength Mechanism and Influence Factors for Cold Recycled Asphalt Mixture. *Advances in Materials Science and Engineering* Volume 2015, Article ID 181853, 10 pages (2018). Ma, T., Wang, H., Zhao, Y., Huang, X. and Pi, Y.
- [11] A laboratory and filed evaluation of Cold Recycled Mixture for base layer entirely made with Reclaimed Asphalt Pavement. *Journal Construction and Building Materials* 138 (2017) 232–239. (2017) Cesare Sangiorgi, Piergiorgio Tataranni It, Andrea Simone, Valeria Vignali, Claudio Lantieri, Giulio Dondi
- [12] Stiffness characterization of cold recycled mixtures. J. Valentin . J. Suda , F. Batista, K. Mollenhauer , D. Simnofske (2016). *Journal Transportation Research Procedia* 14 (2016) 758 – 767

- [13] Impact of recycled asphalt pavement on properties of foamed bituminous mixtures. Siksha Swaroopa, Aravind Krishna Swamy, Devesh Tiwari, Pramod Kumar Jain. The Baltic Journal Of Road And Bridge Engineering (2018) Volume 13 issue 1: 14–22
- [14] Significance of RAP Content and Foamed Binder Content on Mechanistic Characteristics of Recycled Foamed Bituminous Mixes. Siksha Swaroopa Kar, Devesh Tiwari, AK Swamy and P.K. Jain. Journal of Civil & Environmental Engineering. (2016).
- [15] Sustainability Of Cold Recycled Mixture With High Reclaimed Asphalt Pavement Percentages. Mohammed Abbas Al-Jumaili and Ons Deyaa Issmael. Journal Applied Research Journal. (2016). Vol.2, Issue, 8, pp.344-352
- [16] Design and Characterization of Cold Recycled Foamed Asphalt Mixtures with High RAP Contents. Wangyu Ma. Thesis Doctoral. 2018. Faculty of Auburn University
- [17] Performance Characteristic of Cold Recycled Mixture with Asphalt Emulsion and Chemical Additives. Shaowen Du. Advances in Materials Science and Engineering (2015). Volume 2015, Article ID 271596, 8 pages.
- [18] Mechanical behavior of asphalt mixtures with different aggregate type. Construction and Building Materials, ISSN 0950-0618 ,Vol 101, pp 474-481, 2015 Gonzalo Valdes Vidal, Alejandra Calabi, Rodrigo Miró, José Nora Buena.
- [19] Development of emulsified asphalt-aggregate cold mix design procedure. Michaels I. Darter, Steven R. Ahlfield. Patrick L. Wilkey and Richard G. Wasill. (1978) University of Illinois. Urbana, Illinois.

ANEXOS

ANEXO 1

Designación Comité Operativo



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

RESOLUCIÓN 4767 DE 2017

(29 NOV. 2017)

Por la cual se designa al ingeniero Oscar Javier Reyes Ortiz, como miembro del Comité Técnico para el seguimiento del Convenio Interadministrativo N° 489 de 2017, suscrito entre Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y mantenimiento Vial y la Universidad Militar Nueva Granada

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

En ejercicio de sus atribuciones legales y en especial de las que le confiere la Constitución Política en el artículo 69, las Leyes 30 de 1992, artículos 28 y 57; 805 de 2003, artículo 2, los Acuerdos 13 de 2010, artículo 29 numerales 1, 6 y 15; 11 y 22 de 2015, y,

CONSIDERANDO

Que el artículo 69 de la Constitución Política preceptúa que se garantiza la autonomía universitaria y que en la virtud las universidades podrán darse sus directivas y regirse por sus propios estatutos, de acuerdo con la Ley.

Que la Ley 30 de 1992, en el artículo 28, reconoce la autonomía universitaria, en virtud de la cual las universidades pueden darse y modificar sus propios estatutos, crear, organizar y desarrollar programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

Que la Ley 805 del 11 de abril de 2003, en su artículo 2° estableció la naturaleza jurídica a la Universidad Militar Nueva Granada, señalando que cuenta con autonomía académica, administrativa y financiera, patrimonio independiente, capacidad para gobernarse y dictar sus propias normas y reglamentos.

Que la Universidad Militar Nueva Granada es una institución de carácter público cuya misión se sustenta en la docencia, investigación y extensión, fomentando el diálogo de saberes, la construcción de comunidad académica y la autoevaluación permanente de los procesos académicos que le permitan desarrollar actividades de extensión de alta calidad.

Que al Rector de la Universidad centro de las funciones establecidas en el artículo 29, numerales 1 y 6 del Acuerdo 13 de 2010, Estatuto General de la Universidad, le corresponde orientar y dirigir el funcionamiento general de la misma y expedir los actos administrativos y académicos que sean necesarios para cumplir sus objetivos.

Que el acuerdo 22 de 2015 por el cual se adopta la estructura académico - administrativa de la Universidad Militar Nueva Granada, establece que la División de Extensión y Proyección Social es una dependencia orgánica de la Vicerrectoría General, cuya misión es concordante con lo preceptuado en el artículo 120 de la Ley 30 de 1992.

Que el 05 de octubre de 2017, la Universidad Militar Nueva Granada y la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y mantenimiento Vial suscribieron el Convenio N° 489 de 2017, con el objeto de *“Unir esfuerzos entre la Universidad Militar Nueva Granada y la UAERMV para estudiar la respuesta mecánica y dinámica de mezclas asfálticas fabricadas con pavimento reciclado (RAP).”*

Que el parágrafo segundo de la cláusula séptima del Convenio en mención, establece: **"SUPERVISIÓN: (...) PARÁGRAFO SEGUNDO: COMITÉ TÉCNICO.** Para el control del objeto del Convenio, se conformará el Comité de Seguimiento integrado por el supervisor designado por la UAERMV y demás funcionarios que sean designados y por los funcionarios designados por la UMNG, quienes verificarán el cumplimiento de la inversión y demás actividades del presente Convenio. El Comité se reunirá

ANEXO 2

Convenio Interadministrativo 469
de 2014 entre Universidad Militar
Nueva Granada y la Unidad de
mantenimiento vial

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Unidad de Mantenimiento Vial	MINUTA DE CONTRATO	
	CÓDIGO: CON-FM-033	VERSIÓN: 9
	FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO DE 2017	

INFORMACIÓN GENERAL DEL CONVENIO			
NÚMERO:	469	FECHA:	05 OCT 2017
OBJETO DEL CONVENIO: "AUNAR ESFUERZOS ENTRE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Y LA UAERMV PARA ESTUDIAR LA RESPUESTA MECÁNICA Y DINÁMICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS FABRICADAS CON PAVIMENTO RECICLADO (RAP)".			
PARTES:	UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL (UAERMV) Y LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA (UMNG)		
NIT/CC:	900.127.032-7 UAERMV 800.225.340-8 UMNG		
VALOR DEL CONVENIO:	DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE MILLONES SETECIENTOS TREINTA MIL PESOS (\$269.730.000). DISCRIMINADOS DE LA SIGUIENTE MANERA: LA UAERMV APORTA DOSCIENTOS QUINCE MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$215.700.000) QUE CORRESPONDEN AL 79.97% Y LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA APORTA CINCUENTA Y CUATRO MILLONES TREINTA MIL PESOS (\$54.030.000) QUE CORRESPONDEN AL 20.03%.		
PLAZO DE EJECUCIÓN:	Se estima que el plazo de duración del convenio interadministrativo es de DOCE (12) MESES, contados a partir de la suscripción del acta de inicio.		

Entre Ordenador del Gasto delegado de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL, GIACOMO SANTIAGO LEOPOLDO MARCENARO JIMÉNEZ, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía N° 19.375.729 de Bogotá D.C., obrando en su condición de Subdirector Técnico de producción e Intervención, según Resolución de nombramiento No. 36 de 03 de febrero de 2017 proferido por el Director General, quien tomó posesión a través del Acta 3 del 03 de febrero de 2017 quien en adelante y para efectos del presente acto jurídico se denominará la UAERMV, Entidad descentralizada del orden Distrital adscrita a la Secretaría de Movilidad, identificada con el NIT. No. 900.127.032-7, con domicilio en la ciudad de Bogotá D.C. y por la otra LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, identificada con Nit. No. 800.225.340-8, representada legalmente por el Brigadier General HUGO RODRÍGUEZ DURÁN, identificado con C.C. No. 19.378.345 de Santafé de Bogotá D.C., quien tomo posesión mediante Acta No. 1548 de 14 de agosto de 2015 y nombrado mediante Acuerdo No. 11 de 31 de julio de 2015, el cual surtió efectos a partir del 15 de agosto de 2015 y para efectos del presente convenio se denominara UMNG, Institución de Educación Superior Oficial de carácter académico, adscrita al Ministerio de Defensa Nacional, hemos convenido suscribir el presente convenio, que se registrá por la Constitución Política, la Ley 80, la Ley 1150 y su Decreto reglamentario 1082 de 2015 y todas aquellas normas que los adicionen, modifiquen o deroguen, previas las siguientes consideraciones:

	MINUTA DE CONTRATO	
	CÓDIGO: CON-FM-033	VERSIÓN: 9
	FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO DE 2017	

"LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL - UAERMV, es una entidad descentralizada del orden Distrital adscrita a la Secretaría Distrital de Movilidad, creada por Acuerdo No. 257 de 30 de noviembre de 2006[1], organizada como unidad administrativa especial, de carácter técnico, que tiene por objeto programar y ejecutar las obras necesarias para garantizar la rehabilitación y mantenimiento de la malla vial local, así como la atención inmediata de todo el subsistema de malla vial cuando se presenten situaciones imprevistas que dificulten la movilidad en el Distrito Capital.

En concordancia con lo anterior y al tenor del artículo 109 del acuerdo distrital citado, la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial tiene las siguientes funciones básicas:

1. Programar y ejecutar los planes y proyectos de rehabilitación y mantenimiento de la malla vial local.
2. Suministrar la información para mantener actualizado el sistema de Gestión de la malla vial del Distrito Capital, con toda la información de las acciones que se ejecuten.
3. Programar y ejecutar las acciones mantenimiento y aquellas que sean necesarias para atender las situaciones imprevistas que dificulten la movilidad en la red vial de la ciudad.
4. Atender la construcción y desarrollo de obras específicas que se requieran para complementar la acción de otros organismos y entidades como la Secretaría de Ambiente y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - IDIGER o quienes hagan sus veces.

Parágrafo. Respecto de vías locales que soporten circuitos de transporte colectivo y el resto de la malla vial, se aplicara el literal c).

El cumplimiento de las funciones institucionales de la UAERMV a través de la ejecución anual de la meta física programada para el mejoramiento de la infraestructura pública disponible para los habitantes y visitantes de Bogotá es fundamento de gran importancia para fortalecer el pilar "DEMOCRACIA URBANA" del Plan de Desarrollo Bogotá Mejor Para Todos 2016-2020.

Conforme con el deterioro natural de la infraestructura y teniendo en cuenta el deficiente mantenimiento rutinario y periódico al subsistema de malla vial de la ciudad en los últimos años, se evidencian importantes daños en los segmentos viales, afectando la movilidad de los ciudadanos, y a su vez afectando negativamente su calidad de vida.

En búsqueda de continuar con el mejoramiento de los índices de buen estado de la malla vial local, la UAERMV elaboró la Ficha de Estadística Básica de Inversión Distrital EBI- del proyecto 408 "Recuperación, rehabilitación y mantenimiento de la malla vial" cuyo objetivo general es; "Mejorar las condiciones de movilidad segura y la calidad de vida de los ciudadanos mediante el mejoramiento de la malla vial construida y la atención de situaciones imprevistas que impidan la movilidad en el Distrito Capital". No obstante, para lograr de forma efectiva lo anterior se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Mantener la malla vial del Distrito Capital que se encuentra en buen y regular estado

<p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Unidad de Mantenimiento Vial</p>	MINUTA DE CONTRATO	
	CÓDIGO: CON-FM-033	VERSIÓN: 9
	FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO DE 2017	

05 OCT 2017

"6. Desarrollar proyectos de investigación científica, técnica y tecnológica en materia de mantenimiento y rehabilitación de malla vial local."

Por otra parte, es de resaltar que el reciclado de los pavimentos asfálticos –RAP-, (Reclaimed Asphalt Pavement); es una técnica para rehabilitar parte de la infraestructura vial de Bogotá, que aporta beneficios técnicos, económicos y medioambientales, entre otros como; aporte estructural a la capa asfáltica, reduce la explotación y compra de materiales granulares y disminuye la profundidad de las excavaciones a realizar

El estado del arte muestra que se ha generado una preocupación en la Ingeniería nacional e Internacional para optimizar la producción de las mezclas asfálticas con adiciones de RAP. Estudios de laboratorio muestran que el comportamiento de mezclas asfálticas con RAP y sometidas a diferentes pruebas evidencia resultados favorables y que las diferentes condiciones de servicio se ven beneficiadas. En la siguiente tabla, se citan algunos de los documentos producidos en desarrollo de estudios relacionados con el uso del RAP.

DOCUMENTO	AUTOR	AÑO PUBLICACIÓN
Reclaimed Asphalt Pavement in Asphalt Mixtures: State of the Practice	Copeland, Audrey	2011
Comportamiento de mezclas asfálticas del Instituto de Desarrollo Urbano con adición de pavimento reciclado	Oscar Javier Reyes Ortiz et al	2011
El Proyecto FENIX en la UPC: mezclas asfálticas recicladas fabricadas con altas tasas de material bituminoso reciclable (RAP)	Gonzalo Valdes Bissel et al	2009
El impacto de los rejuvenecedores en las mezclas recicladas en caliente elaboradas con altos porcentajes de RAP	Domingo Perez madrigal et al	2017
Evaluación de rigidez Marshall, tracción indirecta y módulo resiliente en mezclas asfálticas con RAP y escoria de cobre	A. Raposeiras et al	2017
Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas con material reciclado, colocadas en bases de elevado espesor y exigidas a un alto tránsito	Lisandro Daguerre et al	2017
Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%	Oscar Javier Reyes Ortiz et al	2015

La UMV requiere aprovechar las ventajas que ofrece este tipo de materiales, siempre buscando garantizar la calidad de la obra y aumentando la vida útil de los pavimentos.

El reciclado consiste en reutilizar los materiales de las capas de la estructura que tienen ligante asfáltico. Estos materiales que han estado sometidos a procesos de envejecimiento y fatiga, pueden recuperar parte de sus propiedades, mediante la adición de nuevos ligantes que pueden ser betunes o emulsiones bituminosas, rejuvenecedores con o sin aporte de nuevos agregados y otros aditivos.

Dentro de los beneficios de la utilización del RAP, se puede considerar que las técnicas de reciclado permiten aprovechar tanto el asfalto como los granulares existentes en las capas de una estructura de pavimento antiguo, ayudan a disminuir la explotación de materiales y por

 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.T.C. MOVILIDAD OFICINA DE MANEJO DE VEHÍCULOS	MINUTA DE CONTRATO	
	CÓDIGO: CON-FM-033	VERSIÓN: 9
	FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO DE 2017	

469
05 OCT 2017

L) Que con base en las consideraciones anteriores, las partes hemos convenido celebrar el presente Convenio y será regido por las siguientes cláusulas:

CLÁUSULA PRIMERA. OBJETO DEL CONVENIO: Aunar esfuerzos entre la Universidad Militar Nueva Granada y la UAERMV para estudiar la respuesta mecánica y dinámica de mezclas asfálticas fabricadas con pavimento reciclado (RAP).

CLÁUSULA SEGUNDA. OBLIGACIONES DE LA UMNG: LA UMNG se obliga a cumplir las siguientes obligaciones:

OBLIGACIONES GENERALES:

1. Cumplir con el objeto del convenio con plena autonomía y bajo su propia responsabilidad, por lo tanto, no existe ni existirá ningún tipo de subordinación, ni vínculo laboral alguno de la UMNG con la UAERMV.
2. Asistir y brindar apoyo en los asuntos que la UAERMV requiera referente al cumplimiento del objeto.
3. Acatar las instrucciones que durante el desarrollo del convenio le impartirá la Unidad para la correcta ejecución del mismo.
4. Presentar oportunamente todos y cada uno de los documentos exigidos, incluidos los necesarios para la elaboración de los informes de supervisión, con los cuales la entidad realizará los aportes pactados.
5. Realizar los actos necesarios y tomar las medidas conducentes para el debido y oportuno cumplimiento de las obligaciones contractuales y la ejecución del convenio.
6. Guardar la debida confidencialidad sobre la información a la cual tuviera acceso.
7. La UMNG deberá realizar los pagos mensuales al sistema de Seguridad Social: Salud, Pensión y Riesgos Laborales, de acuerdo a las bases de cotización establecidas en las normas vigentes, de conformidad con la Ley 100 de 1993 y sus Decretos Reglamentarios.
8. Suscribir las actas que se requieran durante la ejecución del convenio.
9. Las demás necesarias para la adecuada ejecución del convenio.
10. Los derechos de propiedad intelectual que tengan las partes sobre cualquier informe, análisis y demás, que se efectuó dentro del desarrollo del objeto del convenio serán compartidos por ambos cooperantes y se ajustaran a las normas vigentes sobre la materia.

B) OBLIGACIONES ESPECÍFICAS:

1. Administrar los recursos provenientes del presente convenio conforme lo estipulado y en cumplimiento del objeto del presente.
2. Realizar los procesos y pruebas necesarias para obtener la caracterización de los materiales a utilizar en el proyecto y los diseños de mezcla asfáltica (muestra patrón y RAP, con las especificaciones IDU a la firma del convenio).
3. Determinar las propiedades de las mezclas asfálticas (Mezcla asfáltica con RAP a diferentes porcentajes y tamaños, según se establezca en el comité técnico).
4. Evaluar el comportamiento mecánico y dinámico de las mezclas del estudio mediante los ensayos de módulo resiliente, ley de fatiga, resistencia a la deformación plástica, resistencia a tracción indirecta en estado seco y húmedo y resistencia conservada.
5. Determinar la influencia del RAP en las propiedades de las mezclas asfálticas a diferentes tasas de material reciclado.
6. Evaluar el comportamiento mecánico de la mezcla con RAP vs una mezcla convencional patrón.

05 OCT 2017

derechos Patrimoniales mencionados no implican la cesión de los derechos morales sobre el trabajo objeto del presente convenio (paternidad, Integridad, arrepentimiento y retracto) por cuanto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982, ley 1450 de 2011, y artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, estos derechos son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Por lo tanto, los mencionados derechos seguirán radicados en cabeza de todos y cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo integrados para tal evento por cada una de los participantes; y sus nombres, así como el de las Instituciones con las cuales están vinculados, deberán mencionarse en lugar visible siempre que se haga cualquier tipo de utilización de los trabajos resultantes. Así mismo, en todas las utilizaciones y publicaciones que se hagan de los trabajos realizados deberá mencionarse en lugar visible el nombre y logo de todas y cada una de las instituciones que participan como realizadores efectivos del proyecto.

5. Publicidad y publicaciones. En el evento de que alguna de las partes desee publicar trabajos académicos sobre los resultados o contenidos del proyecto desarrollado, deberán obtener previamente la autorización por escrito de la otra parte y cuando los investigadores participantes en el proyecto deban o quieran hacer una publicación sobre los resultados o contenidos del proyecto desarrollado, deberán informarlo a la Universidad Militar Nueva Granada o a la Unidad de Mantenimiento Vial, según sea el caso para que esta informe a la otra parte. Dicha aprobación busca evitar la eventual divulgación prematura de desarrollos que deseen mantenerse en secreto o que sean susceptibles de patentamiento.
Esta restricción en el manejo de los resultados o contenidos obtenidos del proyecto desarrollado se mantendrá durante el tiempo que dicha información se catalogue o sea mantenida como confidencial.
6. En todos los casos de publicidad o divulgación de los resultados de un proyecto, deberán figurar los créditos respectivos a la Universidad Militar Nueva Granada y a la Unidad de Mantenimiento Vial junto con nombres de los autores o investigadores que hayan participado en el proyecto y cuyo aporte técnico y científico al desarrollo logrado así lo amerite.

CLÁUSULA QUINTA. PLAZO: Se estima que el plazo de duración del convenio Interadministrativo es de doce (12) meses, contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio del Convenio, previa elaboración de su registro presupuestal.

A continuación se muestra el cronograma tentativo para el desarrollo del convenio, el cual se ajustará en la Fase 1 de acuerdo con las necesidades del mismo y recursos disponibles:

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Caracterizar materiales												
RAP												
Graduométrica												
Isócalor												
Simulación												
Resistencia de desgaste												
Peso específico												
Absorción agua grado												
AGREGADO NATURAL												
Resistencia de desgaste												
Peso específico												
Absorción agua grado												
Determinación de óptimo mezclas asfálticas												
Muestras Petron												
Muestras RAP ASPALTO 1												
Muestras RAP ASPALTO 2												
Elaboración y ejecución ensayos												
Resistencia a tracción indirecta seca												
Resistencia a tracción indirecta húmeda												
Resistencia a compresión												
Módulo resiliente												
Deformación plástica												
Levefletes												
Conclusiones, recomendaciones e informes												

	MINUTA DE CONTRATO	
	CÓDIGO: CON-FM-033	VERSIÓN: 9
	FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO DE 2017	

469

05 OCT 2017

• **FASE 2. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.**

UMNG: Entregará la caracterización de los materiales a utilizar en el proyecto (ligante asfáltico, agregado pétreo, RAP) y el "DISEÑO MEZCLA [3]" patrón del estudio, además hará como aporte a la investigación los "Ensayos básicos de caracterización agregados y RAP [global] y DSR, Penetración, punto ablandamiento [2]", que equivalen a \$ 6'420.000.

Transferencia de tecnología en la realización de ensayos de laboratorio y análisis de los resultados.

Aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio para para lograr el diseño de la muestra patrón.

UAERMV: Acompañamiento a la ejecución de los ensayos de laboratorio y aporte intelectual para lograr el diseño de la muestra patrón.

Luego de la entrega de la caracterización de los materiales a utilizar en el proyecto, aportará \$ 53.925.000, para la ejecución de ensayos.

• **FASE 3. FÓRMULA DE DISEÑO.**

UMNG: Entregará la fórmula de diseño de las mezclas con diferentes contenidos de RAP, además, como aporte a la investigación realizará el "DISEÑO MEZCLA [5]" la "FABRICACIÓN DE PROBETAS [96]" y los ensayos de "DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN PISTA [8] Y RESISTENCIA CONSERVADA [8]", que equivalen a \$ 21'690.000.

Aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio para la generación de las fórmulas de trabajo.

Transferencia de tecnología en la realización de ensayos de laboratorio y análisis de los resultados.

UAERMV: Acompañamiento a la ejecución de los ensayos de laboratorio y aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio para la generación de las fórmulas de trabajo.

Luego de la entrega de la fórmula de diseño de las mezclas, aportará \$ 32.355.000, para la ejecución de ensayos.

• **FASE 4. CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS.**

UMNG: entregará la caracterización mecánica y dinámica de dos contenidos diferentes de adición de RAP a mezclas asfálticas. Además, como aporte a la investigación realizará la fabricación de probetas [96] y los ensayos de "MÓDULO RESILIENTE [8] y FÁTIGA TRAPEZOIDAL [8]", que equivalen a \$ 25'920.000.

Aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio de caracterización de las mezclas (RAP).

Transferencia de tecnología en la realización de ensayos de laboratorio y análisis de los resultados.

UAERMV: Acompañamiento a la ejecución de los ensayos de los ensayos de laboratorio y aporte intelectual en el análisis de los resultados de los ensayos realizados sobre las diferentes mezclas asfálticas (RAP).

	MINUTA DE CONTRATO	
	CÓDIGO: CON-FM-033	VERSIÓN: 9 469
	FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO DE 2017	

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA. CESIÓN DEL CONVENIO: La UMNG no podrá ceder parcial o totalmente los derechos y obligaciones emanados del presente Convenio a ninguna persona natural o jurídica, sin la previa autorización de la UAERMV, autorización que debe constar por escrito y siempre que se haga a una persona que tenga iguales o mejores calidades que La UMNG. No obstante lo anterior, para efectos de cesión se dará aplicación a las normas que regulen la materia.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA. TERMINACIÓN, MODIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN UNILATERALES.- El presente convenio podrá ser modificado, adicionado o prorrogado, previo acuerdo de las partes, de conformidad con las normas legales.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA. CAUSALES DE TERMINACION: El presente convenio se podrá dar por terminado en cualquiera de los siguientes casos: a) Por mutuo acuerdo entre las partes, b) Por incumplimiento de las obligaciones contraídas por alguna de las partes, c) Por fuerza mayor o caso fortuito, debidamente demostradas, sin que por ello se genere indemnización alguna a favor de ninguna de las partes.

CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA. LIQUIDACIÓN: El presente convenio será objeto de liquidación, de conformidad con lo previsto la ley 1150 de 2007.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA. REQUISITOS DE PERFECCIONAMIENTO, LEGALIZACIÓN Y EJECUCIÓN: Este convenio se entiende perfeccionado con la suscripción de las partes. **PARÁGRAFO PRIMERO.-** El Certificado de Registro Presupuestal deberá ser expedido dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la suscripción del presente convenio.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA. DOMICILIO CONTRACTUAL: Para todos los efectos contractuales, legales y fiscales, atinentes a este Convenio, las partes acuerdan que El proyecto se desarrollará en la ciudad de Bogotá, en las instalaciones de la Universidad Militar Nueva Granada y en la planta y laboratorios de la UMG.

Para constancia se firma a los

05 OCT 2017


GIACOMO SANTIAGO MARCENARO JIMÉNEZ
 *Ordenador del Gasto


BG. HUGO RODRÍGUEZ DURÁN
 Representante Legal UMNG SA

*Aplicación Resolución No. 331 de 2016

Revisó: BLANCA STELLA BOHÓRQUEZ MONTENEGRO / Secretaria General
 Elaboró: LEONEL PINZÓN REYES / Profesional especializado / Secretaria General-Contratos
 YULIETH MELISA MONTES ALARCON / Area de Contratos

ANEXO 3

Plan Experimental Detallado

ANEXO 4

Ensayos de laboratorio Granulometrías RAP



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



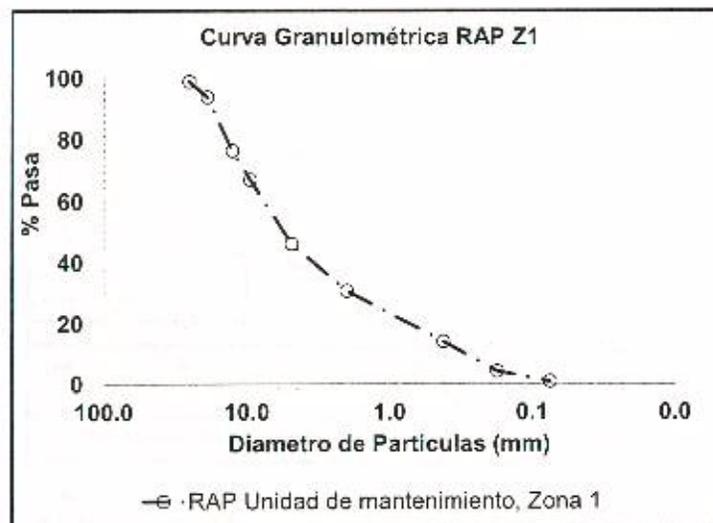
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 4 DE 2017
MUESTRA:	RAP Unidad de mantenimiento, Z1	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 9 DE 2017

TIPO DE MEZCLA : RAP Unidad de mantenimiento, Zona 1
% DE AGREGADOS UTILIZADOS _____
FUENTE DE LOS AGREGADOS Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		4913.1
tamiz		Peso retenido	Porcentaje (%)		
Pulgada	mm		Retenido	Rtenido Acumulado	Pasa
1.5	38.1				100
1	25.4	51.2	1.0	1.0	99.0
3/4	19	251.8	5.1	6.2	93.8
1/2	12.7	852.4	17.3	23.5	76.5
3/8	9.5	461.9	9.4	32.9	67.1
No. 4	4.87	1026	20.9	53.7	46.3
No. 10	2	760.1	15.5	69.2	30.8
No. 40	0.42	818.4	16.6	85.8	14.2
No. 80	0.177	485.1	9.9	95.7	4.3
No. 200	0.075	167.4	3.4	99.1	0.9
fondo		44.8	0.9	100.0	0.0

Cu=D60/D10	25.55
Cc=[D90 ³]/[D60 ³ D10]	1.52



OBSERVACIONES:

Ejecutó:	Franceth Justine Edjardes Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Edjardes Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



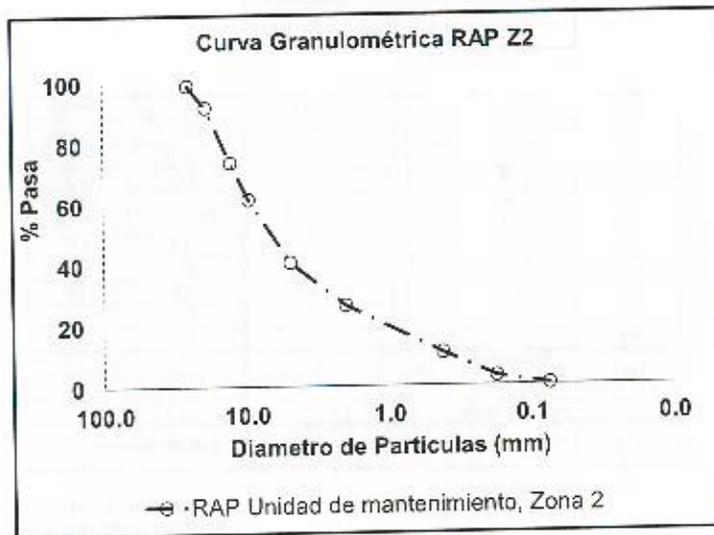
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque 7, Bogotá D.C., Tel: 1-6500200 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 4 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z2 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 9 DE 2017

TIPO DE MEZCLA: RAP Unidad de mantenimiento, Zona 2
% DE AGREGADOS UTILIZADOS: Unidad de mantenimiento
FUENTE DE LOS AGREGADOS: Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		4913.5
tamiz		Peso retenido	Porcentaje (%)		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
1.5	38.1				100
1	25.4	36.3	0.8	0.8	99.2
3/4	19	354.4	7.2	8.0	92.0
1/2	12.7	889	18.1	26.1	73.9
3/8	9.5	600.9	12.2	38.3	61.7
No. 4	4.87	1029.6	21.0	59.2	40.8
No. 10	2	698	14.2	73.4	26.6
No. 40	0.42	769.1	15.7	89.1	10.9
No. 80	0.177	385.4	7.8	96.9	3.1
No. 200	0.075	128.5	2.6	99.6	0.4
fondo		21.7	0.4	100.0	0.0

Cu=D60/D10	23.17
Cc=(D30 ²)/(D60*D10)	1.97



OBSERVACIONES:

Ejecutó:	Franceth Justine Ed. Franco Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Ed. Franco Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



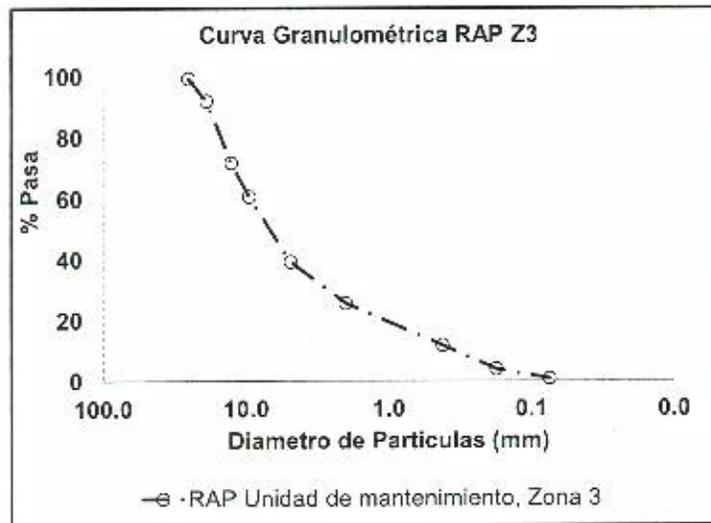
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6870557. NIT. 800.275.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 4 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z3 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 9 DE 2017

TIPO DE MEZCLA : RAP Unidad de mantenimiento, Zona 3
% DE AGREGADOS UTILIZADOS
FUENTE DE LOS AGREGADOS Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		4952.5
tamiz		Peso retenido	Porcentaje (%)		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
1.5	38.1				100
1	25.4	32.7	0.7	0.7	99.3
3/4	19	357.6	7.2	7.9	92.1
1/2	12.7	1002.8	20.2	28.1	71.9
3/8	9.5	548.5	11.1	39.2	60.8
No. 4	4.87	1065.5	21.5	60.7	39.3
No. 10	2	678.5	13.7	74.4	25.6
No. 40	0.42	683.1	13.8	88.2	11.8
No. 80	0.177	392.7	7.9	96.1	3.9
No. 200	0.075	155	3.1	99.3	0.7
fondo		36.5	0.7	100.0	0.0

$C_u = D_{60}/D_{10}$	25.73
$C_c = (D_{30}^3)/(D_{60} * D_{10}^2)$	2.46



OBSERVACIONES:

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castañanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Eduardo Castañanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



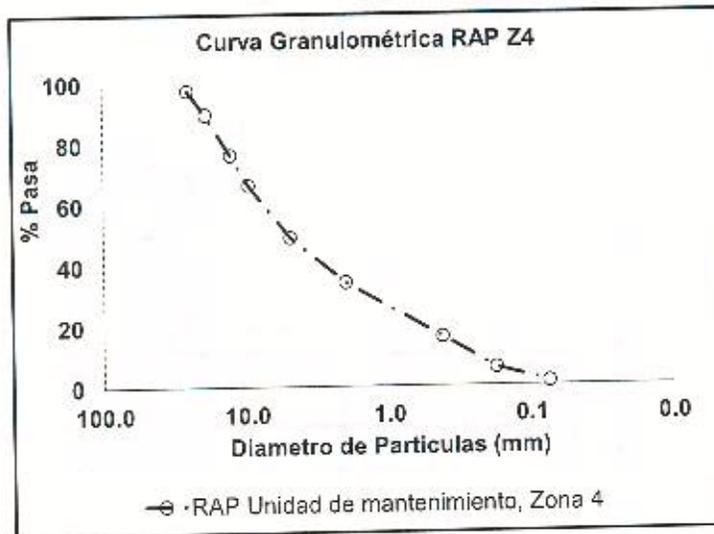
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 4 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z4 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 9 DE 2017

TIPO DE MEZCLA: RAP Unidad de mantenimiento, Zona 4
% DE AGREGADOS UTILIZADOS
FUENTE DE LOS AGREGADOS: Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		4871
tamiz		Peso retenido	Porcentaje [%]		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
					100
1.5	38.1				97.7
1	25.4	112.3	2.3	2.3	89.8
3/4	19	383.7	7.9	10.2	76.4
1/2	12.7	651.7	13.4	23.6	66.4
3/8	9.5	489.2	10.0	33.6	49.1
No. 4	4.87	841	17.3	50.9	34.4
No. 10	2	718.3	14.7	65.6	15.3
No. 40	0.42	879.4	18.1	83.7	5.9
No. 80	0.177	506.6	10.4	94.1	1.3
No. 200	0.075	227.4	4.7	98.7	0.0
fondo		61.9	1.3	100.0	

$C_u = D_{60}/D_{10}$	29.96
$C_c = (D_{80}^2)/(D_{60} \cdot D_{10})$	1.31



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franciseth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franciseth Justine Eduardo Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 165 ca 2017

ANEXO 5

Ensayos de laboratorio Granulometrías RAP centrífuga



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



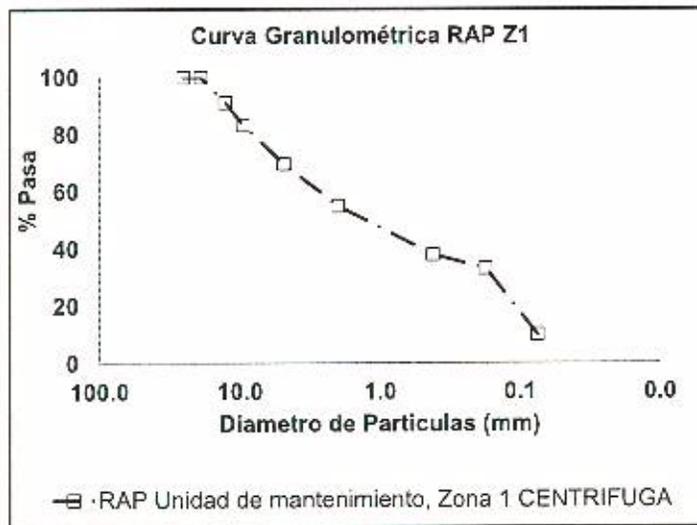
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800 225 340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 12 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z1 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 15 DE 2017

TIPO DE MEZCLA: RAP Unidad de mantenimiento, Zona 1 CENTRIFUGA
% DE AGREGADOS UTILIZADOS:
FUENTE DE LOS AGREGADOS: Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		1000
tamiz		Peso retenido	Porcentaje (%)		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
1.5	38.1				100
1	25.4		0.0	0.0	100.0
3/4	19		0.0	0.0	100.0
1/2	12.7	88.5	8.8	8.8	91.2
3/8	9.5	77.9	7.8	16.6	83.4
No. 4	4.87	137.0	13.7	30.3	69.7
No. 10	2	147.2	14.7	45.1	54.9
No. 40	0.42	170.0	17.0	62.1	37.9
No. 80	0.177	48.8	4.9	66.9	33.1
No. 200	0.075	232.1	23.2	90.2	9.8
fondo		98.4	9.8	100.0	0.0

$C_u = D_{60}/D_{10}$	25.55
$C_c = (D_{30}^2)/(D_{60} \cdot D_{10})$	1.52



OBSERVACIONES:

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castaños	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Eduardo Castaños	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



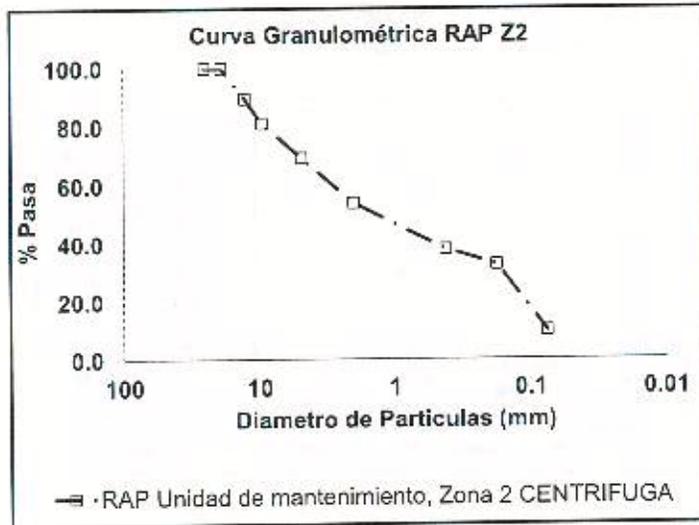
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6503000 ext. 1293, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 12 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z2 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 15 DE 2017

TIPO DE MEZCLA: RAP Unidad de mantenimiento, Zona 2 CENTRIFUGA
% DE AGREGADOS UTILIZADOS: _____
FUENTE DE LOS AGREGADOS: Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		1000
tamiz		Peso retenido	Porcentaje [%]		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
1.5	38.1				100
1	25.4		0.0	0.0	100.0
3/4	19		0.0	0.0	100.0
1/2	12.7	104.6	10.5	10.5	89.5
3/8	9.5	84.6	8.5	18.9	81.1
No. 4	4.87	116.9	11.7	30.6	69.4
No. 10	2	154.1	15.4	46.0	54.0
No. 40	0.42	159.0	15.9	61.9	38.1
No. 80	0.177	53.8	5.4	67.3	32.7
No. 200	0.075	228.6	22.9	90.2	9.8
fondo		98.4	9.8	100.0	0.0

$C_u = D_{60}/D_{10}$	23.17
$C_c = (D_{30}^2)/(D_{60} \cdot D_{10})$	1.97



OBSERVACIONES:

Ejecuta:	Franceth Justina Edgardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justina Edgardo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



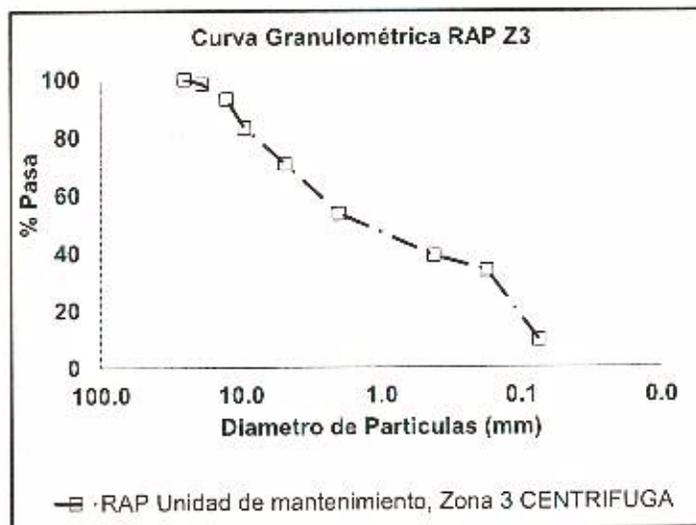
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340 8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 12 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z3 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 15 DE 2017

TIPO DE MEZCLA: RAP Unidad de mantenimiento, Zona 3 CENTRIFUGA
% DE AGREGADOS UTILIZADOS: Unidad de mantenimiento
FUENTE DE LOS AGREGADOS: Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		1000
tamiz		Peso retenido	Porcentaje (%)		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
3/4	38.1				100
1	25.4		0.0	0.0	100.0
3/4	19	16.4	1.6	1.6	98.4
1/2	12.7	52.2	5.2	6.9	93.1
3/8	9.5	97.8	9.8	16.6	83.4
No. 4	4.87	125.0	12.5	29.1	70.9
No. 10	2	172.6	17.3	46.4	53.6
No. 40	0.42	145.7	14.5	61.0	39.0
No. 80	0.177	51.8	5.2	66.1	33.9
No. 200	0.075	242.3	24.2	90.4	9.6
fondo		95.2	9.6	100.0	0.0

$C_u = D_{60}/D_{10}$	25.55
$C_c = (D_{30}^3)/(D_{60} \cdot D_{10}^2)$	1.52



OBSERVACIONES:

Ejecuto:	Franceth Justine Eduardín Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:	<i>[Signature]</i>	Firma:	<i>[Signature]</i>
Nombre:	Franceth Justine Eduardín Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 459 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y
FINOS INV - 213 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



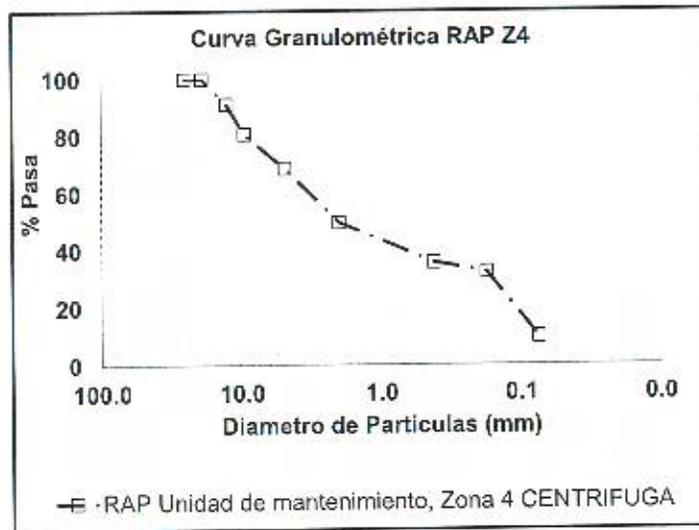
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 12 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento, Z4 FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 15 DE 2017

TIPO DE MEZCLA: RAP Unidad de mantenimiento, Zona 4 CENTRIFUGA
% DE AGREGADOS UTILIZADOS
FUENTE DE LOS AGREGADOS: Unidad de mantenimiento

Peso seco antes de lavar		5000	Peso seco después de lavar		1000
tamiz		Peso retenido	Porcentaje (%)		
Pulgada	mm		Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
					100
1	25.4		0.0	0.0	100.0
3/4	19		0.0	0.0	100.0
1/2	12.7	87.8	8.8	8.8	91.2
3/8	9.5	105.4	10.5	19.3	80.7
No. 4	4.87	119.2	11.9	31.2	68.8
No. 10	2	189.0	18.9	50.1	49.9
No. 40	0.42	142.1	14.2	64.4	35.6
No. 80	0.177	33.1	3.3	67.7	32.3
No. 200	0.075	275.3	22.5	90.2	9.8
fondo		98.0	9.8	100.0	0.0

$C_u = D_{60}/D_{10}$	25.55
$C_c = (D_{30}^2 - D_{10}^2) / (D_{60} - D_{10})$	1.52



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Egozabal Castellanos Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma: [Firma] Firma: [Firma]
Nombre: Franceth Justine Egozabal Castellanos Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Auxiliar de Investigación Cargo: Director convenio 469 de 2017

ANEXO 6

Ensayos de laboratorio Caracterización Emulsión asfáltica



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6502000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 800.275.340.8

SOLO ID:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO RESIDUAL - LIMV	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)				
Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	42.8	48.5	43.9	44.2
Temperatura promedio °C	44			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (I.N.V.C712-07)

Penetración			
Muestra	1	2	3
Dato inicial	1235	1277	1335
Dato final	2542	2578	2657
Penetración	1307	1301	1322
Penetración promedio	131		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (I.N.V.E-706-07)

Punto de llama e ignición	
Temperatura punto de llama (°C)	245
Temperatura ignición (°C)	230

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (I.N.V.E-709-07)

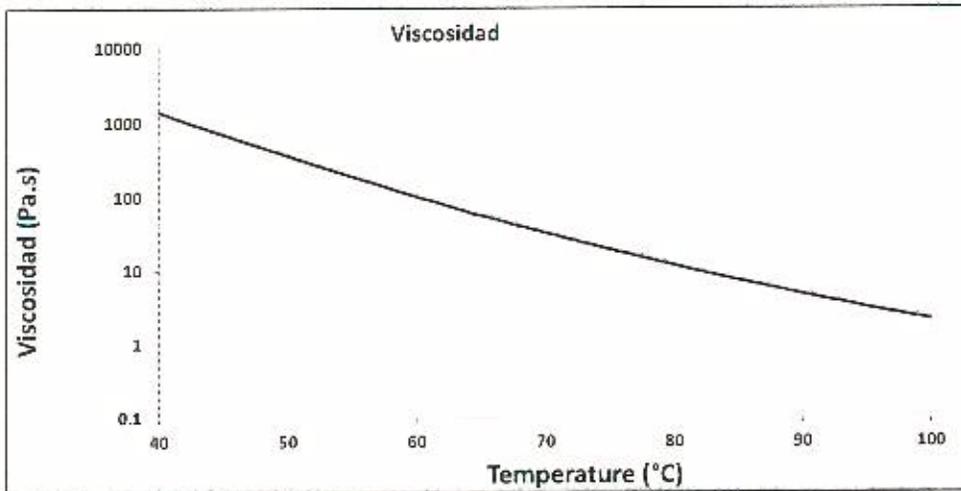
Ductilidad (cm)
135

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (I.N.V.E-702-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto aplicando el viscosímetro reológico (I.N.V.E-717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad (Pa.s)	1391.26	99.50	11.58	2.12



OBSERVACIONES:

Para la realización de estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas: anillo de bronce, platos de base, esfera de acero de 9.5 mm de diámetro con una masa de 3.5g ± 0.01 g, recipiente de vidrio de 800 ml, termómetro con rango de temperatura de 30°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayo de ductilidad, baño de agua, ductilómetro, termómetro con escala de -10°C a 110°C graduación 0.1°C longitudinal 37±5mm, penetrómetro digital, aguja de penetración, recipiente o molde para la muestra, cronómetro y viscosímetro reológico.

Ejecutor:	Franceth Justine Eduarda Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Eduarda Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bcoque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, N.T. 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO RESPIRAL - UMV	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento [Ensayo anillo y bola]

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	43.9	43.2	43.7	43.1
Temperatura promedio °C	43			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (ensayo de anillo y bola) (N.N.E/12-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1247	1235	1352
Dato final	2561	2588	2571
Penetración	1314	1293	1319
Penetración promedio	131		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (N.N.E-706-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	245
Temperatura ignición (°C)	232

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de clewland (N.N.V E-709-07)

Ductilidad (cm)

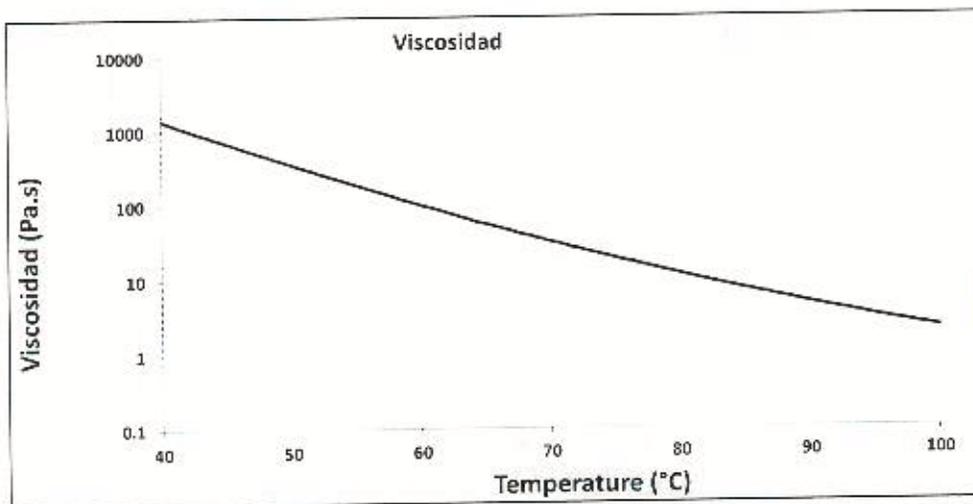
132

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (N.N.V-703-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto empleando viscosímetro rotacional (N.N.V E 717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad [Pa.s]	1884.34	80.24	15.64	3.17



OBSERVACIONES: Para la realización de estos ensayos se utilizaron los instrumentos mencionados por cada una de estas normas, anillos de bronce, platos de base, esfera de acero de 5,5 mm de diámetro con una masa de 3,5g ± 0,05 g, recipiente de vidrio de 800 ml, termómetro con rango de temperatura de 30°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayos de ductilidad, baño de agua, ductómetro, termómetro con escala de 0°C a 17°C graduación 0,1°C longitud total 37325 mm, penetrómetro digital, agua de penetración, recipiente molde para la muestra, cronómetro y viscosímetro rotacional.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bldque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557, K.T. 820.215.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO RES DUAL - U MV	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	49.9	43.7	44	43.7
Temperatura promedio °C	44			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (I.N.V.E7-12-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1250	1287	1346
Dato final	2542	2537	2670
Penetración	1312	1310	1324
Penetración promedio	132		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (I.N.V. (200-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	244
Temperatura ignición (°C)	227

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (I.N.V.E-739-07)

Ductilidad (cm)

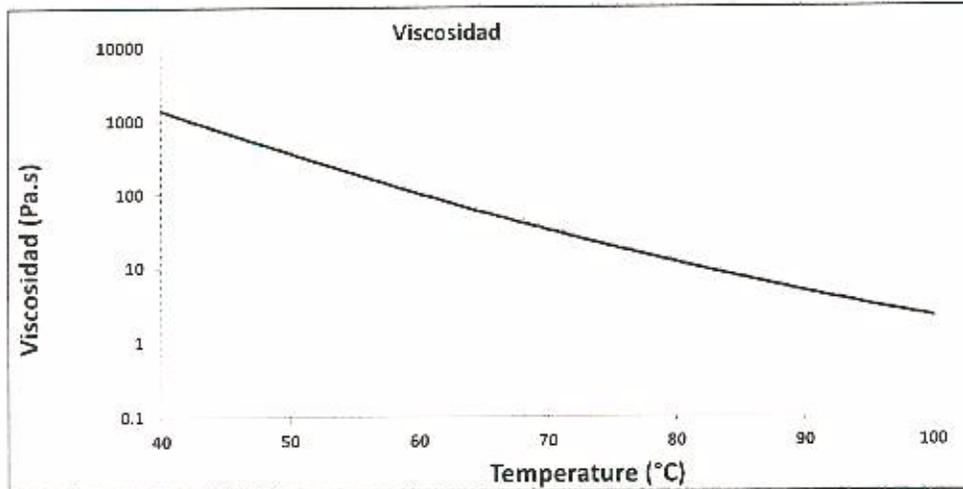
196

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (I.N.V.E 702-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto empleando el viscosímetro rotacional (I.N.V.E-717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad (Pa.s)	1377.35	102.32	6.90	3.70



Para realizar estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas, anillos de bronce, placas de base, esfera de acero de 9.5 mm de diámetro con una masa de 3.5g ± 0.05 g, recipiente de vidrio de 800 ml, termómetro con rango de temperatura de 50°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta (Cleveland), molinos de bronce para ensayo de ductilidad, baño de agua, ductómetro, termómetro con escala de -8°C a 32°C graduación 0.1°C longitud oral 5/8"mm, penetrómetro digital, aguja de penetración, recipiente de molde para la muestra, cronómetro y viscosímetro rotacional.

Ejecutó: Franceth Justine Echeverri Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Echeverri Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO RES DUAL - UMV	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	43.1	43.9	43.5	44
Temperatura promedio °C	44			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (soporte de anillo y bola) (N.N.E.712-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1253	1255	1349
Dato final	2558	2589	2571
Penetración	1305	1294	1322
Penetración promedio	131		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (N.N.E.706-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	242
Temperatura ignición (°C)	227

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (N.N.E.709-07)

Ductilidad (cm)

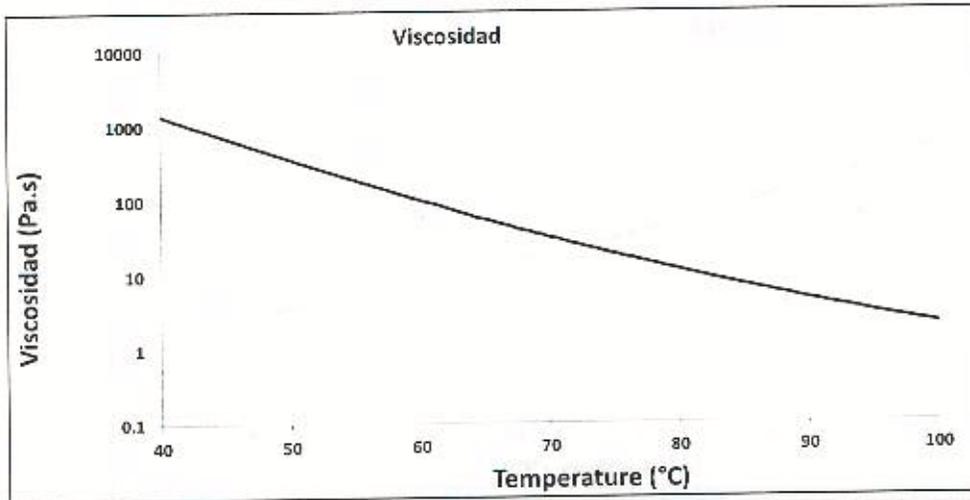
134

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (N.N.E.702-07)

Viscosidad del asfalto

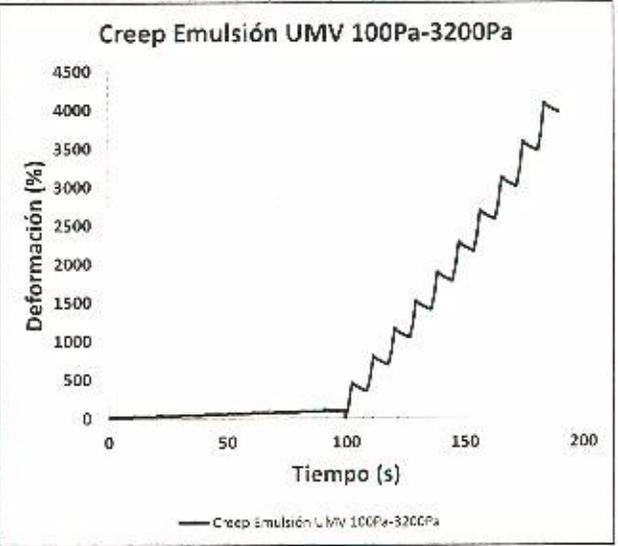
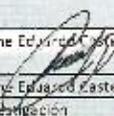
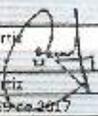
Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto empleando viscosímetro rotacional (N.N.E.717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad (Pa*s)	1879.39	39.05	12.93	1.51



OBSERVACIONES: Para la realización de estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas, anillos de bronce, platos de base, estereos de acero de 9.5 mm de diámetro con una masa de 3,14 ± 0,05 g, recipiente de vidrio de 500 ml, termómetro con rango de temperatura de 30°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayo de ductilidad, baño de agua, ductómetro, termómetro con escala de -8°C a 32°C graduación 0,1°C longitud total 3,045mm, penetrómetro digital, agua de penetración, recipiente a molde para la muestra, consola de viscosímetro rotacional.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA	UN VERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	MEDICIÓN DE PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS LIGANTES ASFÁLTICOS MEDIANTE EL REÓMETRO DE CORTE DINÁMICO I.N.V.E - 750 - 07		 Grupo de Investigación Geotecnia																																																																																						
		Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia																																																																																								
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8																																																																																										
SOLICITUD:	CONVENIO 489 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 20 DE 2017																																																																																							
MUESTRA:	ASFALTO RESIDUAL UMV	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 22 DE 2017																																																																																							
ENSAYO																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Rampa de temperatura</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo</th> <th style="text-align: center;">Deformación</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">s</th> <th style="text-align: center;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>15</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>15</td><td>25</td></tr> <tr><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>25</td><td>34</td></tr> <tr><td>30</td><td>25</td></tr> <tr><td>35</td><td>44</td></tr> <tr><td>40</td><td>55</td></tr> <tr><td>45</td><td>53</td></tr> <tr><td>50</td><td>47</td></tr> <tr><td>55</td><td>52</td></tr> <tr><td>60</td><td>56</td></tr> <tr><td>65</td><td>70</td></tr> <tr><td>70</td><td>64</td></tr> <tr><td>75</td><td>79</td></tr> <tr><td>80</td><td>73</td></tr> <tr><td>85</td><td>88</td></tr> <tr><td>90</td><td>81</td></tr> <tr><td>95</td><td>96</td></tr> <tr><td>100</td><td>86</td></tr> <tr><td>105</td><td>78</td></tr> <tr><td>110</td><td>154</td></tr> <tr><td>115</td><td>487</td></tr> <tr><td>120</td><td>697</td></tr> <tr><td>125</td><td>1047</td></tr> <tr><td>130</td><td>1128</td></tr> <tr><td>135</td><td>1492</td></tr> <tr><td>140</td><td>1470</td></tr> <tr><td>145</td><td>1842</td></tr> <tr><td>150</td><td>1822</td></tr> <tr><td>155</td><td>2114</td></tr> <tr><td>160</td><td>2197</td></tr> <tr><td>165</td><td>2606</td></tr> <tr><td>170</td><td>2591</td></tr> <tr><td>175</td><td>3023</td></tr> <tr><td>180</td><td>3010</td></tr> <tr><td>185</td><td>3474</td></tr> <tr><td>190</td><td>3459</td></tr> <tr><td>195</td><td>3953</td></tr> </tbody> </table>					Rampa de temperatura		Tiempo	Deformación	s	%	0	0	1	15	10	10	15	25	20	20	25	34	30	25	35	44	40	55	45	53	50	47	55	52	60	56	65	70	70	64	75	79	80	73	85	88	90	81	95	96	100	86	105	78	110	154	115	487	120	697	125	1047	130	1128	135	1492	140	1470	145	1842	150	1822	155	2114	160	2197	165	2606	170	2591	175	3023	180	3010	185	3474	190	3459	195	3953
Rampa de temperatura																																																																																										
Tiempo	Deformación																																																																																									
s	%																																																																																									
0	0																																																																																									
1	15																																																																																									
10	10																																																																																									
15	25																																																																																									
20	20																																																																																									
25	34																																																																																									
30	25																																																																																									
35	44																																																																																									
40	55																																																																																									
45	53																																																																																									
50	47																																																																																									
55	52																																																																																									
60	56																																																																																									
65	70																																																																																									
70	64																																																																																									
75	79																																																																																									
80	73																																																																																									
85	88																																																																																									
90	81																																																																																									
95	96																																																																																									
100	86																																																																																									
105	78																																																																																									
110	154																																																																																									
115	487																																																																																									
120	697																																																																																									
125	1047																																																																																									
130	1128																																																																																									
135	1492																																																																																									
140	1470																																																																																									
145	1842																																																																																									
150	1822																																																																																									
155	2114																																																																																									
160	2197																																																																																									
165	2606																																																																																									
170	2591																																																																																									
175	3023																																																																																									
180	3010																																																																																									
185	3474																																																																																									
190	3459																																																																																									
195	3953																																																																																									
																																																																																										
OBSERVACIONES:																																																																																										
Ejecutor:	Francisco Justino Espinosa Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz																																																																																							
Firma:		Firma:																																																																																								
Nombre:	Francisco Justino Espinosa Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz																																																																																							
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 489 de 2017																																																																																							



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

MEDICIÓN DE PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS LIGANTES ASFÁLTICOS
MEDIANTE EL REÓMETRO DE CORTE DINÁMICO I.N.V.E - 750 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 21 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT: 800.225.340-8

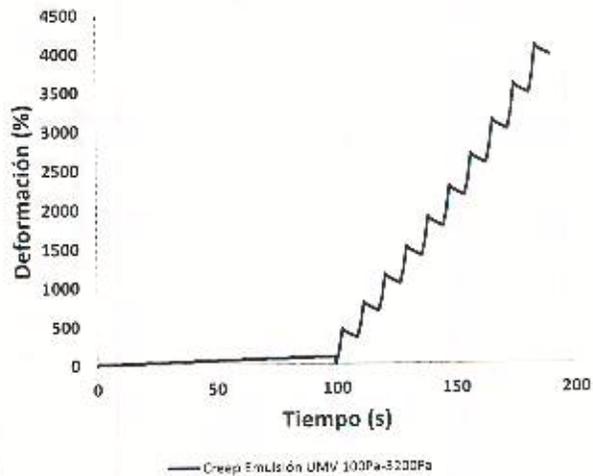
SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 20 DE 2017
MUESTRA: ASFALTO RESIDUAL UMV FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 27 DE 2017

ENSAYO

Rampa de temperatura

Tiempo	Deformación
s	%
0	0
1	15
10	10
11	25
20	17
21	34
30	27
31	44
40	40
41	51
50	45
51	60
60	56
61	68
70	62
71	82
80	71
81	86
90	82
91	97
91	95
100	25
101	157
110	438
111	697
120	1048
121	1127
130	1496
131	1467
140	1837
141	1821
150	2209
151	2198
160	2605
161	2594
170	3022
171	3014
180	3473
181	3465
190	3952

Creep Emulsión UMV 100Pa-3200Pa



OBSERVACIONES

Ejecutó: Francis Justine Edgardo Castellanos
Firma:
Nombre: Francis Justine Edgardo Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017

ANEXO 7

Ensayos de laboratorio Caracterización asfalto



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Te: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, N°: 800 224.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO - UMV	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 26 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	55.1	54.8	55.2	54.9
Temperatura promedio °C	55			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (N.V.E.712-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1220	1260	1310
Dato final	1878	1920	1961
Penetración	658	660	651
Penetración promedio	66		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (N.V.E.709-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	255
Temperatura ignición (°C)	220

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (N.V.E.709-07)

Ductilidad (cm)

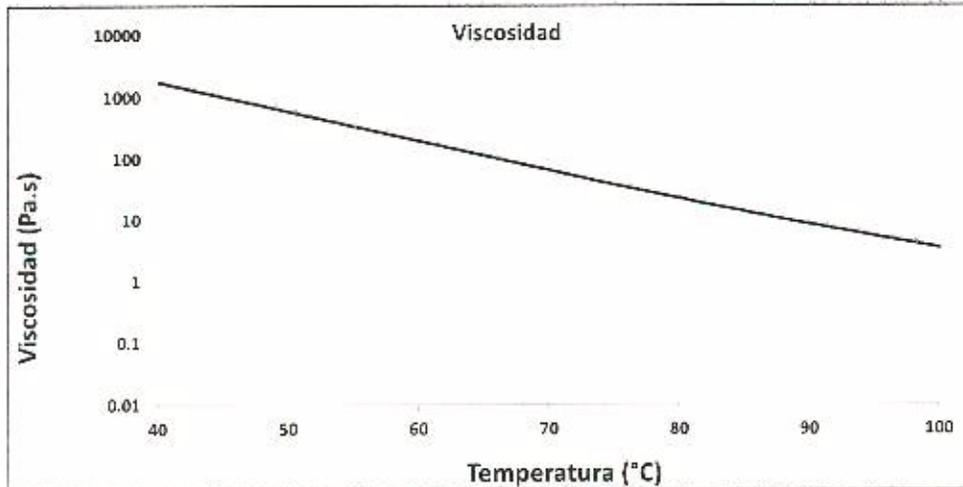
120

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (N.V.E.709-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto empleando el viscosímetro rotacional (N.V.E.717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad (Pa*s)	1732.36	195.35	23.08	3.45



OBSERVACIONES:

Para la realización de estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas: anillos de bronce, platos de base, este de acero de 8.5 mm de diámetro con una masa de 3.5g ± 0.05 g, recipiente de vidrio de 800 ml, termómetro con rango de temperatura de 30°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayo de ductilidad, baño de agua, ductilómetro, termómetro con escala de -8°C a 32°C graduación 0.2°C longitud total 178.5mm, penetrametro digital, agua de penetración, recipiente o molde para la muestra, cronómetro y viscosímetro rotacional.

Ejecutor: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1281, Fax: 1-6370557, N.T. 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	NOVIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO - UMV	FECHA DE ENSAYO:	NOVIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	54.7	54.8	55	55.3
Temperatura promedio °C	55			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (N.N.E. 712-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1223	1279	1330
Dato final	1895	1980	1975
Penetración	602	657	645
Penetración promedio	65		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (N.N.E. 705-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	252
Temperatura ignición (°C)	225

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (N.N.E. 708-07)

Ductilidad (cm)

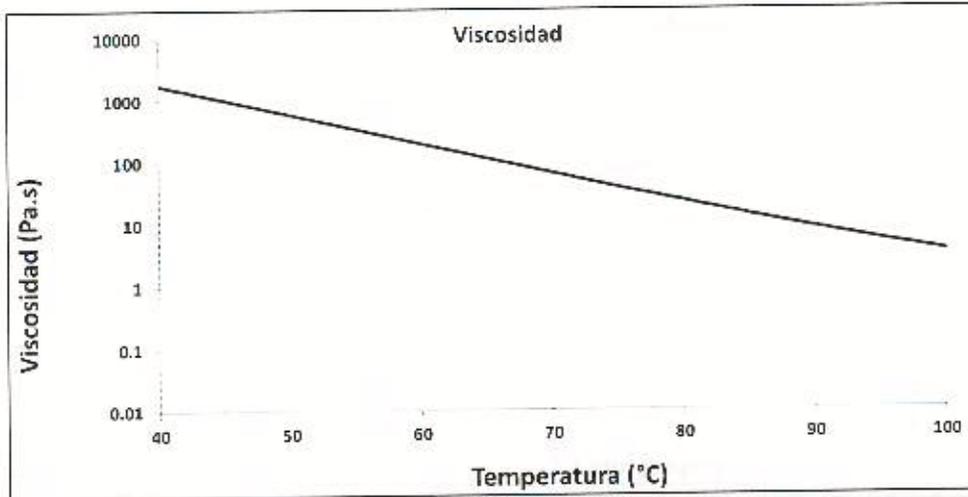
121

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (N.N.E. 702-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto empleando el viscosímetro rotacional (N.N.E. 717-07)

Temperatura °C	40	50	60	100
Viscosidad (Pa*s)	1748.13	213.46	25.41	1.71



OBSERVACIONES: Para la calibración de estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas, así como bronce, platos de base, esfera de acero de 9.5 mm de diámetro con una masa de 3.1g ± 0.05 g, recipiente de vidrio de 500 ml, termómetro con rango de temperatura de 30°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayo de ductilidad, balfo de agua, viscosímetro, termómetro con escala de -4°C a 32°C (gradación 0.1°C longitud total 5945mm, penetrómetro digital, balanza de penetración, recipiente a medida para la muestra, transmisor y viscosímetro rotacional.

Ejecutor: Francheth Justine Eduarado Castellanos
Firma:
Nombre: Francheth Justine Eduarado Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: (+57) 6500000 ext. 1291, Fax: (+57) 6372557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 15 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO - UMW	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	55.2	54.8	54.9	55.2
Temperatura promedio °C	55			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (N.V.E-712-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1239	1278	1929
Dato final	1890	1535	1979
Penetración	651	657	644
Penetración promedio	65		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (N.V.E-706-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	255
Temperatura ignición (°C)	232

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (N.V.E-703-07)

Ductilidad (cm)

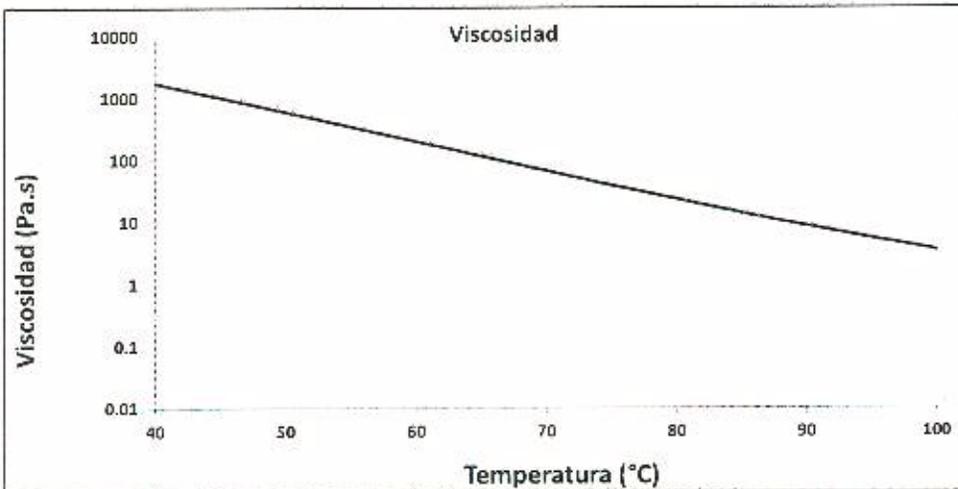
122

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (N.V.E-704-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto aplicando el viscosímetro rotacional (N.V.E-717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad (Pa*s)	1742.26	193.39	19.08	4.78



OBSERVACIONES:

Para la realización de estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas, análisis de bronce, platos de base, esfera de acero de 9.5 mm de diámetro con una masa de 3.5g ± 0.05 g, recipiente de vidrio de 600 ml, termómetro con rango de temperatura de 10°C a 200°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayo de ductilidad, baño de agua, ductilómetro, termómetro con escala de 0°C y 32°C precisión 0.1°C longitud oval 579-5mm, viscosímetro digital, agua de penetración, respuente a molde para la muestra, cronómetro y viscosímetro rotacional.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS-FÍSICAS DEL ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería CIVIL - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 468 DE 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	DICIEMBRE 19 DE 2017
MUESTRA:	ASFALTO - UMY	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 20 DE 2017

ENSAYO

Punto de Ablandamiento (Ensayo anillo y bola)

Muestra	1A	2A	3A	4A
Temperatura °C	54.8	54.7	55.3	55.1
Temperatura promedio °C	55			

Norma: Punto de ablandamiento de materiales asfálticos (aparato de anillo y bola) (I.N.V.E-712-07)

Penetración

Muestra	1	2	3
Dato inicial	1245	1280	1326
Dato final	1898	1937	1977
Penetración	653	657	651
Penetración promedio	65		

Norma: Penetración de los materiales asfálticos (I.N.V.E-705-07)

Punto de llama e ignición

Temperatura punto de llama (°C)	258
Temperatura ignición (°C)	129

Norma: Puntos de ignición y de llama mediante copa abierta de Cleveland (I.N.V.E-739-07)

Ductilidad [cm]

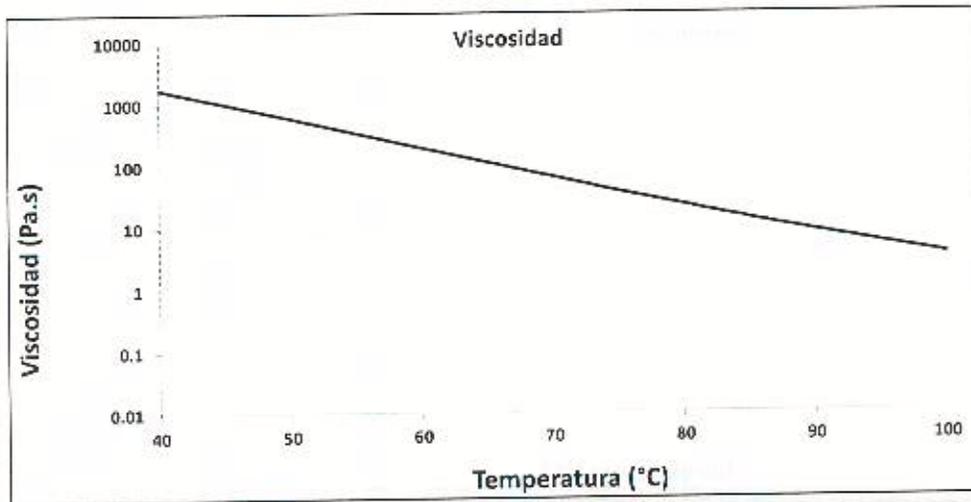
120

Norma: Ductilidad de los materiales asfálticos (I.N.V.E-702-07)

Viscosidad del asfalto

Norma: Método para determinar la viscosidad de asfalto utilizando el viscosímetro rotacional (I.N.V.E-717-07)

Temperatura °C	40	60	80	100
Viscosidad (Pa*s)	1714.00	194.73	25.82	3.75



OBSERVACIONES:

Para la realización de estos ensayos se utilizaron los implementos mencionados por cada una de estas normas, anillos de bronce, platos de base, esteras de arena de 95 mm de diámetro con una masa de 3.5g ± 0.05 g, recipiente de vidrio de 800 ml, termómetro con rango de temperatura de 30°C a 100°C y agua destilada recién hervida, aparato de copa abierta Cleveland, moldes de bronce para ensayo de ductilidad, baño de agua, ductilómetro, termómetro con escala de 0°C a 32°C graduación 0.1°C, longitud total 379.5mm, penetrómetro digital, ajuja de penetración, recipiente o molde para la muestra, cronómetro y viscosímetro rotacional.

Ejecutó: Franceth Justine Escobar Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Escobar Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Cruz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Cruz
Cargo: Director Convenio 468 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

MEDICIÓN DE PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS LIGANTES ASFÁLTICOS
MEDIANTE EL REÓMETRO DE CORTE DINÁMICO I.N.V.E - 750 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación
Geotecnia

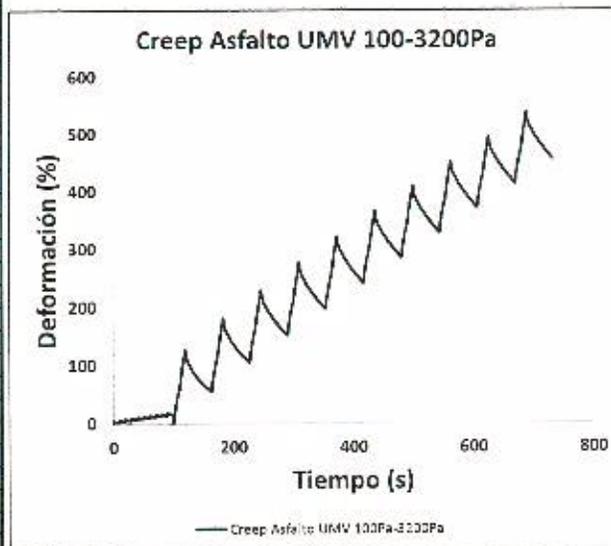
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1295, Fax: 1-8370557, N.T. RDD.225.340-8

SOLICITANTE: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECIBO: DICIEMBRE 20 DE 2017
MUESTRA: ASFALTO UMV FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 22 DE 2017

ENSAYO

Rampa de temperatura

Tiempo	Deformación
5	5
0	0
1	4
10	2
11	6
20	3
21	8
30	5
31	9
40	7
41	11
50	8
51	12
60	9
61	14
70	11
71	15
80	12
81	16
90	14
91	18
91	6
100	58
101	122
110	113
111	92
120	91
121	77
130	76
131	65
140	64
141	57
150	58
151	103
160	105
161	168
170	172
171	153
180	152
181	157
190	136



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Francis Justine Edgardo Gastejanes
Firma:
Nombre: Francis Justine Edgardo Gastejanes
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

MEDICIÓN DE PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LOS LIGANTES ASFÁLTICOS
MEDIANTE EL REÓMETRO DE CORTE DINÁMICO I.N.V.E - 750 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

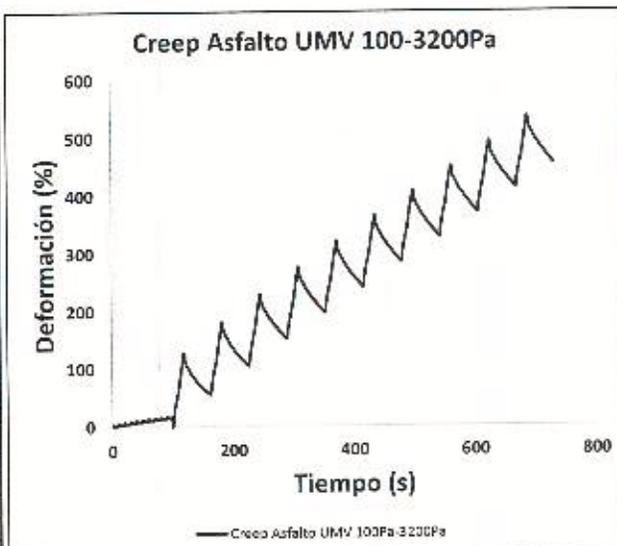


Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE RECEPCIÓN: DICIEMBRE 20 DE 2017
MUESTRA: ASFALTO UMV FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 22 DE 2017

ENSAYO

Rampa de temperatura	
Tiempo	Deformación
s	%
0	0
1	4
10	0
11	7
20	2
21	10
30	7
31	12
40	7
41	12
50	10
51	13
60	12
61	13
70	11
71	16
80	18
81	15
90	16
91	16
91	7
100	58
101	121
110	115
111	94
120	92
121	81
130	76
131	64
140	64
141	56
150	59
151	101
160	110
161	154
170	175
171	155
180	149
181	139
190	124



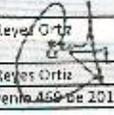
OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017

ANEXO 8

Ensayos de laboratorio Caracterización agregados pétreos

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	ENSAYO DE EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DEL ASFALTO EN MEZCLAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTOS INV - 732 - 07		 Grupo de Investigación Geotecnia																																									
	Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia																																											
	Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia																																											
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D. C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-5370557. NIT. 800 225 940-8																																												
SOLICITUD:	CONVENIO 469 DE 2017	FECHA DE REGISTRO:	DICIEMBRE 9 DE 2017																																									
MUESTRA:	RAP - UMY	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 11 DE 2017																																									
TIPO DE MEZCLA :		RAP Unidad de mantenimiento																																										
% DE AGREGADOS UTILIZADOS		_____																																										
FUENTE DE LOS AGREGADOS		Unidad de mantenimiento																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Zona 1</th> <th>Zona 2</th> <th>Zona 3</th> <th>Zona 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso material inicial (g)</td> <td>1000.0</td> <td>1000.0</td> <td>1000.0</td> <td>1000.0</td> </tr> <tr> <td>Peso filtro limpio (g)</td> <td>15.7</td> <td>15.2</td> <td>15.3</td> <td>15.9</td> </tr> <tr> <td>Peso recipiente (g)</td> <td>105.0</td> <td>115.2</td> <td>121.1</td> <td>111.4</td> </tr> <tr> <td>Peso material sucio + peso recipiente (g)</td> <td>1015.3</td> <td>1050.1</td> <td>1050.3</td> <td>1052.7</td> </tr> <tr> <td>Peso filtro sucio (g)</td> <td>17.4</td> <td>15.7</td> <td>16.5</td> <td>15.8</td> </tr> <tr> <td>Peso material sucio (g)</td> <td>942.0</td> <td>935.4</td> <td>940.4</td> <td>941.8</td> </tr> <tr> <td>Contenido de asfalto</td> <td>5.8</td> <td>6.5</td> <td>6.0</td> <td>5.8</td> </tr> </tbody> </table>						Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Peso material inicial (g)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	Peso filtro limpio (g)	15.7	15.2	15.3	15.9	Peso recipiente (g)	105.0	115.2	121.1	111.4	Peso material sucio + peso recipiente (g)	1015.3	1050.1	1050.3	1052.7	Peso filtro sucio (g)	17.4	15.7	16.5	15.8	Peso material sucio (g)	942.0	935.4	940.4	941.8	Contenido de asfalto	5.8	6.5	6.0	5.8
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4																																								
Peso material inicial (g)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0																																								
Peso filtro limpio (g)	15.7	15.2	15.3	15.9																																								
Peso recipiente (g)	105.0	115.2	121.1	111.4																																								
Peso material sucio + peso recipiente (g)	1015.3	1050.1	1050.3	1052.7																																								
Peso filtro sucio (g)	17.4	15.7	16.5	15.8																																								
Peso material sucio (g)	942.0	935.4	940.4	941.8																																								
Contenido de asfalto	5.8	6.5	6.0	5.8																																								
OBSERVACIONES:																																												
Ejecutó:	Franceth Justine Eduarda Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz																																									
Firma:		Firma:																																										
Nombre:	Franceth Justine Eduarda Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz																																									
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017																																									



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DESGASTE AGREGADOS - MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
INV-E-218-07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1251, Fax: 1-6870557, NIT. 800.225.840.8

SOLICITUD: CONVENIO 469 de 2017 FECHA DE RECEPCIÓN: DICIEMBRE 4 DE 2017
MUESTRA: RAP Unidad de mantenimiento FECHA DE ENSAYO: DICIEMBRE 6 DE 2017

Prueba No:	1	2	3
ESTADO DE LA MUESTRA	seco	seco	sat*
GRADACION USADA	B	B	B
N.O de ESFERAS	11	11	11
PESO DE LA CARGA ABRASIVA	4990.1	5006.8	5000.4
NO. DE REVOLUCIONES	100	500	500
Pa = Peso Muestra Seca Inicial g	5002.7	4988.7	4991.7
Pb = Peso Muestra Seca del Ensayo, despues de lavar sobre tamiz No. 12 g	4605.2	4217.2	4288.2
PERDIDA = Pa - Pb	197.5	771.5	703.5
% DESGASTE (Pa-Pb)/Pa	3.95%	15.46%	14.09%
ESPECIFICACION (P-403)	≤ 5%	≤ 50%	≤ 50%
Relacion de perdida de 100 revoluciones a 500 revoluciones nota 3 Aparte 5.2 Norma Inv E-218		0.26	
Relacion desgaste en estado humedo sobre desgaste en estado seco a 500 revoluciones		0.91	

* El estado SSS de la muestra para ensayo es despues de 48 horas de inmersión

DATOS SOBRE GRADACION, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES

TAMANDOS				PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA (grs)			
PASA		RETIENE		A	B	C	D
Tamiz	Abertura mm	Tamiz	Abertura mm				
1 1/2"	37.5	1"	25	1250 ± 25			
1"	25	3/4"	19	1250 ± 25			
3/4"	19	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	9.5	1/4"	6.3			2500 ± 10	
1/4"	6.3	# 4	4.75			2500 ± 10	
# 4	4.75	# 8	2.36				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
No. Esferas				12	11	8	6
No. Revoluciones				500	500	500	500

B GRADACION ESCOGIDA

OBSERVACIONES:

Ejecutor:	Francisco Justino Echeverri Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justino Echeverri Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DESGASTE AGREGADOS - MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
INV-E-218-07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-6270557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	CONVENIO 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 4 DE 2017
MUESTRA:	Materia: petro UMW	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 6 DE 2017

Prueba No:	1	2	3
ESTADO DE LA MUESTRA	seco	seco	sss*
GRADACION USADA	B	B	B
N.O de ESFERAS	11	11	11
PESO DE LA CARGA ABRASIVA	4997.5	5010.8	5017.2
NO. DE REVOLUCIONES	500	500	500
Pa = Peso Muestra Seca Inicial g	5018	5024	5027
Pb = Peso Muestra Seca del Ensayo, despues de lavar sobre tamiz No. 12 g	4759.4	4814.4	4810.4
PERDIDA = Pa - Pb	218.6	1209.6	1216.6
% DESGASTE (Pa-Pb)/Pa	4.26%	24.08%	24.20%
ESPECIFICACION (P-403)			
Relacion de perdida de 100 revoluciones a 500 revoluciones nota 3 Aparte 5,2 Norma Inv E-218	0.18		
Relacion desgaste en estado humedo sobre desgaste en estado seco a 500 revoluciones	1.01		

* El estado SSS de la muestra para ensayo es despues de 48 horas de inmersion.

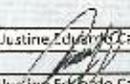
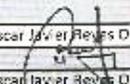
DATOS SOBRE GRADACION, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES

TAMAÑOS				PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA [grs]			
PASA		RETIENE		A	B	C	D
Tamiz	Abertura mm	Tamiz	Abertura mm				
1 1/2"	37.5	1"	25	1250 ± 25			
1"	25	3/4"	19	1250 ± 25			
3/4"	19	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	9.5	1/4"	6.3			2500 ± 10	
1/4"	6.3	#4	4.75			2500 ± 10	
#4	4.75	#2	2.36				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
No. Esferas				12	11	8	6
No. Revoluciones				500	500	500	500

B GRADACION ESCOGIDA

OBSERVACIONES:

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Asesor de Investigación	Cargo:	Director Convenio 469 de 2017

	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	ENSAYO DE CONTENIDO TOTAL DE AGUA EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS POR SECADO INV-E-216-07 Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia									
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8											
SOLICITUD:	CONVENIO 459 DE 2017	FECHA DE RECIBO:	DICIEMBRE 4 DE 2017								
MUESTRA:	RAP unidad de mantenimiento	FECHA DE ENSAYO:	DICIEMBRE 6 DE 2017								
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">W1</th> <th style="width: 25%;">W2</th> <th style="width: 25%;">Wc</th> <th style="width: 25%;">Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">6815.3</td> <td style="text-align: center;">5681.3</td> <td style="text-align: center;">2515.3</td> <td style="text-align: center;">33.7%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Contenido de humedad = 33.7%</p> $\% \text{ Humedad} = \frac{W1 - W2}{W2 - Wc} * 100\%$ <p style="margin-top: 20px;">Nomenclatura: W1 = Masa del recipiente y del espécimen húmedo. W2 = Masa del recipiente y del espécimen seco. Wc = Masa del recipiente.</p>				W1	W2	Wc	Resultado	6815.3	5681.3	2515.3	33.7%
W1	W2	Wc	Resultado								
6815.3	5681.3	2515.3	33.7%								
OBSERVACIONES:											
Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz								
Firma:		Firma:									
Nombre:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz								
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director Convenio 459 de 2017								

ANEXO 9

Diseño Mezcla asfáltica Caliente MD-20

ANEXO 10

Diseño mezclas asfálticas frías MFD-20



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.275.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 1 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 21 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.1	1196.0	2868.8
4.5	2	74.3	100.3	1196.0	3012.2
4.5	3	74.2	100.2	1204.0	2905.0
5.0	1	74.1	100.0	1194.0	3215.0
5.0	2	74.5	100.0	1198.0	3109.6
5.0	3	74.3	99.9	1198.0	3055.5
5.5	1	74.0	100.1	1206.0	4053.4
5.5	2	74.2	100.0	1199.0	3806.0
5.5	3	74.3	100.2	1206.0	4247.2
6.0	1	74.1	99.9	1206.0	3380.7
6.0	2	73.9	100.3	1206.0	3264.6
6.0	3	74.4	99.8	1196.0	3396.9
6.5	1	73.9	100.1	1205.0	2973.6
6.5	2	74.0	100.2	1194.0	2683.2
6.5	3	74.3	100.1	1199.0	2392.0

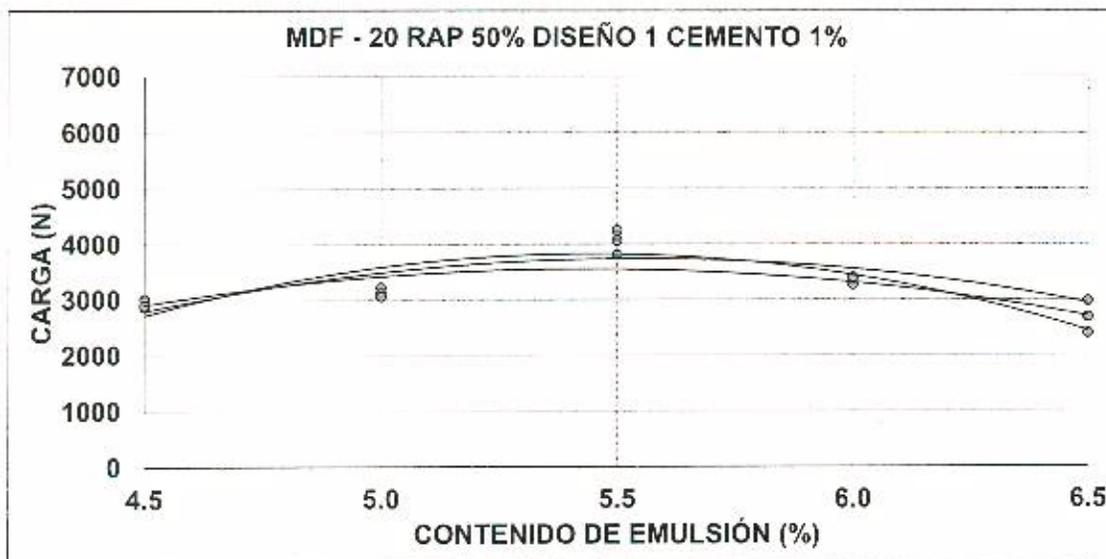


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
4247.2

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales en esta ensayo se dio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Segundo a esto se adicionó el agente sulfónico en un solo caso **proporciónada por la LBR** a tiempo de mezclado de 40 minutos. Los procesos se realizaron para el muestreo al pasar el material a través de una mallas de laboratorio de granos finos al lado de la **MDF-20** a espesor de 20 mm. **MEZCLAS EN FRÍO** con el uso de un mezclador de laboratorio de granos finos al lado de la **MDF-20** a espesor de 20 mm. **MEZCLAS EN FRÍO** con el uso de un mezclador de granos finos al lado de la **MDF-20** a espesor de 20 mm. **MEZCLAS EN FRÍO** con el uso de un mezclador de granos finos al lado de la **MDF-20** a espesor de 20 mm. **MEZCLAS EN FRÍO** con el uso de un mezclador de granos finos al lado de la **MDF-20** a espesor de 20 mm.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 2 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 21 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.0	100.2	1198.0	2754.0
4.5	2	74.5	99.8	1197.0	2952.0
4.5	3	74.1	99.8	1199.0	2846.9
5.0	1	74.4	100.2	1206.0	3312.5
5.0	2	74.4	100.2	1202.0	3078.6
5.0	3	73.8	100.3	1194.0	3024.9
5.5	1	74.1	99.8	1204.0	4225.9
5.5	2	74.3	99.9	1198.0	3653.8
5.5	3	74.0	99.9	1195.0	4034.8
6.0	1	74.3	100.2	1194.0	3245.5
6.0	2	74.1	99.8	1201.0	3329.9
6.0	3	74.0	100.3	1200.0	3532.7
6.5	1	74.5	100.0	1200.0	3033.1
6.5	2	73.8	100.2	1199.0	2710.1
6.5	3	73.9	99.8	1197.0	2416.0

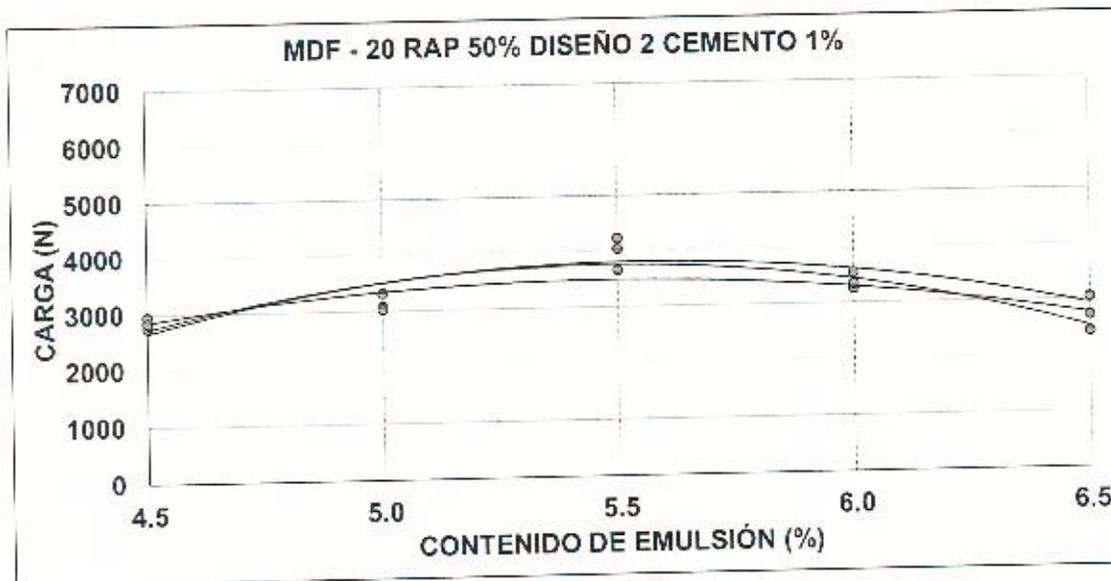


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	4225.9

OBSERVACIONES:

El tiempo de inmersión de los especímenes por el 50% de emulsión se realizó con las siguientes condiciones: con la altura estándar y tiempo de mezcla 5 minutos, según se adicionó el ligante emulsión a este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA 50% RAP 50% para un MDI 20. El tiempo de inmersión fue de 20 minutos. Los resultados de inmersión con el material por lo general se hicieron sobre el 100% de la medición de laboratorio. La gran cantidad utilizada fue la MDF-20 de la especificación de Materiales para las Carreteras del EICQ producido en Colombia. El diseño de laboratorio se realizó con un contenido de 10% del material emulsión de 50% correspondiendo a 50% de RAP y el 50% restante material por lo tanto.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 3 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 21 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.8	100.0	1198.0	2811.4
4.5	2	74.4	100.0	1199.0	2971.9
4.5	3	73.9	100.3	1196.0	3050.3
5.0	1	74.3	99.9	1198.0	3055.2
5.0	2	73.8	100.2	1197.0	3078.6
5.0	3	74.4	100.1	1196.0	2902.7
5.5	1	74.2	100.0	1201.0	4104.0
5.5	2	74.4	100.3	1200.0	3768.0
5.5	3	74.0	100.0	1200.0	4162.2
6.0	1	74.2	100.3	1194.0	3448.3
6.0	2	74.5	100.0	1195.0	3264.6
6.0	3	74.1	99.8	1194.0	3430.8
6.5	1	74.1	99.9	1205.0	3092.6
6.5	2	74.3	100.2	1198.0	2549.1
6.5	3	73.8	100.0	1202.0	2272.4

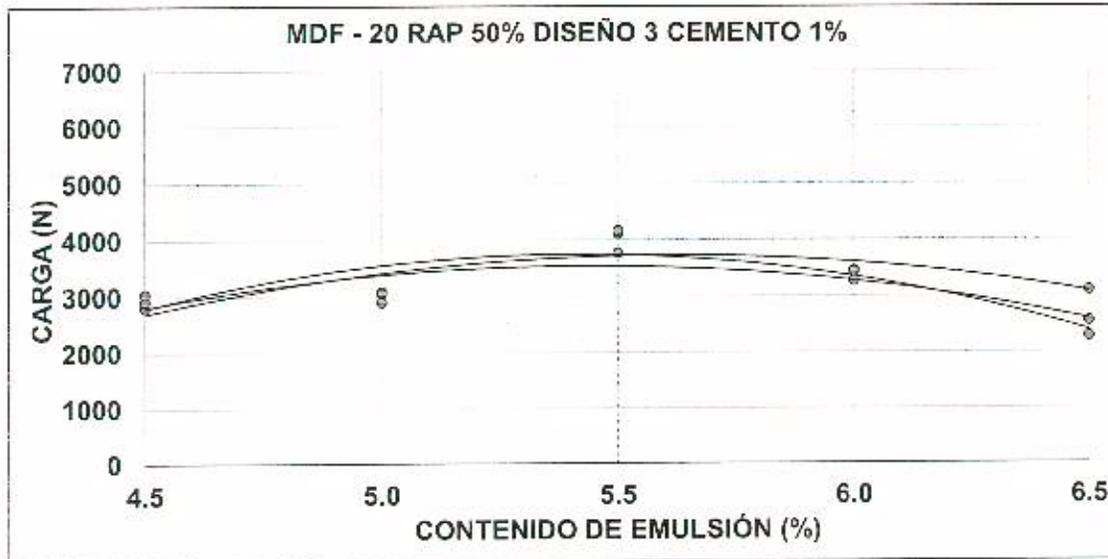


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
4162.2

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de la muestra se realizó en seco en un recipiente bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezcla de 5 minutos. Luego se le agregó el agua y se realizó el proceso de mezcla en seco con EMULSIÓN ASÉPTICA en un tiempo de 20 minutos. Los procesos se realizaron con el material en un moldeador de laboratorio. La granulometría utilizada fue la MDF-20 de la especificación técnica: MEZCLAS ASÉPTICAS DENSAS EN FRO para producción media. El diseño de mezcla con emulsión granulométrica al 75% de material sólido: 0.075 mm (No. 200) - 0.425 mm (No. 40) con 50% de RAP y 50% restante material cementoso.

Ejecutó: Francisco Justino Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Francisco Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Enero 25 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Enero 30 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.2	1203.0	4189.7
4.5	2	74.3	100.2	1195.0	4777.4
4.5	3	74.4	99.8	1196.0	4285.8
5.0	1	74.3	100.0	1199.0	4230.6
5.0	2	73.8	100.2	1194.0	4244.5
5.0	3	74.4	100.0	1197.0	4511.2
5.5	1	74.1	99.9	1196.0	4972.2
5.5	2	74.3	100.2	1199.0	5665.5
5.5	3	74.4	100.2	1201.0	4622.4
6.0	1	74.1	100.2	1206.0	4234.6
6.0	2	74.4	100.2	1203.0	4316.5
6.0	3	74.2	100.1	1202.0	4174.8
6.5	1	74.5	100.0	1197.0	3836.5
6.5	2	74.3	100.3	1196.0	3989.2
6.5	3	74.4	99.9	1197.0	3783.5

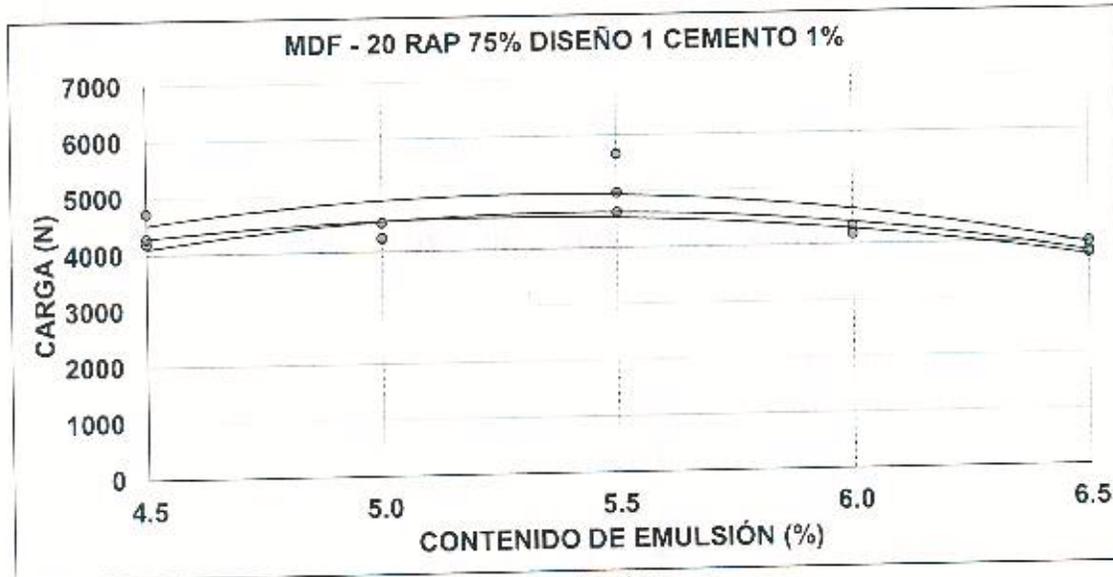


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5665.5

OBSERVACIONES:

El Grupo de Investigación de las mezclas de base en sujeción a las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de maduración de 7 días. Según a esto se adjunta el informe de ensayo de EMULSIÓN ASÉPTICA propuesto por la SMOE, en el cual se realizaron los ensayos de resistencia de las mezclas de base en sujeción a las condiciones de laboratorio. La carga máxima obtenida fue de 5665.5 N para la mezcla de base en sujeción a las condiciones de laboratorio. El diseño de la mezcla de base en sujeción a las condiciones de laboratorio se realizó en los términos de la SMOE y la SMOE de RAP y la SMOE de mezcla de base en sujeción a las condiciones de laboratorio.

Ejecutó: Franceth Justine Ed. Caydo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Enero 25 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 2 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Enero 30 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	99.8	1197.0	4027.1
4.5	2	74.4	100.1	1205.0	4680.1
4.5	3	73.9	100.0	1199.0	4457.2
5.0	1	74.3	99.9	1204.0	4357.5
5.0	2	74.0	100.3	1203.0	4329.3
5.0	3	74.1	100.3	1205.0	4420.9
5.5	1	74.5	99.8	1205.0	4972.2
5.5	2	74.3	100.3	1205.0	5722.2
5.5	3	74.4	100.2	1200.0	4437.5
6.0	1	73.9	100.1	1204.0	4361.6
6.0	2	74.2	99.8	1203.0	4143.9
6.0	3	74.4	99.8	1196.0	3955.1
6.5	1	74.2	100.0	1196.0	3913.3
6.5	2	74.5	100.3	1201.0	4108.9
6.5	3	74.2	99.8	1202.0	3972.6

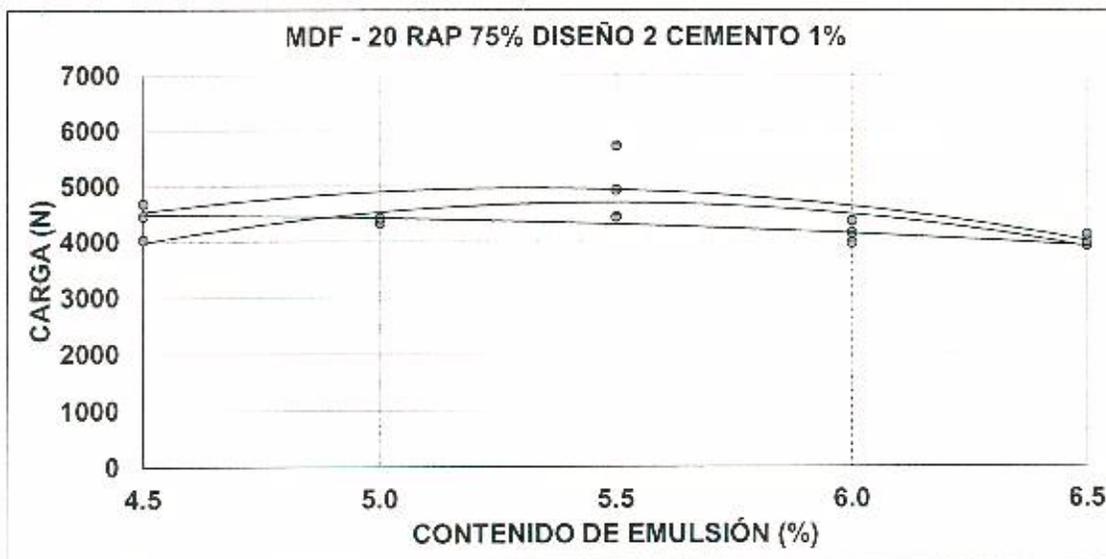


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5722.2

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de los materiales por ensayo se realizó bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezcla de 5 min. Se siguió a esto el método de ligadura y se realizó en este caso **EMULSIÓN ANIDA** como se definió por la UNFZ su tiempo de mezcla de 30 minutos con emulsión de maicena para el material de ensayo. Para el ensayo se usó un molde de laboratorio. La granulometría utilizada fue la **UNE-20** de la especificación técnica **MEZCLAS ASFÁLTICAS DE USOS EN FRENTE** (producción media). El diseño se elaboró con material granular dando el 75% del material pesados en los tamices 75, 150, 300, 600 y el 25% restante material ceceo.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Enero 25 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Enero 30 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.8	100.2	1201.0	4105.9
4.5	2	74.1	100.2	1195.0	4538.3
4.5	3	74.2	99.8	1194.0	4328.7
5.0	1	74.1	99.8	1198.0	4146.0
5.0	2	74.1	100.2	1202.0	4202.0
5.0	3	74.1	100.0	1195.0	4556.3
5.5	1	74.5	99.9	1199.0	4922.5
5.5	2	74.0	99.9	1195.0	5495.6
5.5	3	74.0	99.8	1205.0	4576.1
6.0	1	74.1	100.3	1197.0	4319.2
6.0	2	74.4	100.2	1200.0	4273.4
6.0	3	73.8	100.0	1206.0	4049.6
6.5	1	74.5	100.0	1201.0	3544.7
6.5	2	74.4	100.0	1200.0	4188.7
6.5	3	74.5	99.8	1195.0	3707.8

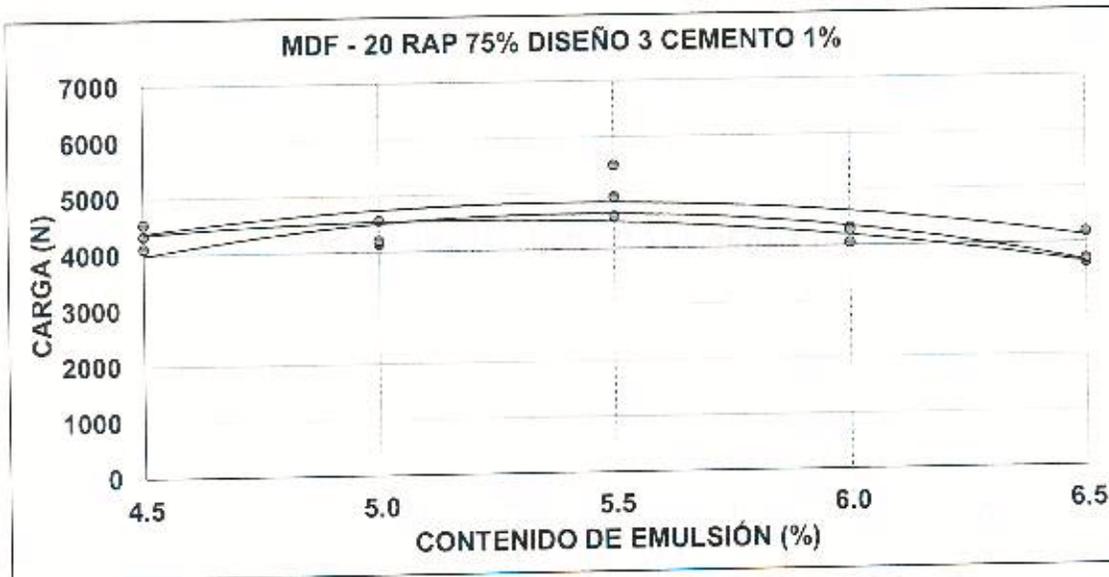


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5495.6

OBSERVACIONES:

2. Tiempo máximo de mezcla es 30 minutos para el tipo de mezcla que se está probando. Se debe tener en cuenta el tiempo de mezcla y el tiempo de reposo de la muestra. Según el tipo de aditivo el tiempo máximo de mezcla es: EMULSION 55%, TGA procedido por la UME, 20 minutos. Los procesos de mezcla para el presente proyecto se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio de gran capacidad ubicada en el MDF-20 de la explotación de la Mezclas ASFALTICAS DEBILAS EN FRIO grado 3, diseño 3 y elaboro con material granular de tipo 3 de material seleccionado en los terrenos 308° 101 - 014, con respuesta a 75% de RAP y al 25% restante material nuevo.

Ejecutó: Franceth Justine Ecuadoro Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Enero 25 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Enero 30 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	99.8	1205.0	3424.7
4.5	2	74.3	100.2	1199.0	3290.4
4.5	3	73.9	100.0	1201.0	3336.4
5.0	1	73.8	100.2	1194.0	3652.8
5.0	2	74.1	99.9	1196.0	3602.8
5.0	3	74.0	100.1	1198.0	3738.6
5.5	1	74.3	100.3	1205.0	3873.4
5.5	2	74.4	100.3	1205.0	3837.9
5.5	3	74.1	100.0	1195.0	3744.1
6.0	1	73.8	100.2	1200.0	4610.2
6.0	2	74.5	99.8	1205.0	4327.9
6.0	3	74.2	100.1	1194.0	4312.5
6.5	1	74.2	100.0	1197.0	3715.6
6.5	2	74.2	99.8	1203.0	3709.5
6.5	3	74.5	100.1	1203.0	3987.2

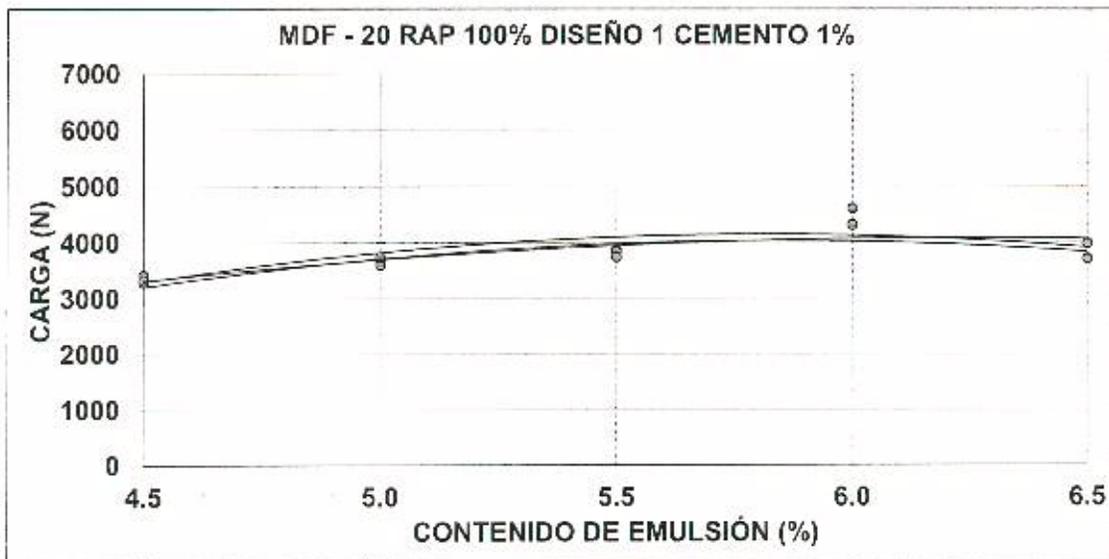


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
4610.2

OBSERVACIONES:

El proceso de medición de los materiales, cubos en seco en tarro regido bajo las condiciones de temperatura ambiente y tiempo de maduración fueron según se detalló en la figura adjunta en el protocolo EMULSIÓN ASFÁLTICA proporción unida con la LME 51. Teniendo en cuenta que los 70 minutos, los procesos de mezclado para el material pórtico se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La muestra utilizada en todo fue la MDF-20 de la asociación. El factor **MEDIDAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO** gracias a media. El diseño se elaboró con cemento granular con un 100% de las especificaciones RAP.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Enero 25 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Enero 30 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.3	1203.0	3253.5
4.5	2	74.5	100.1	1195.0	3158.8
4.5	3	74.5	100.3	1197.0	3503.2
5.0	1	74.4	99.8	1206.0	3725.6
5.0	2	74.3	100.0	1197.0	3458.7
5.0	3	74.2	100.1	1204.0	3776.0
5.5	1	73.9	100.1	1204.0	3950.9
5.5	2	74.5	100.2	1194.0	4029.8
5.5	3	74.1	100.1	1196.0	3893.8
6.0	1	74.1	100.0	1202.0	4564.1
6.0	2	73.8	100.0	1198.0	4501.0
6.0	3	74.4	99.9	1203.0	4096.8
6.5	1	74.0	100.3	1200.0	3678.5
6.5	2	74.5	99.8	1206.0	3524.0
6.5	3	73.8	99.8	1209.0	4106.8

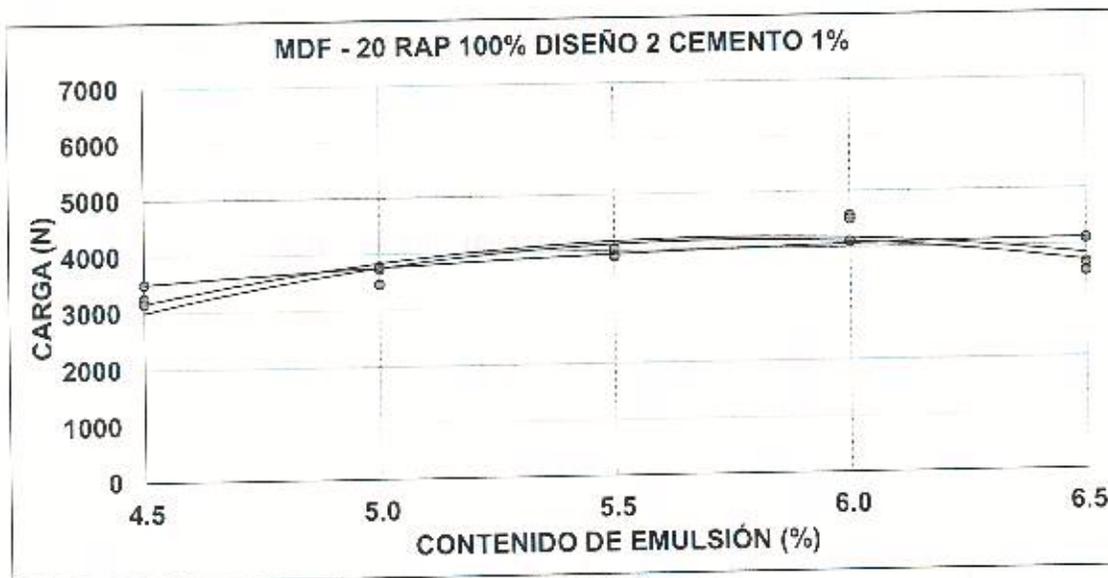


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)	6.0
Carga máxima (N)	4564.1

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de las probetas, aditivos en masa y su modificación en masa, se realizó a 100 rpm y tiempo de mezcla 5 minutos. Seguido a esto se realizó el golpe en seco en este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA proporciones por la LMA, el tiempo de mezcla fue de 30 minutos, los porcentajes de mezcla para el material primario fueron: 60% cemento, 40% agregado grueso y 10% cemento. La gran cantidad de agua en la MDF-20 de la mezcla de emulsión, se utilizó para la mezcla de la mezcla de emulsión y el agua de la mezcla de emulsión se utilizó para la mezcla de emulsión y el agua de la mezcla de emulsión se utilizó para la mezcla de emulsión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-R

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Enero 25 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Enero 30 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.8	100.1	1203.0	3527.5
4.5	2	74.0	99.9	1198.0	3454.9
4.5	3	74.4	99.9	1204.0	3403.1
5.0	1	74.5	99.8	1194.0	3689.1
5.0	2	73.9	100.0	1195.0	3458.7
5.0	3	74.1	100.1	1204.0	3701.3
5.5	1	73.8	100.1	1195.0	3873.4
5.5	2	74.2	99.9	1197.0	3684.4
5.5	3	73.9	99.9	1203.0	3818.9
6.0	1	73.9	99.9	1202.0	4518.0
6.0	2	74.2	99.8	1197.0	4198.0
6.0	3	74.1	99.8	1206.0	4312.5
6.5	1	74.2	100.3	1194.0	3827.1
6.5	2	74.1	100.3	1195.0	3672.4
6.5	3	74.1	100.1	1200.0	4186.5

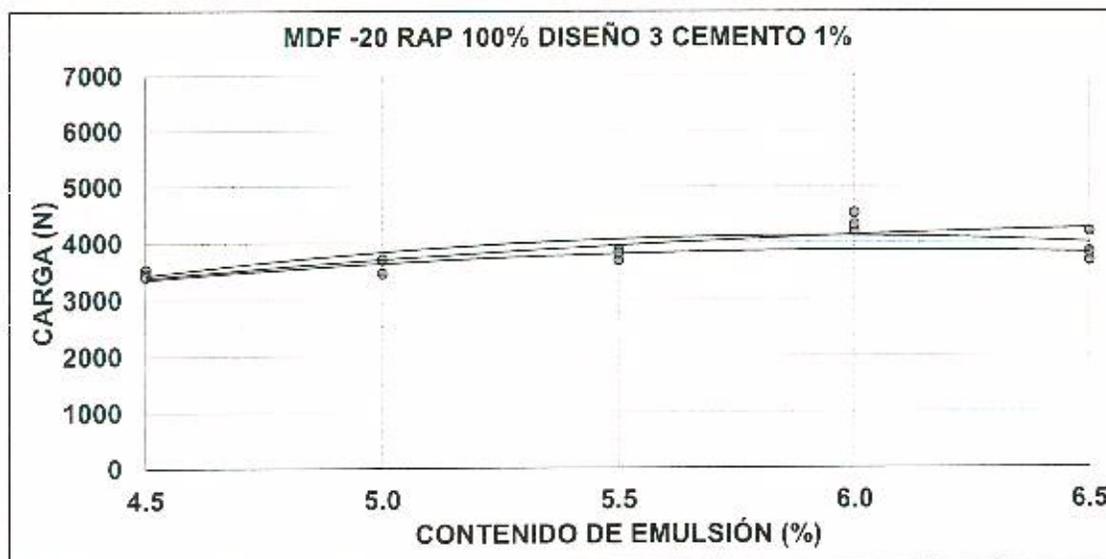


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
4518.0

OBSERVACIONES:

El ensayo de mezclado de los materiales citados en esta prueba regido bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Seguido a esto se realizó el ensayo de ensayo en esta caso: ENSAYO A ASFÁLTICAS proporción masa por masa 20/80 su tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los probetas de mezclado para el ensayo de ensayo se lavaron solo en una mezcla de agua y alcohol. La granulometría del caso 100% MDF-20 en la especificación técnica. MISCELAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRO. granulometría 5. Se debe ser el ensayo con material granular con 100% de sus agregados con RAP.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 1 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 28 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.4	99.9	1202.0	3126.2
4.5	2	74.2	100.2	1203.0	3132.7
4.5	3	73.9	99.9	1197.0	3227.8
5.0	1	73.8	100.3	1206.0	3661.8
5.0	2	73.8	100.2	1195.0	3627.9
5.0	3	74.1	100.0	1200.0	3680.5
5.5	1	73.9	100.3	1195.0	4364.7
5.5	2	74.5	99.9	1201.0	4292.4
5.5	3	73.8	100.3	1196.0	4351.4
6.0	1	74.1	100.2	1198.0	3630.6
6.0	2	73.8	100.0	1206.0	3769.2
6.0	3	74.3	100.0	1201.0	3622.5
6.5	1	74.1	100.1	1202.0	3287.8
6.5	2	74.4	99.8	1204.0	3384.2
6.5	3	73.8	100.3	1195.0	3146.3

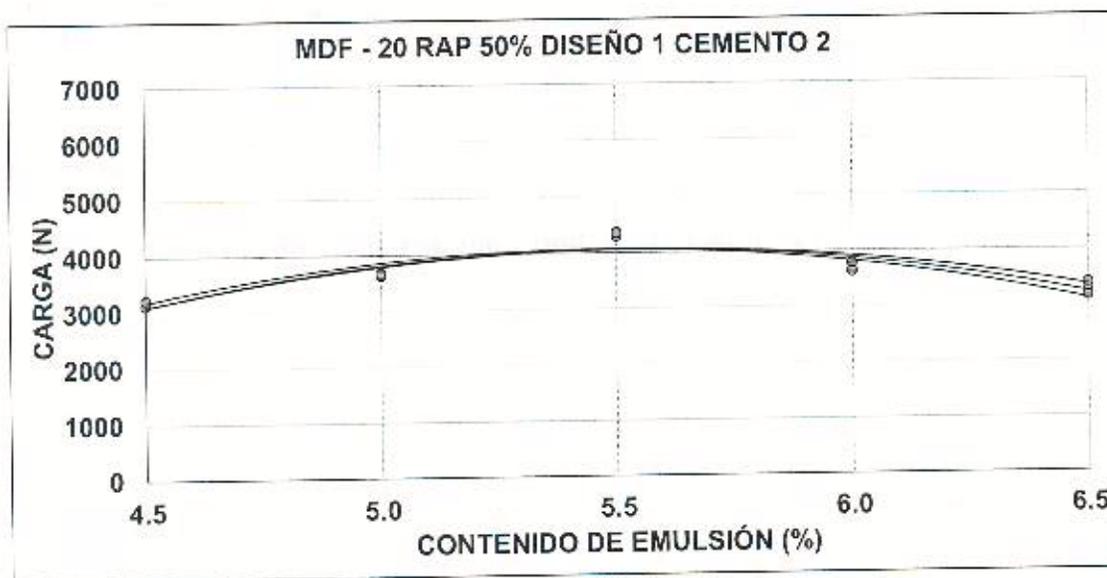


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
4364.7

OBSERVACIONES:

El tiempo de preparación de las probetas se hizo en tres etapas según los siguientes procedimientos: tiempo de mezcla 5 minutos. Según a esto se adjunta el gráfico de este tipo de EMULSIÓN ASFÁLTICA proporción con la LEM en tiempo de preparación de 40 minutos. Los procesos de ensayo para el presente ensayo se llevaron a cabo en una muestra por triplicado, la emulsión en el presente caso es la MDF-20 de la especificación de las MEZCLAS ASFÁLTICAS DENOMINADAS EN MILA para el presente ensayo se utilizó el granulado de 75% de la muestra retenida en los tambores 4.75 - 1.18 - 0.425 mm y se usó el 30% de RAP y el 30% restante material primario.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.725.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 2 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 26 de 2018

Tabla 2. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	100.7	1196.0	3313.8
4.5	2	74.0	99.9	1196.0	3038.8
4.5	3	74.5	100.1	1205.0	3131.0
5.0	1	74.1	99.8	1198.0	3808.3
5.0	2	74.1	100.1	1202.0	3700.5
5.0	3	74.2	100.3	1203.0	3827.7
5.5	1	74.1	100.2	1198.0	4408.4
5.5	2	74.3	100.2	1203.0	4549.9
5.5	3	74.1	100.0	1196.0	4307.8
6.0	1	74.1	99.9	1203.0	3775.9
6.0	2	74.4	99.8	1206.0	3995.3
6.0	3	74.1	99.8	1197.0	3513.8
6.5	1	73.9	100.3	1200.0	3254.9
6.5	2	73.8	100.0	1195.0	3722.7
6.5	3	74.4	100.1	1203.0	3051.9

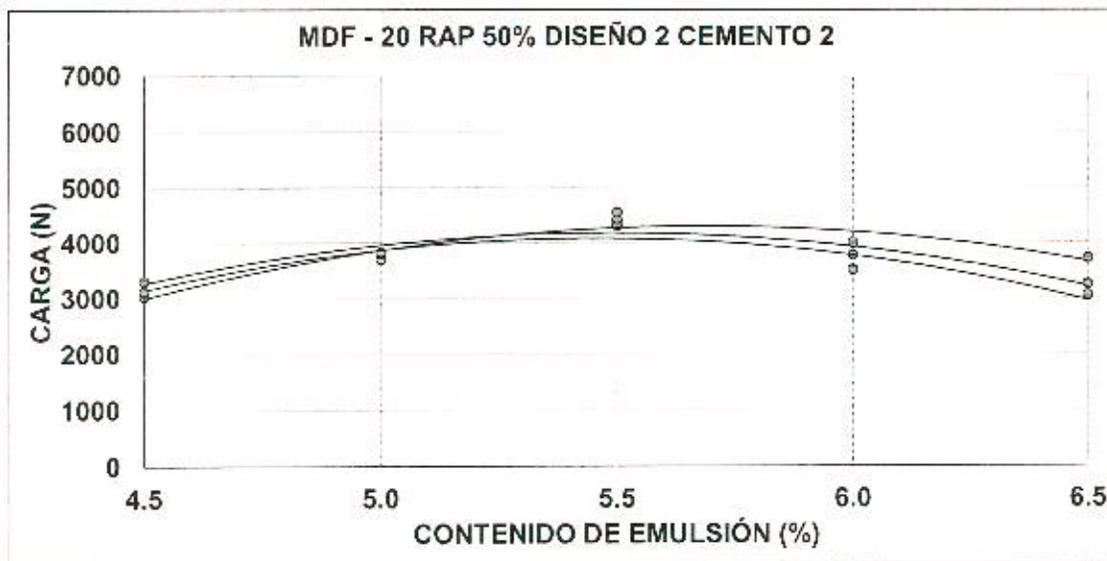


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
4549.9

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales por seco en seco en un regno bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos, según a este se dio el lugar a la siguiente emulsión ASPÁLTICA emulsionada por el 4.5% de tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los resultados de mezclado con el material cedido se lavaron en una mezcladora de laboratorio. El granulado utilizado fue la MDF-20 de la especificación técnica: **MEDIDAS ASPÁLTICAS DE BASES RÁPIDAS** producción media. El tiempo de cubro con respecto al granulado es de 75% de material retenido en los tambores 75 - 875 - 34" correspondiendo a 50% de RAP y el 50% correspondiente material cedido.

Ejecutó: Franceth Justina Cuervo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 3 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 28 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	100.2	1202.0	3063.7
4.5	2	74.0	99.9	1202.0	3289.4
4.5	3	73.8	99.9	1196.0	3421.5
5.0	1	74.2	100.1	1200.0	3844.9
5.0	2	74.4	100.3	1203.0	3519.1
5.0	3	73.8	99.9	1200.0	4048.5
5.5	1	73.9	99.9	1199.0	4321.1
5.5	2	74.0	99.9	1194.0	4421.1
5.5	3	74.2	100.0	1196.0	4220.8
6.0	1	74.2	99.9	1204.0	3667.0
6.0	2	73.9	99.8	1202.0	4146.1
6.0	3	74.3	99.8	1203.0	3731.2
6.5	1	73.8	100.1	1202.0	3485.0
6.5	2	74.2	99.9	1197.0	3553.5
6.5	3	74.3	100.1	1206.0	3335.1

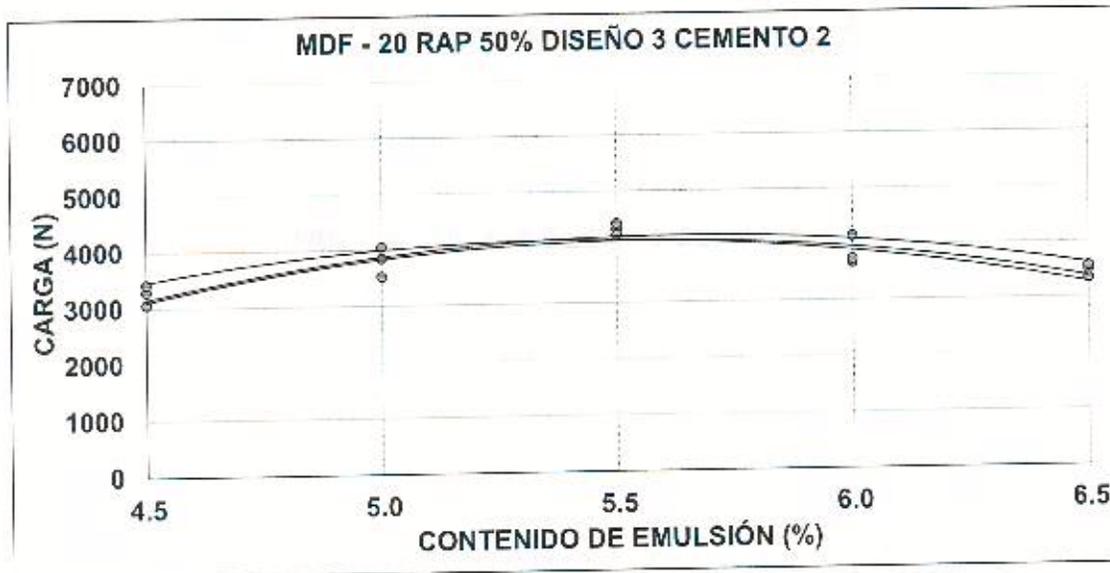


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	4421.1

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de los materiales cementosos entre si y de los de las condiciones de temperatura ambiente y tiempo de maduración. Según a esto se adentro el agua dentro en este 20% EMULSIÓN ANALÍTICA proporción por la UNQ. Tiempo de maduración 20 minutos, por proceso de llenado para el sistema de ensayo de 100mm de diámetro de ensayo. La gran firmeza utilizada fue el MDF-20 de la especificación de las MEZCLAS ANALÍTICAS DENOMINADAS EN EL proceso de ensayo. El ensayo se efectuó con material que cubre desde el 4.5% de emulsión hasta en los límites 6.0 - 6.5% corresponden a 50% de RAP y a 30% restante material sustro.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.7	100.3	1204.0	4538.9
4.5	2	74.0	99.9	1195.0	4333.4
4.5	3	74.1	99.8	1197.0	4495.6
5.0	1	74.0	100.3	1203.0	4492.7
5.0	2	74.1	100.0	1195.0	4407.7
5.0	3	74.3	99.9	1204.0	4476.7
5.5	1	73.8	99.8	1197.0	5165.7
5.5	2	74.3	99.8	1205.0	4752.1
5.5	3	74.5	99.8	1199.0	5008.2
6.0	1	73.8	100.1	1206.0	4478.3
6.0	2	74.5	99.9	1201.0	4447.7
6.0	3	74.4	100.1	1194.0	4304.5
6.5	1	74.0	99.8	1201.0	3978.6
6.5	2	74.5	99.9	1196.0	4232.7
6.5	3	74.3	100.1	1196.0	4025.0

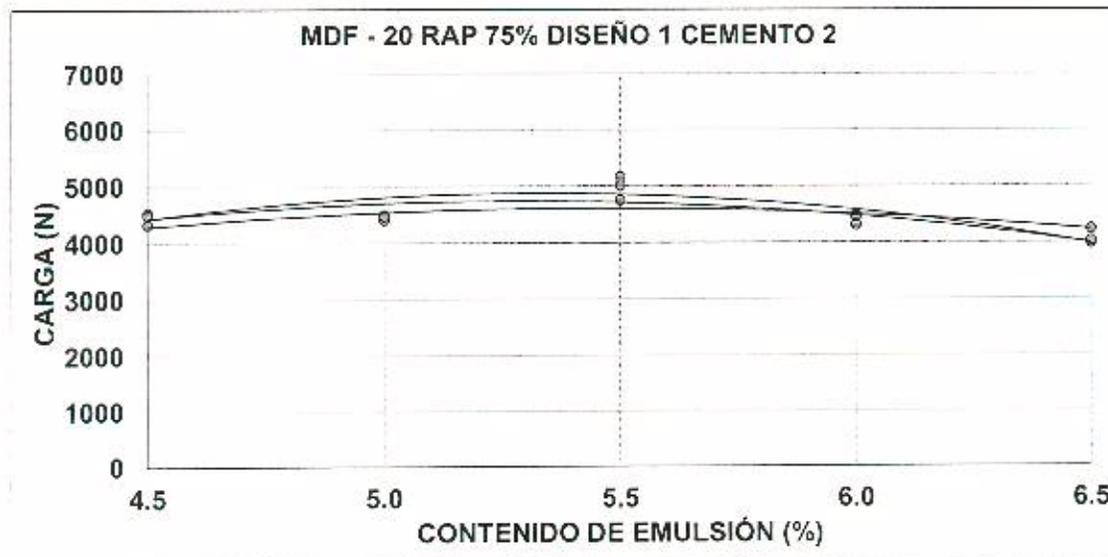


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5165.7

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de la muestra se realizó en seco en un recipiente bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos, según el caso se adjuntó el tiempo definido en este caso **EMULSIÓN ASFÁLTICA** recomendada por la LRN al tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezclado con el motor síncron se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la **MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1** la especificación técnica **PARQUEAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO** producción mediana. El diseño se obtuvo con base en la granulometría al 75% del material obtenido en su cámara 200" - 120" - 30" correspondiente a 75% de 447 y al 25% restante 111600 gramos.

Ejecutó: Francisco Justino Espinosa Castellanos
 Firma:
 Nombre: Francisco Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 2 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.4	100.3	1204.0	4629.7
4.5	2	74.3	99.8	1204.0	4203.4
4.5	3	74.2	100.1	1204.0	4765.3
5.0	1	73.9	100.1	1194.0	4582.5
5.0	2	74.3	100.0	1205.0	4848.5
5.0	3	74.0	100.1	1202.0	4432.0
5.5	1	74.3	99.8	1195.0	5269.0
5.5	2	74.0	100.1	1204.0	5037.2
5.5	3	74.1	99.9	1197.0	5208.5
6.0	1	74.2	100.3	1203.0	4702.2
6.0	2	74.4	100.3	1204.0	4492.2
6.0	3	73.9	100.2	1201.0	4475.7
6.5	1	74.5	99.8	1205.0	4177.6
6.5	2	73.9	100.2	1198.0	4105.7
6.5	3	74.5	99.9	1206.0	4105.5

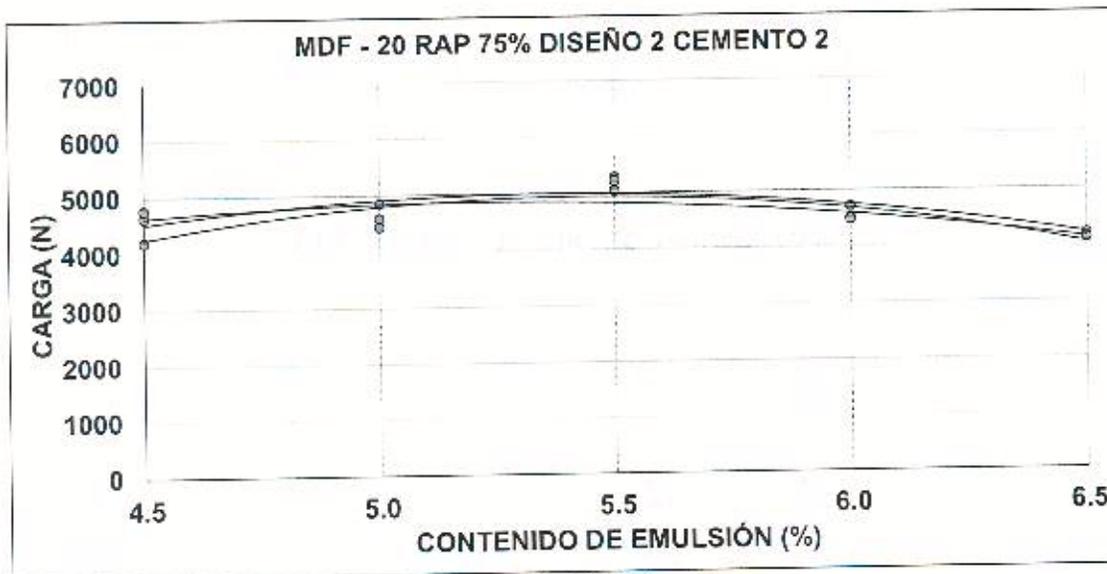


Figure 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5269.0

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales se realizó en un equipo rotatorio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado: 5 minutos. Seguido a esto se adicionó el agente asfáltico en esta caso EMULSION ASFÁLTICA preparada de acuerdo con la LRVV su tiempo de mezclado fue de 30 minutos. Una vez concluido el proceso de mezclado para el resto del proceso se llevaron a cabo en una probeta de 100 mm de diámetro y 100 mm de altura en base a la LRVV de la Superintendencia de Infraestructura y Transporte. MEZCLAS ASFÁLTICAS DISEÑADAS EN PROYECTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON UN CONTENIDO ÓPTIMO DE EMULSIÓN DEL 5.5% y una relación de 75% de RAP y 25% de cemento Portland.

Ejecutó: Franceth Justine Ecuador Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.8	99.8	1195.0	4811.2
4.5	2	74.0	99.8	1203.0	4550.1
4.5	3	74.0	100.3	1202.0	4360.7
5.0	1	74.0	100.0	1196.0	4402.8
5.0	2	74.1	99.9	1199.0	4495.9
5.0	3	74.3	100.3	1199.0	4700.6
5.5	1	74.5	100.0	1198.0	5320.7
5.5	2	73.8	100.1	1204.0	4657.0
5.5	3	74.1	100.3	1206.0	5058.2
6.0	1	74.3	100.2	1205.0	4702.2
6.0	2	74.1	100.1	1195.0	4892.4
6.0	3	74.0	100.2	1201.0	4519.7
6.5	1	73.8	100.3	1206.0	4177.6
6.5	2	73.9	100.3	1195.0	4402.0
6.5	3	74.2	100.3	1197.0	3904.7

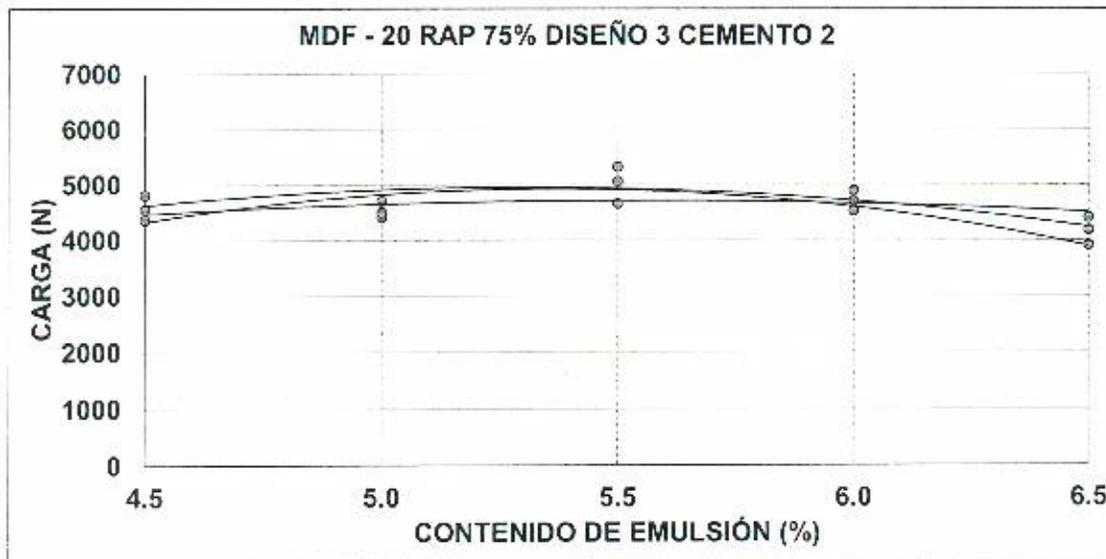


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	5320.7

OBSERVACIONES:

Se tienen en medida de los materiales, además en todo el curso se realizó las pruebas de compactación: temperatura ambiente y 100°C de 15 minutos. Seguido a esto se realizó el ligante asfáltico en este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA se operó en una con la L-2000 S. 1.600.0. Se mezcló por 20 minutos los procesos de mezclado por 3 el 100% al primer nivel. Se realizó en una mezcladora de laboratorio. La proporción en el caso de la MDF-20 de la especificación ES-118C MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO gradación media E. Diseño se elaboró con material grava de 20 mm, el material restante en los tambores 300 - 1.25 - 3.00 correspondía a 75% de RAP y a 25% restante material primo.

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800 225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1 CEMENTO 7%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.3	1194.0	3669.3
4.5	2	74.3	100.3	1206.0	3372.7
4.5	3	73.8	100.1	1194.0	3419.8
5.0	1	74.5	100.2	1200.0	3840.9
5.0	2	73.9	100.1	1196.0	3602.8
5.0	3	74.3	100.3	1198.0	3874.6
5.5	1	74.5	100.2	1202.0	4104.9
5.5	2	74.3	100.1	1203.0	3956.6
5.5	3	73.9	99.8	1195.0	4122.2
6.0	1	74.3	100.1	1194.0	4663.2
6.0	2	73.8	99.8	1206.0	4511.2
6.0	3	74.4	100.2	1203.0	4447.3
6.5	1	73.9	99.9	1203.0	4015.0
6.5	2	74.5	100.3	1196.0	4115.4
6.5	3	74.5	100.0	1196.0	4059.1

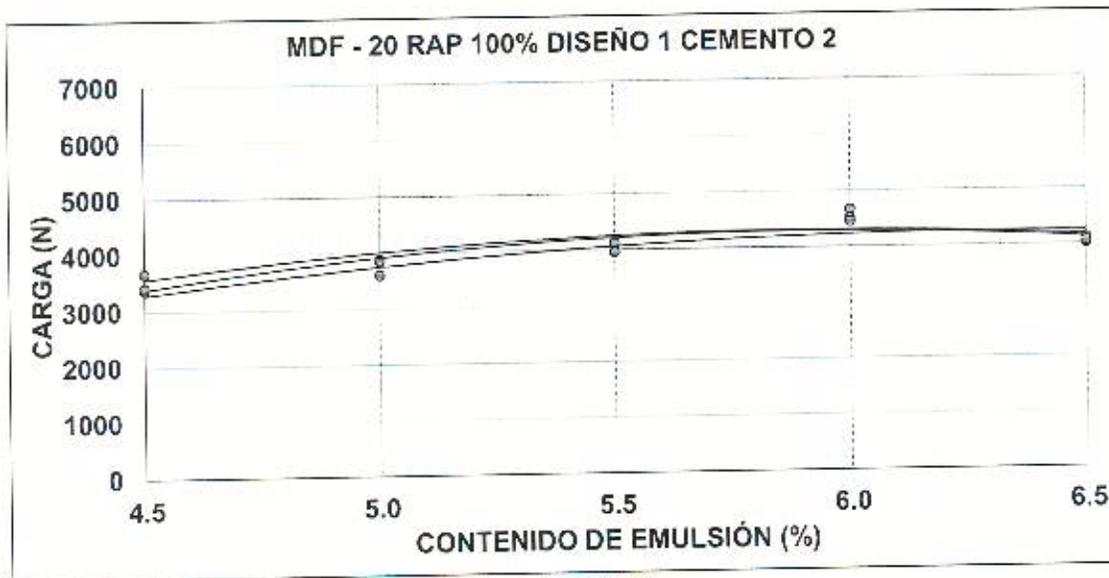


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	6.0
Carga máxima (N)	4663.2

OBSERVACIONES:

El diseño de mezcla de las mezclas tipo asfalto emulsión se hizo según lo que se indica en el manual de especificaciones y procedimientos de construcción de la Universidad Libre Nueva Granada. Se usó el método de ensayo de resistencia a la tracción en estado húmedo (EMULSIÓN ASFÁLTICA) propuesto por la ASTM y el tiempo de mezcla fue de 20 minutos. Los resultados de ensayo para el material probado se levanaron en los momentos de elaboración de este informe. Se presentó el resultado de la MDF-20 de 4 que se muestra en el gráfico. MEZCLAS ASFÁLTICAS DEBIDAS ENTREGAR en estado húmedo y a 20°C con material granular desde 2025 de sus agregados tipo RAP.

Ejecutor: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	99.8	1203.0	3779.4
4.5	2	74.4	100.2	1196.0	3339.0
4.5	3	74.0	100.2	1198.0	3522.4
5.0	1	74.0	100.2	1201.0	3917.7
5.0	2	74.2	100.0	1201.0	3638.8
5.0	3	74.4	99.9	1203.0	4107.1
5.5	1	74.2	100.0	1204.0	4351.2
5.5	2	73.8	100.2	1199.0	3877.5
5.5	3	73.8	100.0	1204.0	4534.4
6.0	1	74.3	100.1	1201.0	4943.0
6.0	2	74.2	100.3	1204.0	4736.7
6.0	3	73.8	100.3	1200.0	4669.6
6.5	1	73.9	99.9	1206.0	4055.1
6.5	2	74.3	100.0	1198.0	4280.0
6.5	3	74.2	100.3	1200.0	3977.9

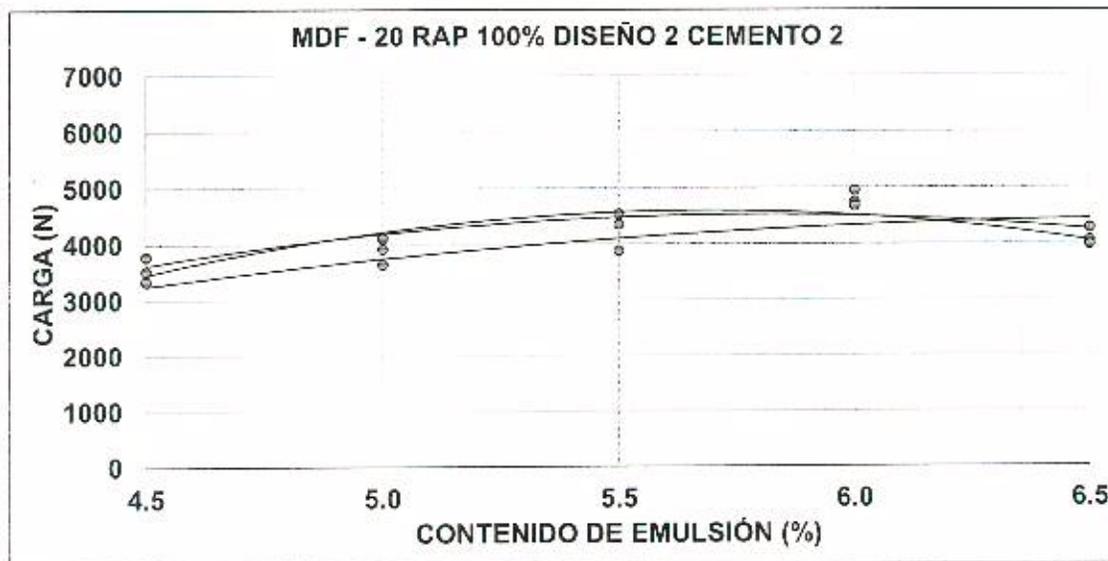


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
4943.0

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales pesados en seco se hizo según las siguientes condiciones: tamaño de agregado máximo y tiempo de mezclado 5 min. En segundo orden se adicionó el agua y se mezcló en seco con EMULSION ASFÁLTICA proporcionada por la UMB, su tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material pesado se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la MDM-20 de la especificación técnica MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN PÉNDULO graduación media. El diseño se elaboró con mayor granularidad de 10% de sus agregados con RAP.

Ejecutó:	Francisco Justino Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justino Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.5	100.1	1201.0	3596.0
4.5	2	73.8	99.9	1200.0	3339.0
4.5	3	74.5	100.1	1195.0	3522.4
5.0	1	74.3	100.1	1199.0	3764.0
5.0	2	74.5	100.3	1198.0	3710.9
5.0	3	74.4	99.9	1205.0	3952.1
5.5	1	74.4	100.1	1195.0	4063.9
5.5	2	73.8	100.1	1201.0	4352.3
5.5	3	74.4	99.9	1198.0	4328.3
6.0	1	74.1	100.0	1196.0	4849.7
6.0	2	73.9	100.0	1203.0	4781.9
6.0	3	74.4	100.2	1198.0	4580.7
6.5	1	73.8	100.1	1196.0	4416.5
6.5	2	74.1	100.0	1197.0	4367.3
6.5	3	74.3	100.0	1203.0	4018.5

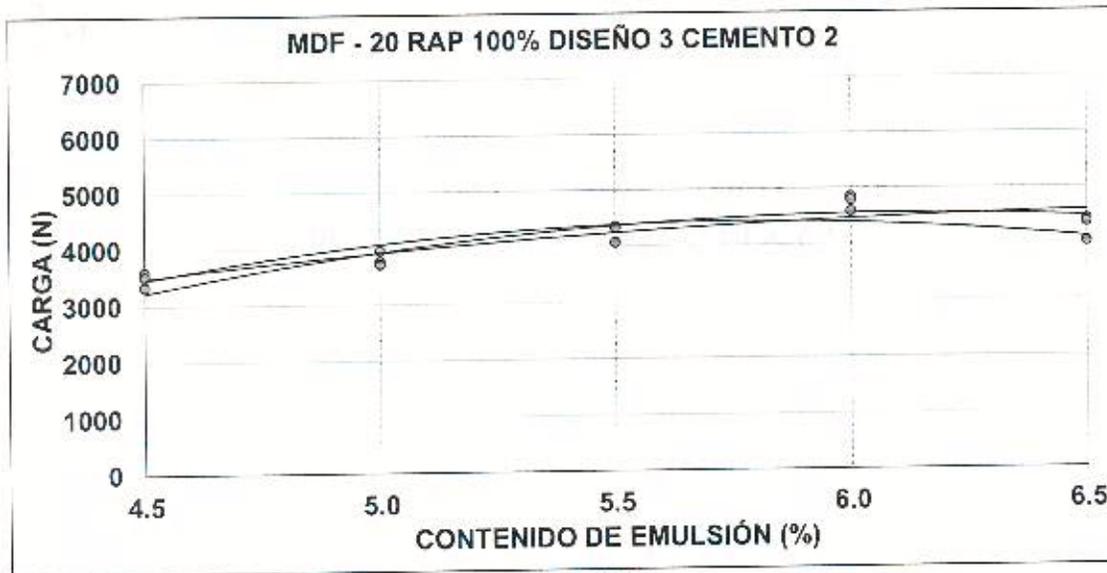


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)	6.0
Carga máxima (N)	4849.7

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales, deberá ser en seco salvo registro de los siguientes condiciones en la muestra ambiente y tiempo de mezclado a mínimo. Según a solo se debe en la mezcla en esta caso EMULSIÓN ASFÁLTICA proporción con la LÍMULOS tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material pétreo en la zona por lo en una mezcla de re-emplazando la granulometría en la zona de la MDF-20 de la especificación técnica. MEZCLAS ASFÁLTICAS PÉTREAS EN FRÍO para la mezcla a diseño de re-emplazando con el granular desde 50% de sus agregados en RAP.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 1 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 28 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.0	1195.0	3372.3
4.5	2	73.8	100.2	1206.0	3484.1
4.5	3	74.2	99.8	1194.0	3293.2
5.0	1	74.5	100.3	1206.0	3725.5
5.0	2	73.9	99.9	1198.0	3800.7
5.0	3	73.8	100.3	1196.0	3819.4
5.5	1	74.2	99.9	1198.0	4905.8
5.5	2	74.4	100.1	1195.0	5148.8
5.5	3	73.9	100.2	1200.0	5213.7
6.0	1	74.3	99.9	1202.0	4415.7
6.0	2	74.0	100.0	1200.0	4434.3
6.0	3	73.8	99.8	1200.0	4300.1
6.5	1	74.3	100.3	1200.0	3653.1
6.5	2	74.2	99.9	1203.0	3867.7
6.5	3	74.0	99.9	1194.0	3555.7

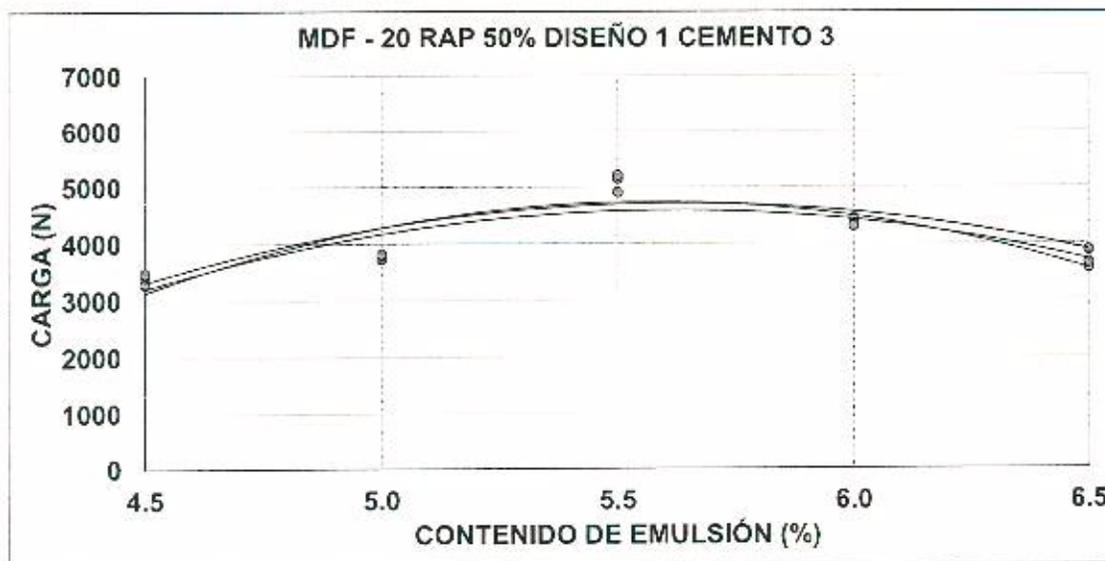


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	5213.7

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de las materiales, calificación de los equipos, registro de las siguientes condiciones: tipo de arena utilizada y demás de material o similares. Seguido a esto se adiciona el ligante asfáltico en sus caso **EMULSIÓN ASFÁLTICA** proporcional con la **UNDA** de **Tartrato** de mezcla sea de 20 min. 100. Los procesos de mezcla para el material pedregoso se ejecutó en una mezcladora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la **MDF-20** de la asociación **MEZCLAS ASFÁLTICAS FRÍAS EN FRÍO** gestionó mezcla. El diseño se elaboró con material granular con 0% de material retenido en los tambores 3/8" - 1/2" - 3/4" correspondiente a 30% de RAP y 0% material más fino que el pedregoso.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 2 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 28 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.1	1200.0	3304.8
4.5	2	74.1	100.3	1206.0	3728.0
4.5	3	74.1	100.1	1204.0	3376.1
5.0	1	74.5	100.2	1202.0	3767.8
5.0	2	74.0	100.2	1205.0	3724.7
5.0	3	74.1	99.8	1197.0	4048.5
5.5	1	74.2	100.3	1196.0	5151.1
5.5	2	74.1	100.3	1209.0	5406.2
5.5	3	74.2	100.3	1198.0	4953.0
6.0	1	74.5	99.9	1194.0	4739.0
6.0	2	73.9	100.1	1198.0	4478.6
6.0	3	73.9	99.8	1204.0	4515.1
6.5	1	74.4	100.3	1195.0	3762.7
6.5	2	73.9	99.9	1199.0	3945.1
6.5	3	74.3	100.3	1195.0	3662.4

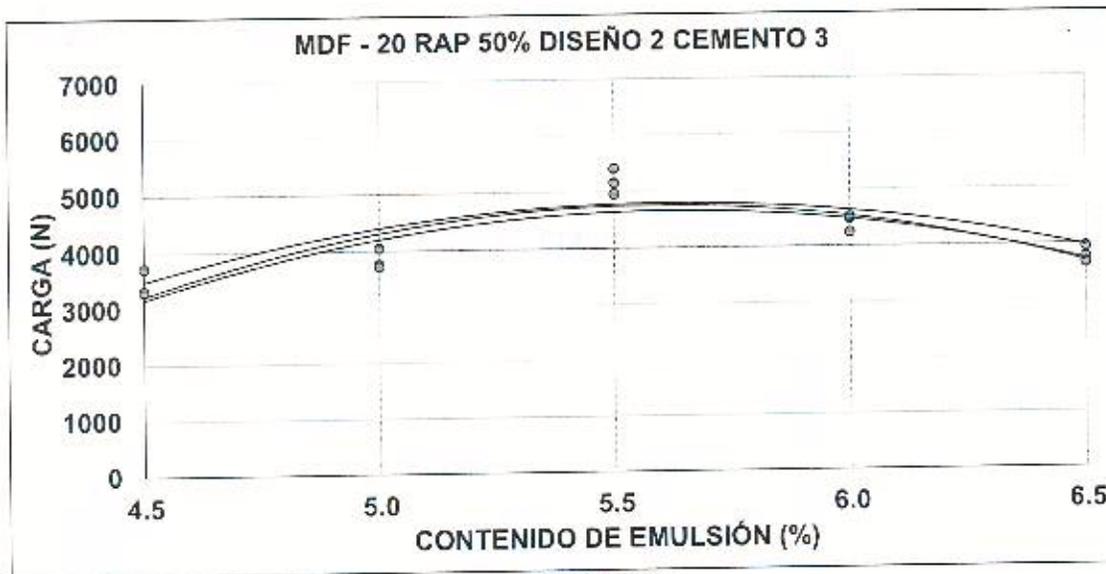


Figure 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5406.2

OBSERVACIONES:

El diseño de mezcla de los materiales propuestos en esta solicitud regido bajo las siguientes condiciones: tiempo ambiente y tiempo de curado: 5 minutos. Seguir a este procedimiento según está descrito en este caso: EMULSIÓN ASPÁLTICA preparada en frío con la LMO su tiempo de maduración fue de 20 minutos. Los procesos de mezcla para el material pánico se llevaron a cabo en una planta piloto de laboratorio. La granulación de los áridos fue la MDF-20 en la especificación técnica: MÁQUINAS ASFÁLTICAS, DISEÑO EN FRÍO y el diseño de mezcla se obtuvo con material granular de 75% al menos la relación de los áridos 3/4" - 1/2" - 3/8" correspondiente a 50% de RAP y al 50% restante material pánico.

Ejecutó: Franceth Justine Esguerra Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - RD, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1791, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 3 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 28 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	100.2	1203.0	3574.6
4.5	2	74.1	100.3	1198.0	3728.0
4.5	3	74.3	100.1	1195.0	3523.7
5.0	1	74.5	99.8	1203.0	3651.0
5.0	2	74.1	99.8	1203.0	4180.8
5.0	3	74.3	100.1	1195.0	3781.7
5.5	1	74.5	99.9	1204.0	5102.1
5.5	2	73.9	99.9	1205.0	5045.8
5.5	3	74.0	99.9	1201.0	5422.2
6.0	1	74.2	99.8	1198.0	4283.2
6.0	2	73.8	99.8	1195.0	4345.6
6.0	3	74.0	99.8	1202.0	4257.1
6.5	1	73.8	100.3	1195.0	3799.2
6.5	2	73.9	99.8	1194.0	3751.7
6.5	3	74.2	100.2	1196.0	3520.2

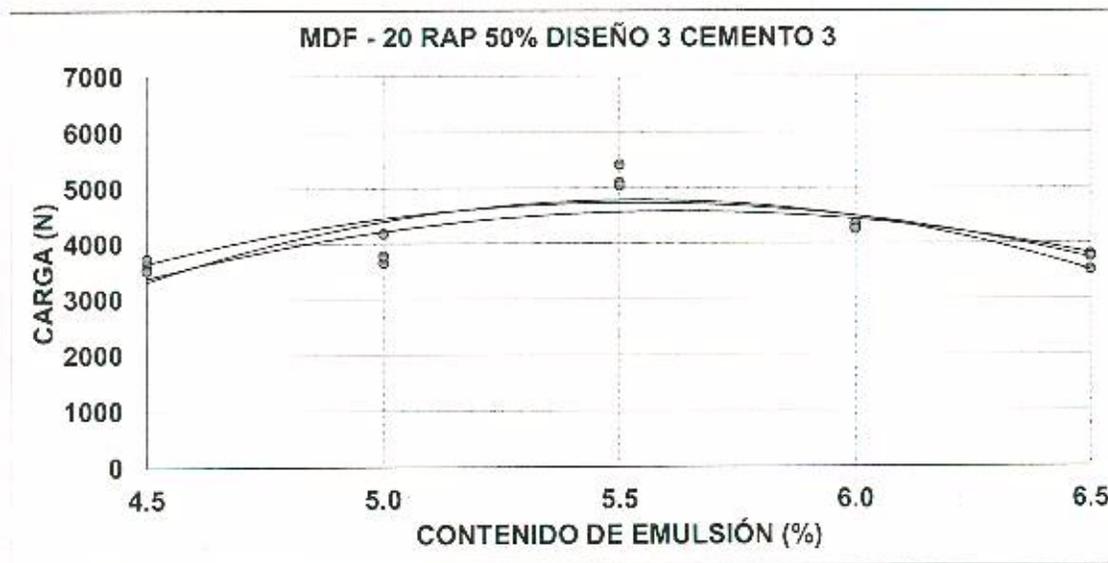


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5422.2

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de los materiales en patrón se ejecutó en el laboratorio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezcla 5 min. Sin embargo, en caso de aplicarse el método en un laboratorio de laboratorio, se debe considerar el tiempo de mezcla de 20 minutos. Los procedimientos de mezcla se realizaron en un laboratorio de laboratorio. La gran cantidad utilizada fue la BMD-20 de la especie: **FRACCIÓN SÉCA: MATERIAS ASÉPTICAS DENSA EN FASE** (grado de humedad: 0.1). El efecto de la mezcla con material granular con el 75% del material pesada en las tamices 30, 45, 75, 150, 300, se realizó a 50% de RAP y el 50% restante sobre el permeo.

Ejecutó: **Franceth Justine Eduardo Castellanos**
 Firma:
 Nombre: **Franceth Justine Castellanos**
 Cargo: **Auxiliar de Investigación**

Revisó: **Oscar Javier Reyes Ortiz**
 Firma:
 Nombre: **Oscar Javier Reyes Ortiz**
 Cargo: **Director convenio 469 de 2017**



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 19 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.1	100.0	1199.0	4538.9
4.5	2	74.3	100.1	1196.0	4609.2
4.5	3	74.2	100.3	1200.0	4495.6
5.0	1	74.0	99.8	1199.0	4867.1
5.0	2	73.8	100.0	1194.0	4897.5
5.0	3	74.0	100.3	1197.0	4993.3
5.5	1	73.8	100.3	1201.0	5362.4
5.5	2	74.0	100.1	1205.0	5168.9
5.5	3	74.5	99.9	1199.0	5254.0
6.0	1	74.4	100.1	1205.0	4767.4
6.0	2	73.8	99.8	1202.0	4709.3
6.0	3	74.1	100.1	1196.0	4667.5
6.5	1	74.3	100.3	1197.0	4262.8
6.5	2	73.8	99.8	1195.0	4202.6
6.5	3	74.5	99.9	1206.0	4293.3

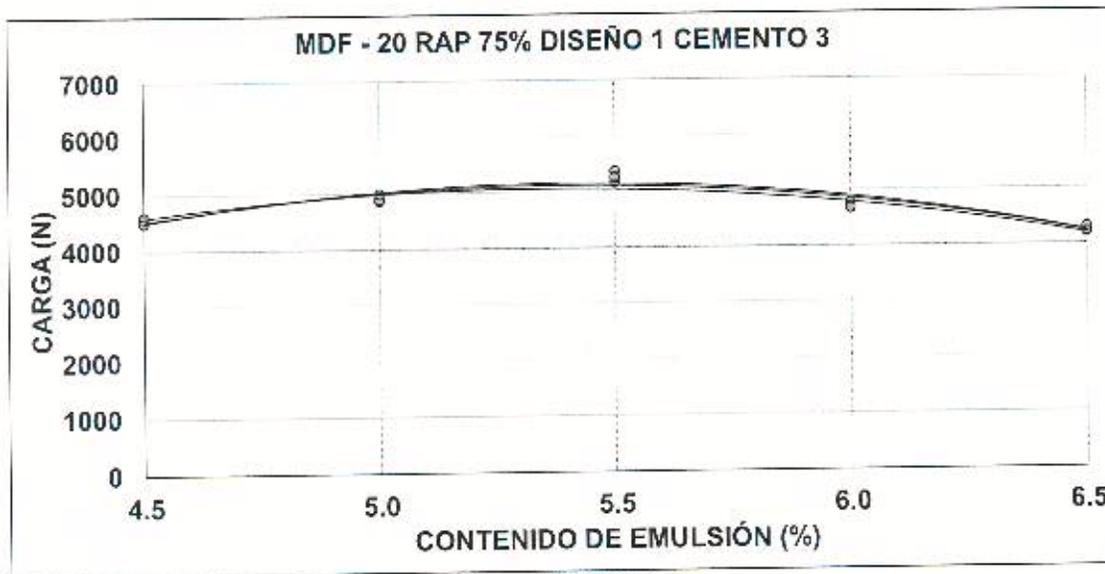


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	5362.4

OBSERVACIONES:

El tipo de mezcla de los materiales por uso en este ensayo según las especificaciones de las temperaturas ambiente y tiempo de mezcla se hizo, los seguimientos se realizaron en el laboratorio en una mesa con EMULSIÓN ASPÁLTICA 7000 preparada por la UNIC en tiempo de prueba de 20 minutos. Los procesos de mezclado se hizo al estar el péndulo en posición vertical en una mesa de laboratorio. La granulometría de fondo fue la R20-20 de la especificación de las normas: **MEZCLAS ASPÁLTICAS DE USO EN CALIENTE** versión mod 4. El diseño se efectuó con 100% de arena a 200µm el 75% del material obtenido en los tamices 75µm - 300µm - 600µm correspondiente a 75% de RAP y el 25% residual de material de arena.

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 2 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 19 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.1	99.8	1204.0	4675.0
4.5	2	73.8	99.8	1196.0	4701.4
4.5	3	73.8	100.1	1200.0	4720.4
5.0	1	74.1	100.0	1200.0	5110.4
5.0	2	74.2	100.3	1202.0	5044.4
5.0	3	74.2	99.9	1206.0	5093.1
5.5	1	74.1	100.3	1205.0	5459.7
5.5	2	74.5	99.9	1206.0	5117.2
5.5	3	73.8	99.8	1196.0	5359.1
6.0	1	74.0	100.1	1194.0	4524.4
6.0	2	74.2	100.2	1203.0	5180.2
6.0	3	74.1	99.9	1205.0	4900.9
6.5	1	73.9	99.9	1196.0	4390.7
6.5	2	74.4	100.2	1195.0	4370.7
6.5	3	74.2	100.3	1199.0	4508.0

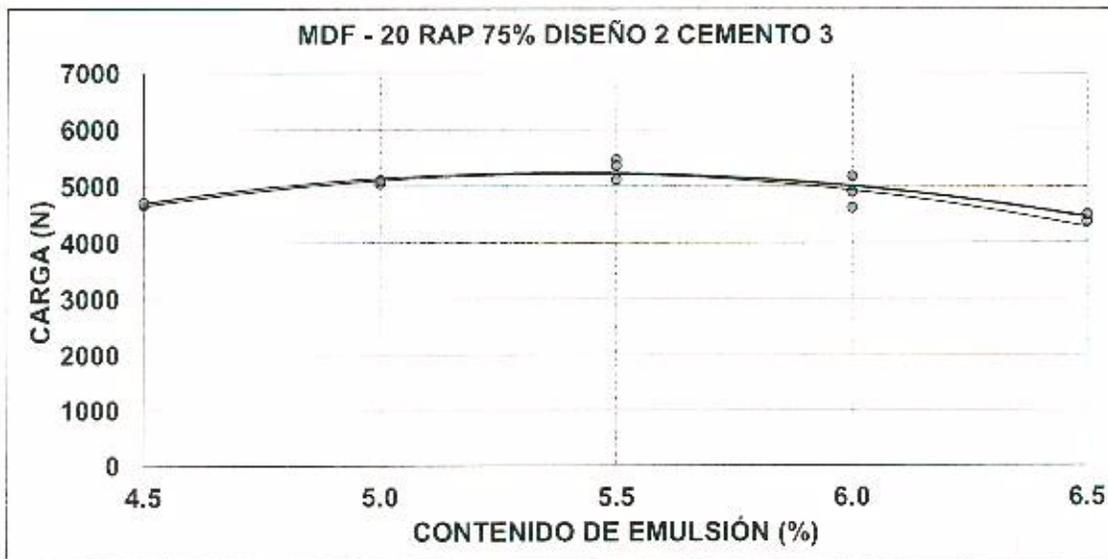


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
5459.7

OBSERVACIONES:

El diseño de mezcla de los materiales se hizo en un laboratorio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de curado 3 días. Según el método estándar se hizo el ensayo de **EMULSIÓN ASFÁLTICA** proporción entre la UMN y el agua de curado 1:1. Se realizó el ensayo de mezcla para el mejor al por ciento de bitumen sobre el área de laboratorio de la probeta en un molde tipo **MDF-20** de 100 mm de diámetro. Se usó: **MEZCLAS ASFÁLTICAS DEBILAS EN FRÍO** grado de modificación D de acuerdo al código con materia 2010037. Se usó el 75% del material restante en los lotes 308, 1221, 340 correspondiente a 75% de RAP y el 25% restante material por los.

Ejecutó:	Franceth Justine Echebardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 19 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	100.3	1204.0	4720.4
4.5	2	73.8	99.9	1195.0	4747.5
4.5	3	73.8	100.3	1194.0	4315.8
5.0	1	73.8	99.8	1195.0	4818.4
5.0	2	74.5	100.3	1196.0	5142.3
5.0	3	74.0	100.2	1195.0	5342.8
5.5	1	73.8	99.9	1203.0	5147.9
5.5	2	74.1	100.1	1206.0	5530.7
5.5	3	74.4	100.2	1205.0	5464.2
6.0	1	74.4	99.8	1206.0	5053.4
6.0	2	74.2	100.0	1196.0	5180.2
6.0	3	74.2	99.9	1200.0	5134.3
6.5	1	74.1	99.8	1196.0	4905.4
6.5	2	73.8	99.9	1196.0	4034.5
6.5	3	74.1	100.1	1200.0	4164.5

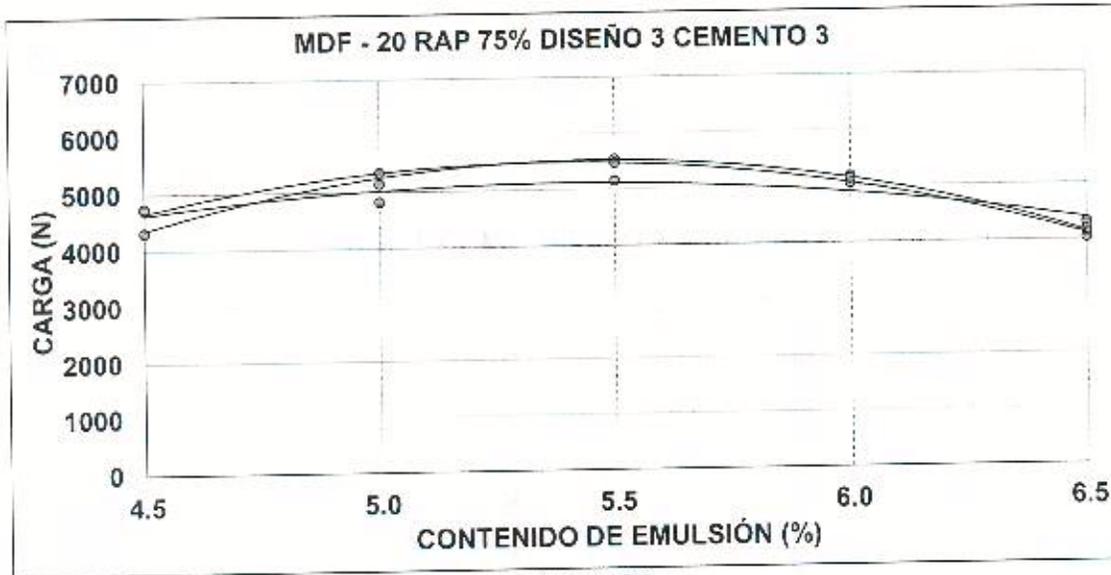


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	5530.7

OBSERVACIONES:

El Diseño de mezcla de los materiales pétreos en seco así, se hizo bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de curado 5 minutos. Siguió a esto la selección al agente emulsivo en esta caso: EMULSION ASTRACTAS proporcionada por la UNMG su tiempo de curado fue de 30 minutos. Los procesos de mezclado para el ensayo se llevaron a cabo en el laboratorio de laboratorio de Geotecnia de la UNMG. Todos los MUESTRAS de la especificación son las MEZCLAS ASTRACTAS DENOMINADAS EN EL GRÁFICO ANTERIOR con el contenido de emulsión de 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% en el material pétreo en las clases MP1 + 10² - 50² correspondiente a 75% de RAP y el 25% restante es el cemento.

Ejecutó: Franceth Justine Echejedo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 19 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	71.0	100.3	1206.0	3914.0
4.5	2	73.9	100.0	1206.0	3907.4
4.5	3	74.4	100.1	1198.0	3836.9
5.0	1	74.2	99.8	1204.0	4142.1
5.0	2	73.9	99.9	1203.0	4323.4
5.0	3	74.1	100.3	1196.0	4248.5
5.5	1	74.5	100.3	1206.0	4779.2
5.5	2	74.1	100.3	1205.0	4648.9
5.5	3	74.1	100.2	1204.0	4566.5
6.0	1	74.1	99.9	1206.0	5189.8
6.0	2	74.5	99.9	1195.0	5292.3
6.0	3	73.8	100.3	1204.0	5161.7
6.5	1	74.4	100.3	1205.0	4403.7
6.5	2	73.8	100.2	1203.0	4383.9
6.5	3	74.0	100.2	1201.0	4556.7

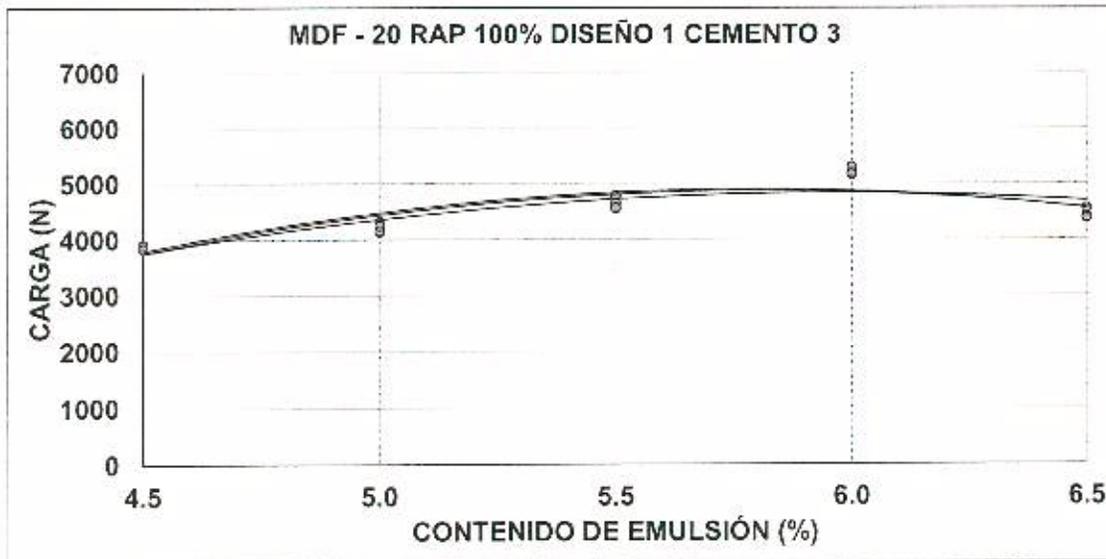


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
5292.3

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales probados en esta prueba se realizó bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Seguimos a cargo de adición o el tiempo mínimo en cada caso EMULSIÓN/AGUA, luego continuada por la LEM su tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material probado se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La geometría utilizada fue la BDF-20 de la especificación para las MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSIAS ENTRO mediana mediana. El objeto de estudio con mezcla de emulsión de 100% de los agregados con RAP.

Ejecutó:	Francisco Justino Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justino Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 19 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	99.8	1199.0	3874.8
4.5	2	73.9	99.9	1205.0	3790.2
4.5	3	73.8	100.2	1206.0	3990.4
5.0	1	74.0	100.2	1201.0	4349.2
5.0	2	74.3	100.3	1206.0	4539.5
5.0	3	73.9	100.3	1205.0	4418.4
5.5	1	73.9	100.0	1206.0	4970.4
5.5	2	73.8	100.2	1199.0	4695.4
5.5	3	74.5	100.2	1194.0	4520.8
6.0	1	74.4	100.2	1203.0	5553.0
6.0	2	73.9	99.9	1204.0	5139.5
6.0	3	74.5	99.9	1196.0	5058.5
6.5	1	74.4	99.8	1202.0	4359.7
6.5	2	73.8	99.8	1199.0	4164.7
6.5	3	74.3	100.3	1206.0	4602.3

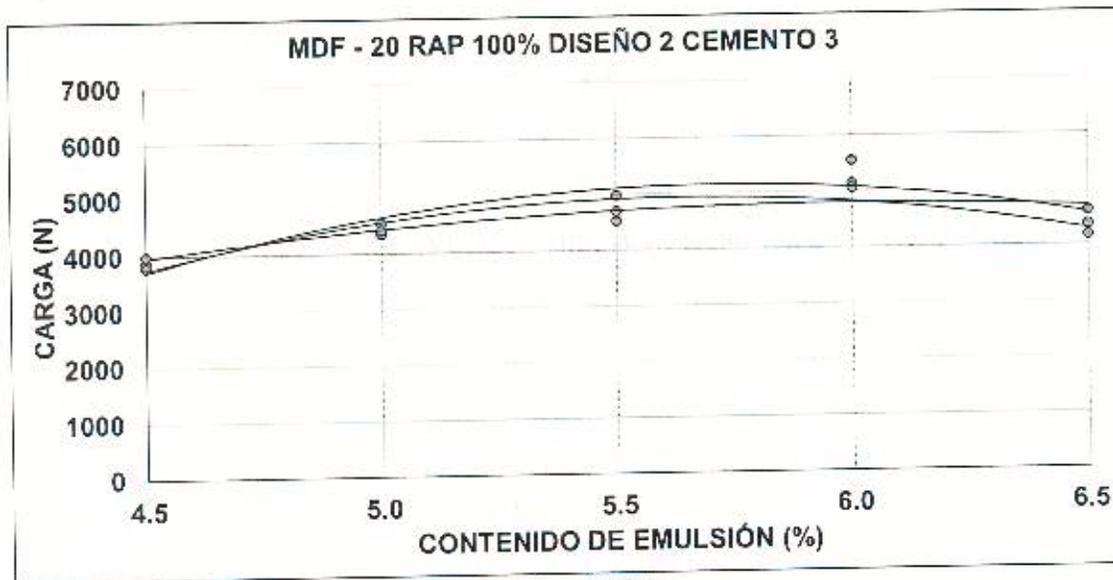


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
5553.0

OBSERVACIONES:

El diseño de mezcla de los materiales utilizados en esta prueba se realizó bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de curado 5 días. Se siguió el procedimiento de la Norma ASTM D 1557 para la preparación de las probetas de ensayo. El tiempo de curado fue de 30 minutos. Los resultados de la prueba se muestran en el gráfico adjunto. El contenido óptimo de emulsión se determinó en una prueba de laboratorio. La granularidad de la mezcla es la MDF-20 de la especificación técnica MECUAS ASFÁLTICAS DEBIDAS EN FRÍO grado 2, con el contenido de cemento de 3% y el contenido de RAP de 100% de la especificación técnica.

Ejecutó: Franceth Justine Echevarde Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - RD, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.275.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 19 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.7	100.3	1203.0	3953.1
4.5	2	74.4	100.0	1206.0	4102.7
4.5	3	74.0	99.9	1203.0	3990.4
5.0	1	74.3	100.1	1197.0	4224.9
5.0	2	73.9	100.0	1196.0	4366.6
5.0	3	73.8	100.1	1196.0	4290.9
5.5	1	74.1	100.3	1196.0	4588.0
5.5	2	74.5	100.3	1195.0	4602.5
5.5	3	74.5	99.9	1198.0	4794.8
6.0	1	74.1	99.8	1199.0	5449.2
6.0	2	74.5	99.9	1196.0	5398.7
6.0	3	74.5	99.8	1203.0	5213.3
6.5	1	74.3	100.0	1206.0	4491.8
6.5	2	74.4	99.8	1206.0	4471.6
6.5	3	73.9	99.9	1206.0	4875.7

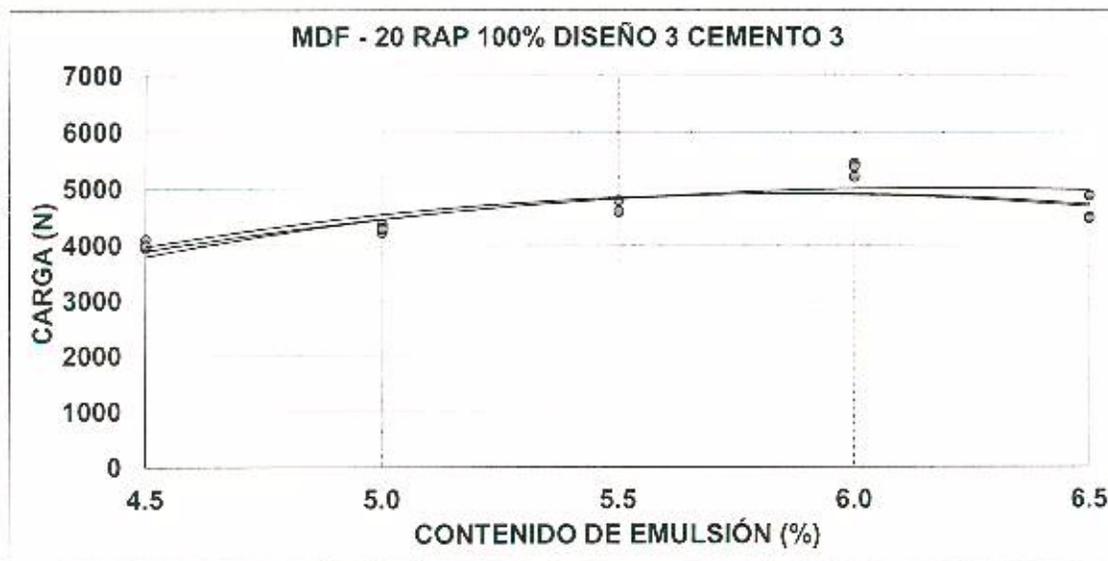


Figure 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
5449.2

OBSERVACIONES:

El tiempo de medición de los materiales, calceos en seco estuvo regulado bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos, según lo establecido en el método ASTM D 1557. El tiempo de medición de la emulsión asfáltica proporcionalada con la UNIC se llevó a cabo en un laboratorio de 20 m² de área. El proceso de mezcla para el material patrón se llevó a cabo en una mezcladora de laboratorio. La proporción de los materiales MDF-20 de la especificación, la mezcla ASPÁLTICA DENASA EN FRÍO, grava y arena, o cualquier otro material grava se comó UNIC, se los agregados son RAP.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 2. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.8	100.0	1203.0	1759.8
4.5	2	73.9	100.0	1197.0	1741.1
4.5	3	74.3	99.8	1201.0	1778.5
5.0	1	74.2	100.2	1201.0	1872.1
5.0	2	74.3	100.3	1203.0	1933.8
5.0	3	74.1	100.1	1203.0	1954.4
5.5	1	74.4	100.3	1196.0	2057.3
5.5	2	74.2	99.9	1209.0	2032.6
5.5	3	73.9	99.8	1194.0	2177.5
6.0	1	74.3	100.3	1199.0	1995.6
6.0	2	73.9	100.3	1199.0	1851.5
6.0	3	74.2	100.3	1196.0	1851.5
6.5	1	74.4	100.3	1204.0	1814.5
6.5	2	74.5	99.8	1202.0	1777.5
6.5	3	74.3	100.1	1200.0	1703.4

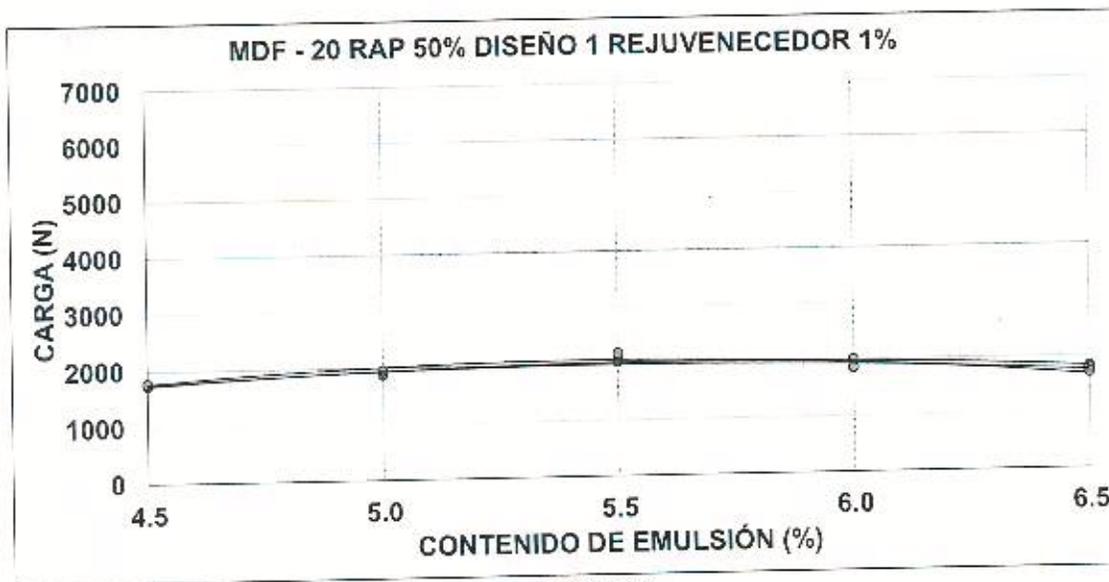


Figura 2. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
2177.5

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de los materiales porcos es de 60 segundos por cada tonelada de los agregados, el tiempo de compactación de cada muestra es de 5 minutos, según a esto se adjunta el siguiente gráfico en este caso **EMULSIÓN ASFÁLTICA** producido por el ICMR en la planta de producción fue de 20 minutos. En el proceso de mezclado para el material cubo de 10 litros se usó un mezclador de laboratorio. La granulometría de todo fue la N°200 de la norma ASTM. **MISCELAS ASFÁLTICAS DEBIDAS EN ELLO** gradualmente. El diseño se efectuó por el ICMR en la planta de producción de los materiales en la planta de producción de RAP y el 5% restante restante restante.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MD-20 RAP 50% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.5	100.3	1197.0	1865.4
4.5	2	73.9	99.9	1200.0	1654.0
4.5	3	74.5	100.1	1201.0	1814.1
5.0	1	74.4	100.2	1197.0	1890.8
5.0	2	74.1	100.1	1196.0	1972.5
5.0	3	74.0	100.0	1197.0	1993.5
5.5	1	73.9	99.9	1196.0	2057.3
5.5	2	74.3	100.3	1199.0	1977.1
5.5	3	74.3	100.3	1200.0	2485.2
6.0	1	74.0	100.1	1199.0	1915.7
6.0	2	73.9	100.3	1205.0	1814.5
6.0	3	74.5	100.2	1209.0	1759.0
6.5	1	74.5	99.8	1197.0	1850.8
6.5	2	74.2	99.9	1204.0	1777.5
6.5	3	74.0	100.1	1195.0	1771.6

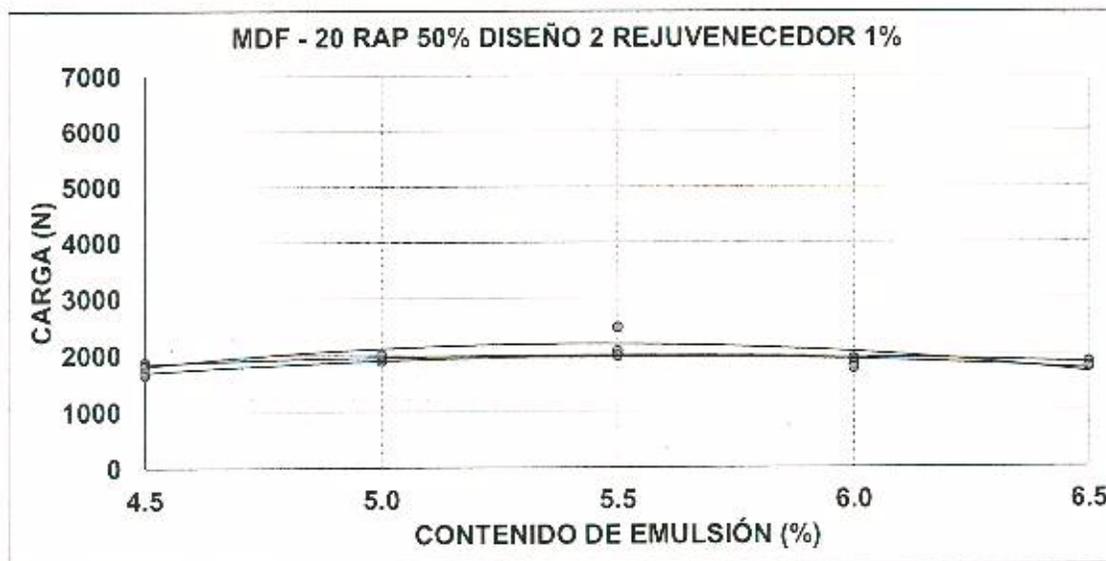


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
2485.2

OBSERVACIONES:

El tiempo de registro de los materiales sólidos en 200 es de 10 segundos bajo las siguientes condiciones: tiempo a temperatura ambiente y tiempo de modelado 5 minutos. Seguido a esto se adiciona el ligante asfáltico en un 50% sobre la cantidad teórica para ensayo con la MD-20. Tiempo de modelado fue de 20 minutos. Los procesos de mezcla para el material pétreo se hicieron en una mezcladora de laboratorio. La granulación utilizada fue la MD-20 de la Asociación Técnica MECILLAS ASFÁLTICAS DENOMINADAS EN FREJO granular media. El diseño de elástico con materia gruesa al 100% del material restante en los tambores 300 - 475 - 750 - 1000 correspondiente a 30% de RAP y el 50% restante material pétreo.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Directo Convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	99.8	1205.0	1790.8
4.5	2	73.9	100.2	1206.0	1571.3
4.5	3	74.3	99.8	1205.0	1777.8
5.0	1	73.8	99.8	1198.0	1890.8
5.0	2	74.4	100.0	1204.0	2012.0
5.0	3	74.1	99.8	1194.0	1893.8
5.5	1	73.9	100.0	1200.0	2016.1
5.5	2	74.0	100.0	1201.0	2015.7
5.5	3	73.8	100.3	1201.0	2559.8
6.0	1	74.5	99.9	1205.0	1858.3
6.0	2	74.1	100.0	1194.0	1868.9
6.0	3	74.1	100.1	1194.0	1706.2
6.5	1	73.8	100.1	1202.0	1943.3
6.5	2	73.8	100.3	1206.0	1813.0
6.5	3	74.5	99.8	1206.0	1842.4

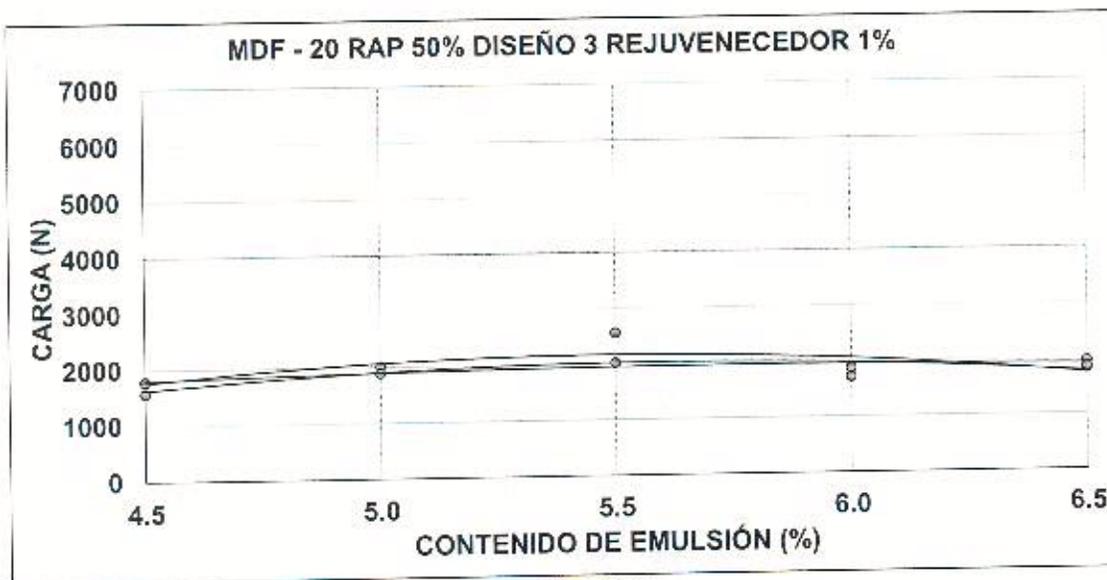


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	2559.8

OBSERVACIONES:

El campo de muestreo de los materiales por ensayar debe seguir las siguientes condiciones: 1) Preparar una serie de muestras de mezcla compactada de acuerdo a este protocolo de ensayo. 2) En este caso EMULSIÓN ASPÁLTICA 50% referida por el UNO en campo de 11 probetas de 200 mm de diámetro y 100 mm de altura. 3) Preparar las probetas de laboratorio de la granulación de la mezcla de la zona de estudio. 4) Mezclas ASPÁLTICAS DENSO EN FRIJO (modificado). El diseño de mezcla con 100% granular con el 75% del material retenido en los tambores 20 - 25 mm RAP correspondiente a 70% de RAP y el 30% restante material control.

Ejecutó: Francisco Justino Edgardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Francisco Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6370557, NIT 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 9 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	99.8	1205.0	2418.3
4.5	2	74.4	100.2	1202.0	2317.5
4.5	3	73.9	99.8	1198.0	2317.5
5.0	1	73.9	99.8	1197.0	2519.0
5.0	2	74.2	100.1	1204.0	2516.1
5.0	3	74.1	100.2	1201.0	2573.2
5.5	1	74.4	100.3	1704.0	2708.6
5.5	2	73.9	100.2	1197.0	2606.9
5.5	3	73.9	100.0	1203.0	2512.3
6.0	1	74.3	100.2	1197.0	2286.2
6.0	2	74.4	100.0	1206.0	2462.0
6.0	3	74.0	100.0	1203.0	2436.9
6.5	1	73.9	100.2	1706.0	2240.5
6.5	2	74.5	100.0	1200.0	2338.9
6.5	3	73.8	100.1	1201.0	2217.6

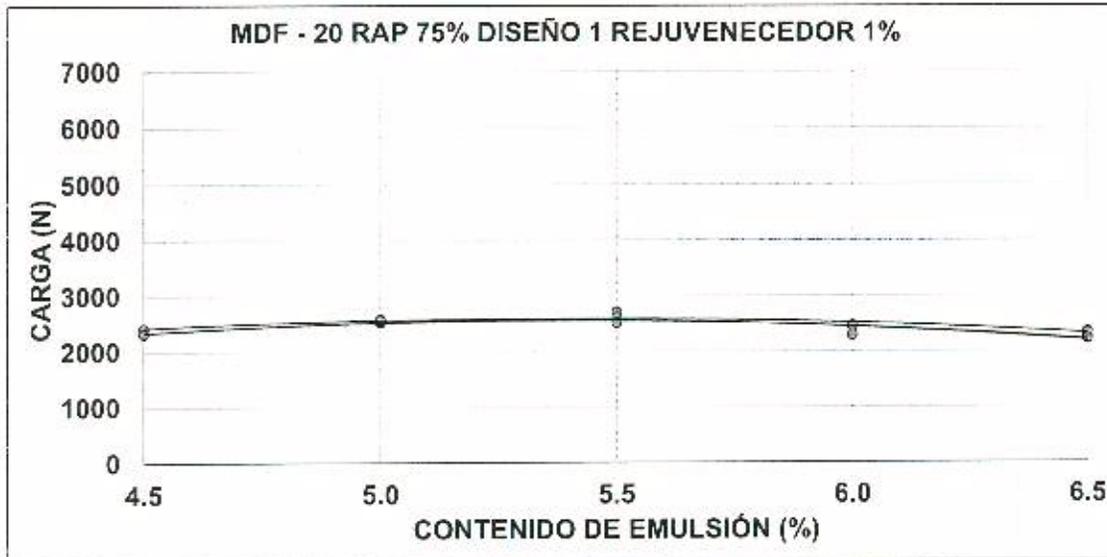


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
2708.6

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales catabásicos en este ensayo se realizó bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Seguido a esto se realizó el ajuste óptimo en este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA PLÁSTICA RAP por el tiempo de mezclado de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el presente ensayo se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría de la mezcla MDF-20 de la especificación técnica: MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN TRÁNSITO para el presente ensayo se elaboró con material granular donde el 75% del material está en los tamaños 0.075 - 3.00 mm correspondiente a 75% de RAP y a 25% restante material petreo.

Ejecutó: Franceth Juste y Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Juste y Eduardo Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 9 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.0	100.3	1200.0	2369.9
4.5	2	74.0	100.0	1197.0	2502.9
4.5	3	74.4	100.3	1195.0	2363.9
5.0	1	73.8	100.1	1201.0	2393.1
5.0	2	74.1	100.3	1194.0	2495.2
5.0	3	74.4	99.8	1206.0	2624.7
5.5	1	74.2	100.1	1195.0	2762.8
5.5	2	74.5	99.9	1205.0	2685.1
5.5	3	74.3	100.0	1197.0	2436.9
6.0	1	73.8	99.9	1204.0	2240.5
6.0	2	74.0	100.3	1200.0	2509.8
6.0	3	74.0	100.2	1199.0	2353.8
6.5	1	73.9	100.1	1198.0	2374.9
6.5	2	73.8	100.2	1203.0	2222.0
6.5	3	73.8	99.8	1195.0	2306.3

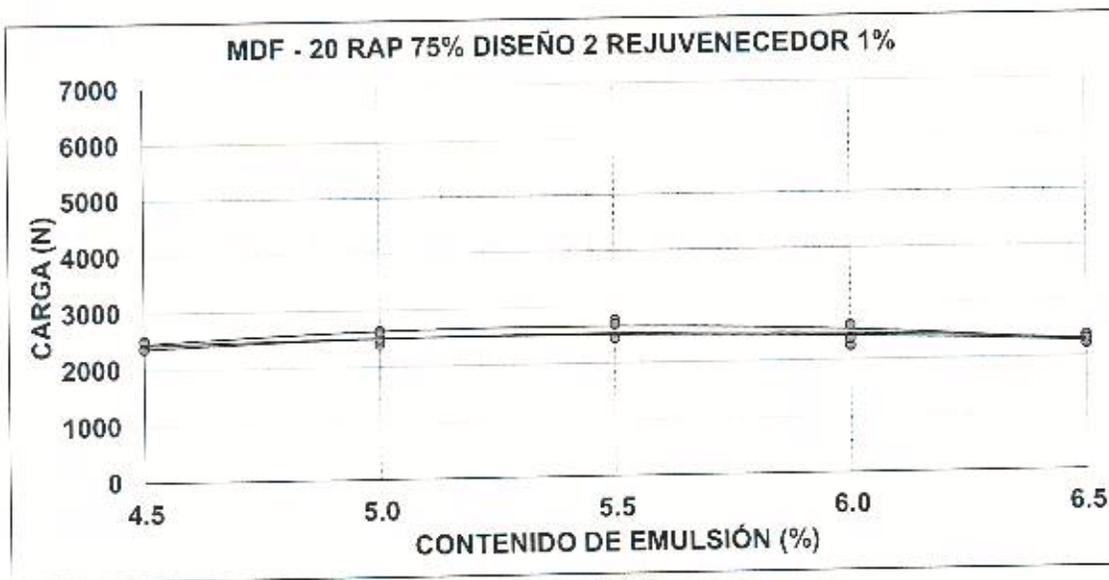


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
2762.8

OBSERVACIONES:

El tipo de mezcla de los materiales a probar en esta prueba se realizó según los siguientes procedimientos: temperatura ambiente y tiempo de mezclado de 15 minutos. Seguido a esto se realizó el ensayo a 45°C en este caso EMULSIÓN ESTRATÉGICA proporcional por litro de tiempo de mezclado de 30 minutos, los porcentajes de mezclado para el ensayo se tomaron de la tabla adjunta en el laboratorio. La prueba se realizó en la máquina de ensayo de tipo M&E de la especificación técnica: MÁQUINAS ESTRATÉGICAS DEASAS EN FRÍO grado de medida 6. El diseño se elaboró con un 75% de material retenido en la malla 300" - 125" para conformar el 75% de RAP y el 25% restante material fino.

Ejecutó: Franceth Justine Eguardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 9 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.5	100.1	1201.0	2488.4
4.5	2	73.8	99.9	1198.0	2528.1
4.5	3	74.0	100.0	1200.0	2363.9
5.0	1	74.2	99.8	1200.0	2773.4
5.0	2	74.3	99.8	1199.0	2445.3
5.0	3	74.0	99.8	1203.0	2493.4
5.5	1	73.9	100.0	1195.0	2624.7
5.5	2	73.9	100.2	1195.0	2577.7
5.5	3	74.3	100.1	1203.0	2534.4
6.0	1	74.3	100.1	1201.0	2195.7
6.0	2	74.5	100.1	1205.0	2583.7
6.0	3	73.8	100.3	1195.0	2316.5
6.5	1	74.0	99.9	1195.0	2446.1
6.5	2	73.9	99.8	1204.0	2333.1
6.5	3	74.1	100.1	1199.0	2352.4

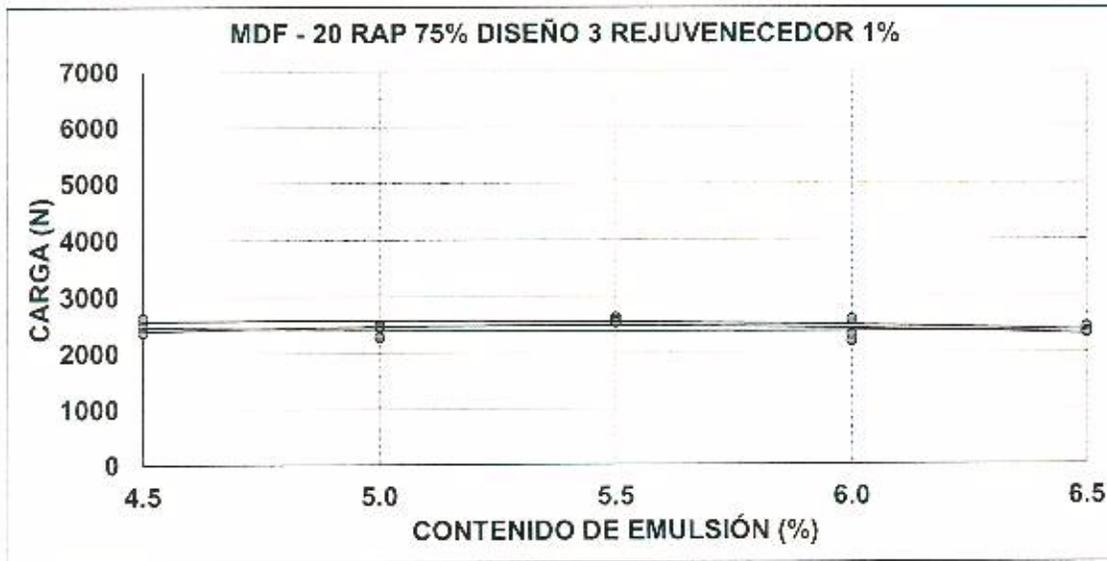


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
2624.7

OBSERVACIONES:

El cuerpo de muestra de la muestra se preparó en el laboratorio según las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezcla 5 minutos. Según a esto se adjunta el Figura adjunta en este caso **EMULSIÓN ASFÁLTICA** proporcionada por la **UNIGU** su tiempo de mezcla fue de 20 minutos. Los procesos se realizaron para el muestreo al preparar la muestra en una mezcladora de laboratorio. La granulometría se realizó por el **MDF-20** de la empresa **Reactivos** (MUESTRAS ASFÁLTICAS **DESARROLLO EN EL**) grado de mediana. El dato se relacionó con material granular dentro el 75% del material requerido en sus límites 2.075 - 0.075, de acuerdo a 95% de RAP y el 5% restante material pedregoso.

Ejecutó:	Francisco Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justine Eduardo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. MIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 2%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 9 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.1	100.2	1194.0	1578.5
4.5	2	74.4	100.0	1205.0	1646.3
4.5	3	73.9	99.9	1206.0	1527.5
5.0	1	73.8	99.8	1201.0	1697.3
5.0	2	74.4	100.1	1199.0	1770.3
5.0	3	73.8	100.2	1203.0	1642.5
5.5	1	74.2	99.8	1200.0	1825.0
5.5	2	74.2	100.0	1199.0	1903.5
5.5	3	74.3	100.1	1200.0	1766.1
6.0	1	74.7	100.2	1199.0	1962.4
6.0	2	73.9	100.1	1205.0	1920.2
6.0	3	74.0	99.8	1194.0	1871.5
6.5	1	73.9	100.2	1196.0	1923.1
6.5	2	74.0	99.9	1201.0	1785.8
6.5	3	74.1	100.2	1201.0	1883.9

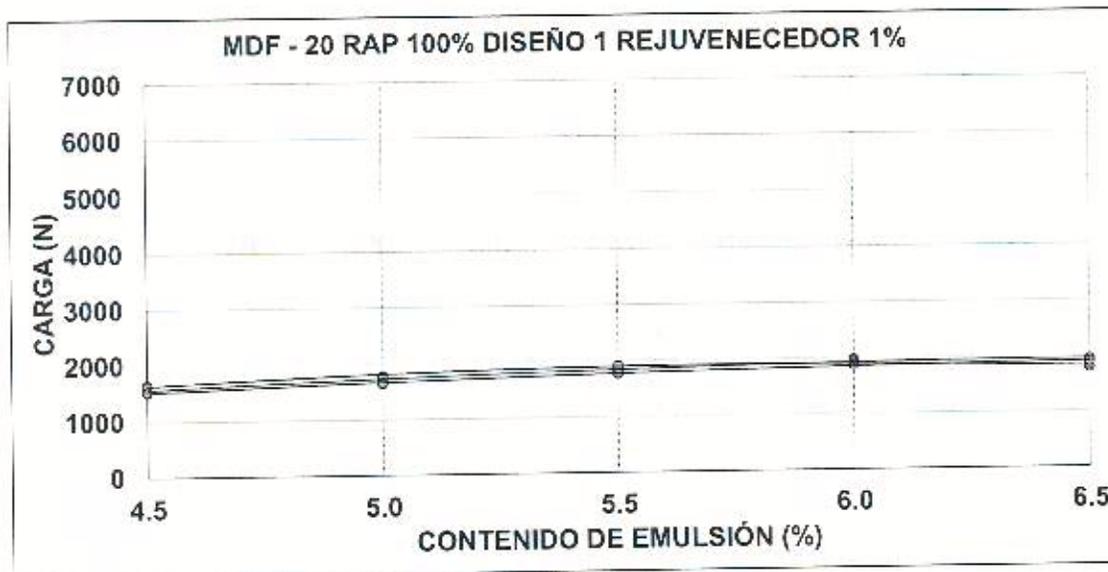


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	6.0
Carga máxima (N)	1962.4

OBSERVACIONES:

El presente resultado de ensayo se obtuvo en el laboratorio de ensayos de suelos y pavimentos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, en el día 09 de marzo de 2018. El ensayo se realizó de acuerdo a la metodología descrita en el Manual de Pruebas de Suelos y Pavimentos, publicado por el Comité de Pavimentos de la Universidad Nacional de Colombia, en el año 2010. El ensayo se realizó con material granular de 100% de las agregados por SAP.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 9 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.4	100.3	1201.0	1546.9
4.5	2	74.2	99.9	1205.0	1778.0
4.5	3	74.2	99.8	1205.0	1451.2
5.0	1	74.3	100.2	1197.0	1697.3
5.0	2	73.9	100.3	1194.0	1805.7
5.0	3	74.2	99.9	1198.0	1773.9
5.5	1	73.8	99.9	1195.0	1752.0
5.5	2	74.2	100.1	1197.0	2036.8
5.5	3	74.4	100.3	1197.0	1889.8
6.0	1	74.3	99.8	1197.0	1883.9
6.0	2	73.8	100.1	1196.0	2073.8
6.0	3	74.4	99.9	1204.0	1909.0
6.5	1	73.9	100.1	1205.0	2019.3
6.5	2	74.2	100.0	1198.0	1785.8
6.5	3	74.1	100.1	1205.0	1902.7

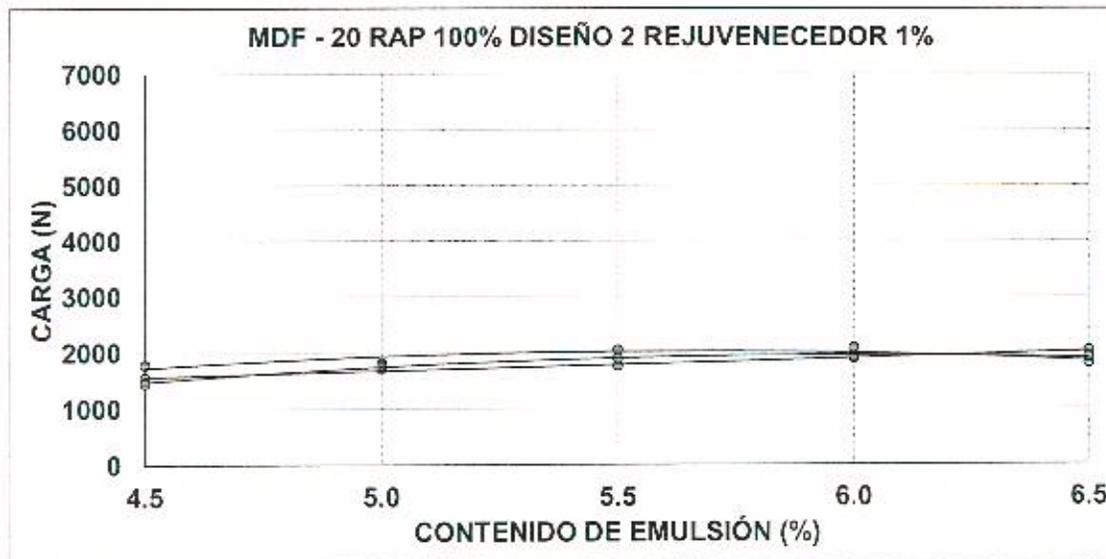


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
2073.8

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales pétreos en seco estuvo según bajo las siguientes condiciones: tiempo ambiente y tiempo de mezclado 5 min. Los Seguros de peso se adhirieron al ligante asfáltico en este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA modificada por el UMF, el tiempo de mezclado fue de 20 minutos, los procesos de mezclado como el material pétreo se hizo en un mazo en una macedora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la especificada en las especificaciones técnicas: MEZCLAS ASFÁLTICAS DE 1948 EN FRENTE a rodadura media. El diseño se elaboró con material granulométrico 100% de sus especificaciones RAP.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 9 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.2	100.0	1206.0	1546.9
4.5	2	73.9	99.8	1199.0	1760.3
4.5	3	74.5	100.1	1194.0	1465.7
5.0	1	74.4	100.1	1201.0	1680.3
5.0	2	73.8	99.8	1203.0	1787.6
5.0	3	73.9	100.0	1205.0	1685.2
5.5	1	74.4	100.3	1197.0	1734.5
5.5	2	73.8	100.2	1196.0	2077.5
5.5	3	74.0	100.3	1197.0	1965.4
6.0	1	74.0	100.0	1195.0	1846.2
6.0	2	73.8	100.1	1202.0	2073.8
6.0	3	74.2	100.0	1199.0	1585.3
6.5	1	73.8	100.3	1202.0	1999.1
6.5	2	74.5	100.2	1202.0	1696.5
6.5	3	73.8	100.2	1198.0	1921.7

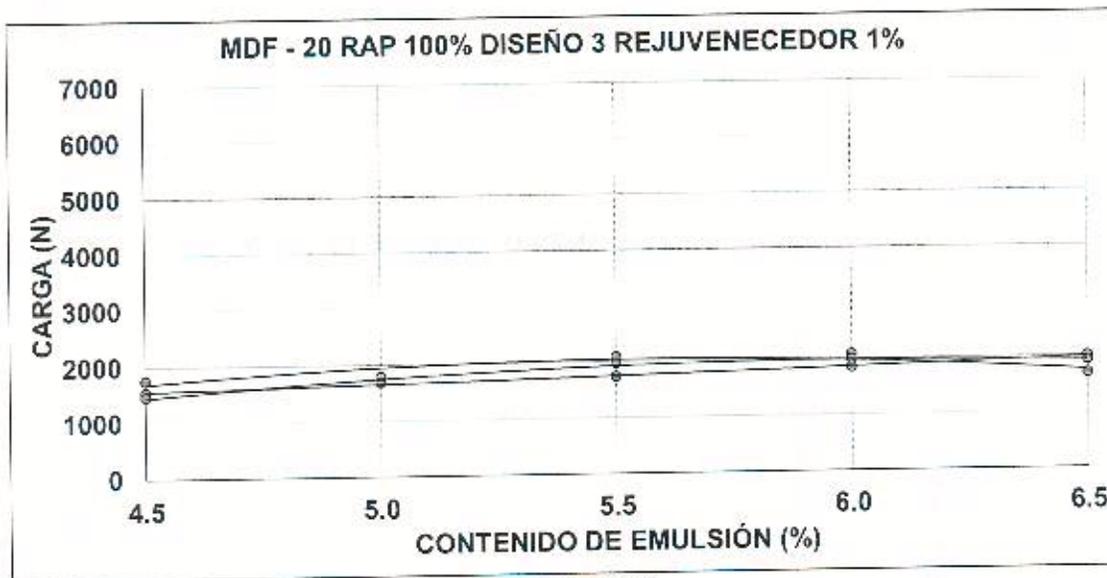


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
2077.5

OBSERVACIONES:

El tiempo de regulación de la muestra se realizó en seco sobre un plato con 100 g de arena y 100 g de arena de 0.075 mm. Tiempo de 30 minutos y tiempo de mezcla 5 minutos. Luego se le agregó el agente adhesivo en el proceso EMULSION 469 de 2017 por un tiempo de 20 minutos. Los ensayos de mezcla se realizaron en una mezcladora de laboratorio. La carga máxima usada fue la MD-20 de la especificación de los MUESTRAS ANALÍTICAS DE MESA EN FRIO (modificación 2). El diseño se elaboró con material y 100 g de arena 100% de agregados 100 705.

Ejecutó: Franceth Justine Pajardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225 340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	99.7	1205.0	1669.5
4.5	2	74.2	100.1	1195.0	1591.5
4.5	3	73.8	100.5	1195.0	1542.4
5.0	1	74.3	99.5	1205.0	1776.0
5.0	2	73.9	100.1	1201.0	1788.2
5.0	3	74.3	100.1	1202.0	1605.7
5.5	1	74.2	100.0	1199.0	1869.5
5.5	2	73.8	100.0	1203.0	1986.9
5.5	3	74.3	100.0	1202.0	1709.3
6.0	1	74.3	100.1	1204.0	1794.7
6.0	2	74.2	99.8	1204.0	1907.4
6.0	3	74.2	99.7	1204.0	1521.2
6.5	1	74.0	99.9	1201.0	1633.2
6.5	2	74.2	100.1	1206.0	1754.8
6.5	3	74.3	99.9	1194.0	1353.9

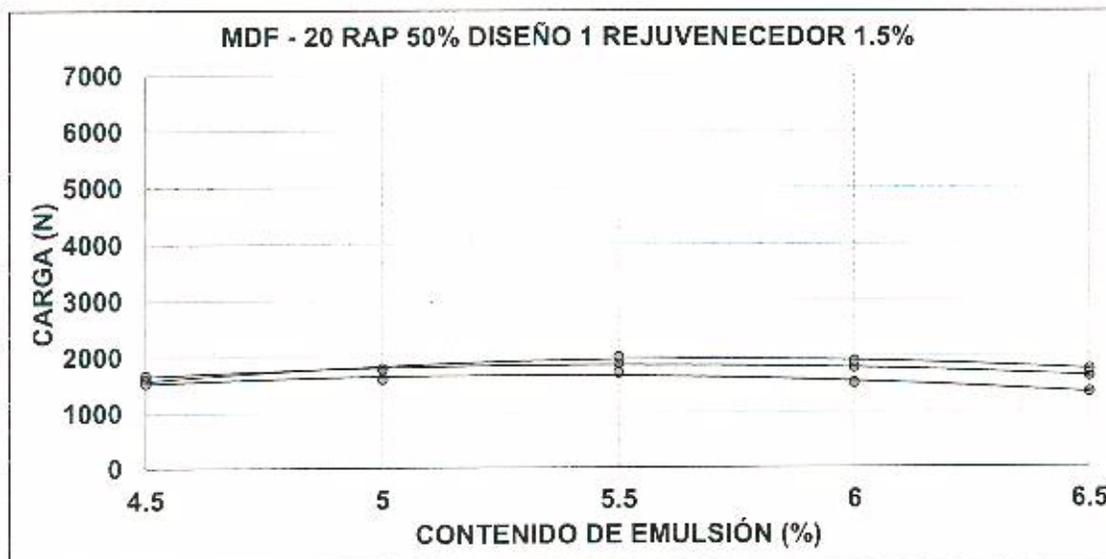


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	1986.9

OBSERVACIONES:

El Diseño de mezclado de los materiales citados en este estudio realizó parte del sistema de condiciones para la prueba ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Seguido a esto se adicionó la ligante asfáltica en este caso **EMULSIÓN ASFÁLTICA** proporcionada por la **UNICOL** durante un tiempo de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material patrón se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La proporción de materiales a **MDF-20** de la especificación técnica **MEZCLAS ASFÁLTICAS DEBIDAS EN FRÍO** para la mezcla de diseño se elaboró con material que un 90% del material restante en los términos 300 - 1175 - 2100 corresponden a tipo de RAP y el 10% restante material patrón.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1791, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	100.5	1201.0	1550.0
4.5	2	74.2	99.6	1197.0	1701.2
4.5	3	73.8	100.3	1199.0	1550.6
5.0	1	74.1	99.5	1198.0	1648.9
5.0	2	74.2	100.4	1194.0	1829.3
5.0	3	74.1	99.7	1198.0	1615.3
5.5	1	73.9	99.5	1198.0	1832.1
5.5	2	74.0	100.2	1197.0	1967.0
5.5	3	74.0	100.2	1194.0	1794.7
6.0	1	73.9	100.2	1194.0	1722.2
6.0	2	73.9	99.8	1198.0	1790.0
6.0	3	74.2	99.9	1197.0	1615.3
6.5	1	74.3	100.2	1197.0	1601.6
6.5	2	73.9	100.4	1203.0	1611.0
6.5	3	74.1	99.7	1200.0	1437.6

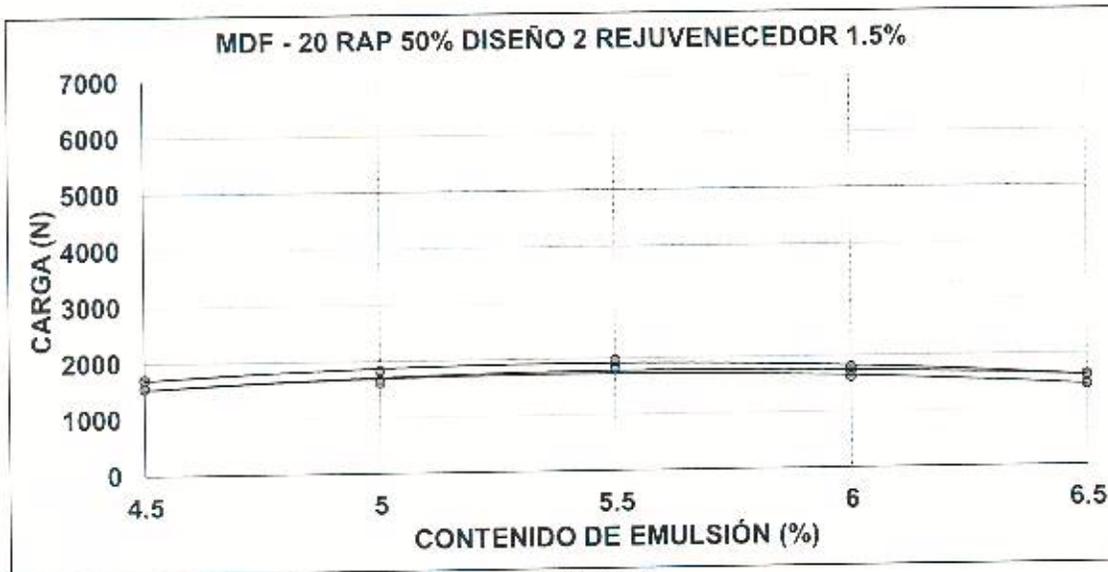


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
1967.0

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales poroso en seco estuvo regido bajo las siguientes condiciones: tiempo de mezcla en 30 segundos y tiempo de mezclado en 1 minuto. Según a esto se adjunta el **Figura 1.2018** en este caso **EMULSIÓN ASPALTICA** propiamente para la **MDF** en tiempo de mezclado fue de 20 minutos. En el proceso de mezclado para el material poroso se usó un **acabo en una mezcladora de laboratorio**. El granulometría de **MDF** fue de **MDF-20** de la especificación **ME-101** **MEZCLAS ASPALTICAS DENSO EN FRIJO** especificación **ME-101** con material granular donde el 77% de material relleno en los tamices 75 - 300 y el 23% corresponde a **50% de RAP** y el **50% restante** material casero.

Ejecutor: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. MIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.1	99.8	1204.0	1599.7
4.5	2	74.1	99.7	1198.0	1717.5
4.5	3	74.2	100.4	1197.0	1564.4
5.0	1	73.8	99.7	1206.0	1777.5
5.0	2	73.9	100.3	1202.0	1752.6
5.0	3	73.9	99.5	1202.0	1882.2
5.5	1	73.9	99.9	1196.0	1813.8
5.5	2	74.1	100.7	1195.0	1947.3
5.5	3	74.2	100.1	1199.0	1848.5
6.0	1	74.3	100.0	1205.0	1759.4
6.0	2	73.9	100.5	1195.0	1752.6
6.0	3	74.0	100.3	1194.0	1793.1
6.5	1	74.2	100.2	1204.0	1653.8
6.5	2	74.3	100.1	1204.0	1559.8
6.5	3	73.9	99.7	1203.0	1739.3

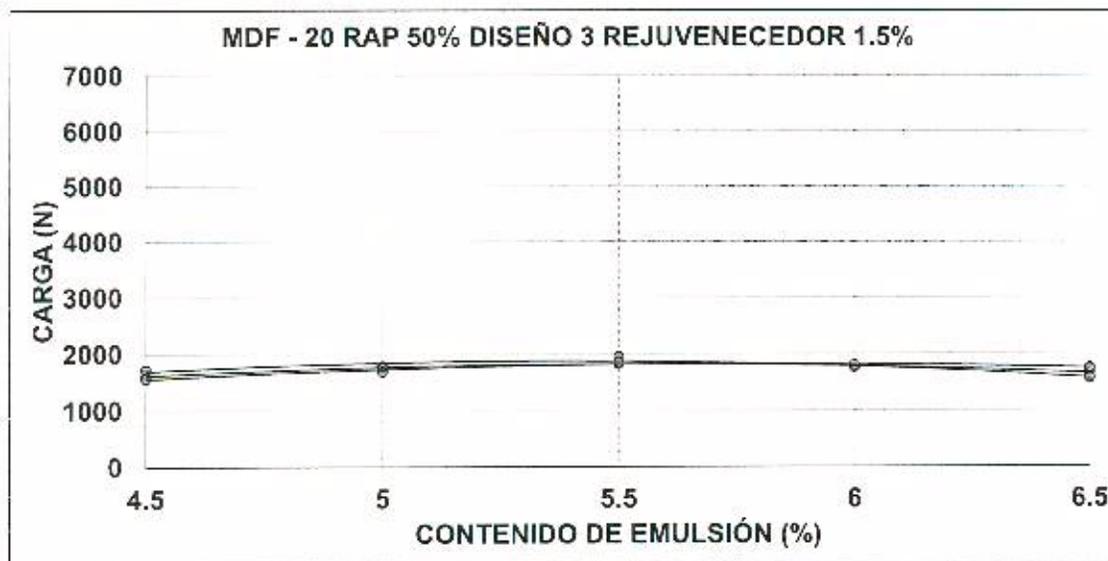


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
1947.3

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los sistemas primarios en este ensayo se dio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 3 minutos. Según a esto se utilizó el tiempo 4000 en el ensayo de EMULSIÓN ASFÁLTICA proporcional con la LEM el tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezcla para el material primario se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granometría se basó en la TABLA 10 de la especificación técnica: MEZCLAS ASFÁLTICAS DEMAS EN FRÍO grado 03 mod B. El diseño se elaboró con el fin de garantizar un 5% de la masa de resina en los sistemas 30% - 70% - 30% correspondiente a 50% de RAP y el 50% restante material primario.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.0	100.2	1196.0	1724.1
4.5	2	73.8	99.7	1202.0	1580.7
4.5	3	74.0	99.6	1199.0	1559.7
5.0	1	74.0	100.1	1200.0	1795.9
5.0	2	74.2	99.5	1204.0	1646.6
5.0	3	74.2	99.6	1201.0	1591.5
5.5	1	74.1	100.4	1206.0	1870.7
5.5	2	74.1	100.4	1203.0	1829.5
5.5	3	74.0	100.3	1202.0	1768.3
6.0	1	74.1	100.0	1206.0	1702.4
6.0	2	73.8	99.8	1195.0	1756.3
6.0	3	74.3	100.4	1194.0	1733.0
6.5	1	73.8	99.7	1196.0	1583.2
6.5	2	74.3	99.8	1196.0	1686.1
6.5	3	73.9	100.4	1201.0	1663.6

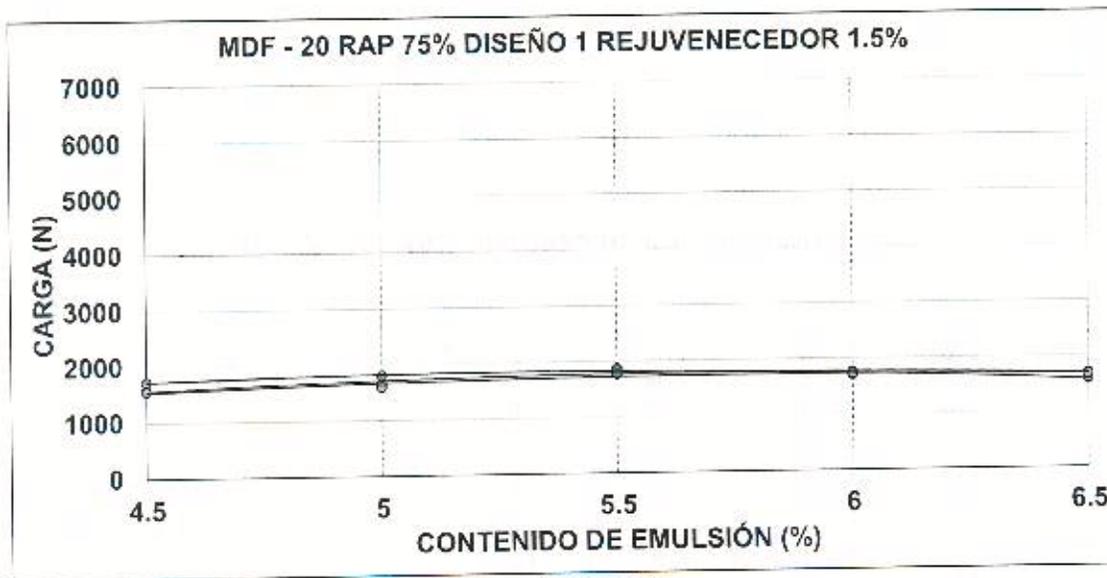


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
1870.7

OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó en el laboratorio de geotecnia de la Universidad Nueva Granada, siguiendo el método de ensayo de compresión simple de la norma ASTM D1557-02. Se utilizaron probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro y 75 mm de altura. El ensayo se realizó a una velocidad de carga constante de 0.5 mm/min. Se realizaron tres ensayos por nivel de emulsión (4.5%, 5.5% y 6.5%) y se obtuvo el promedio de los resultados. El diseño de mezcla se realizó con un contenido de emulsión de 5.5% y un contenido de agregado de 75%.

Ejecutó: Franceth Justine Ecuardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. MIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.1	99.9	1199.0	1683.0
4.5	2	74.3	99.6	1205.0	1549.7
4.5	3	74.3	100.2	1194.0	1449.7
5.0	1	73.9	99.7	1200.0	1870.0
5.0	2	74.3	99.7	1194.0	1684.4
5.0	3	74.0	100.1	1194.0	1593.1
5.5	1	73.8	100.2	1206.0	1908.1
5.5	2	74.3	100.4	1206.0	1811.2
5.5	3	73.9	100.1	1197.0	1750.6
6.0	1	73.9	99.6	1198.0	1793.6
6.0	2	74.2	100.4	1201.0	1702.5
6.0	3	74.3	99.9	1200.0	1510.6
6.5	1	74.3	100.0	1202.0	1686.0
6.5	2	74.2	99.5	1201.0	1532.3
6.5	3	74.0	99.7	1199.0	1514.0

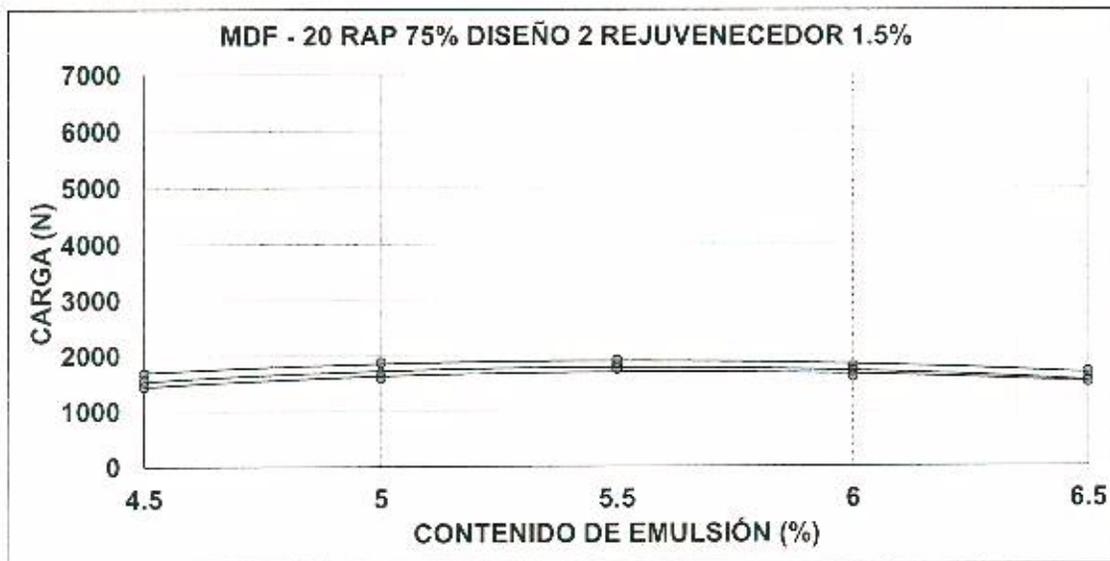


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
1908.1

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales primarios en esta ensayo fue de 10 minutos bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Según a esto se adicionó el tiempo adicional en este caso **30 minutos más**, para compensar con la UMR el tiempo de mezclado de 10 minutos. Los procesos de mezclado para el material primario se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio, la gran mezcladora usada fue la **MDF-20** de la empresa Itasca. **MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO** grado 60 medio. El diseño se elaboró con material granular donde el 75% del material pesando en los tamices 30# - 1.18" - 30# corresponden a 75% de RAP y el 25% restante material pétreo.

Ejecutó:	Francisco Justine Ecuardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.0	99.7	1204.0	1628.3
4.5	2	73.8	100.4	1199.0	1770.9
4.5	3	74.1	100.3	1194.0	1524.0
5.0	1	74.0	99.8	1200.0	1732.2
5.0	2	74.0	99.9	1204.0	1825.7
5.0	3	74.3	99.5	1206.0	1709.5
5.5	1	73.9	100.4	1196.0	1946.3
5.5	2	74.2	100.1	1204.0	1901.8
5.5	3	73.8	99.5	1198.0	1838.2
6.0	1	74.0	99.5	1204.0	1829.5
6.0	2	74.2	99.5	1203.0	1768.6
6.0	3	74.0	99.7	1201.0	1635.0
6.5	1	73.8	99.8	1202.0	1792.9
6.5	2	73.8	99.5	1195.0	1715.6
6.5	3	74.2	99.7	1197.0	1537.8

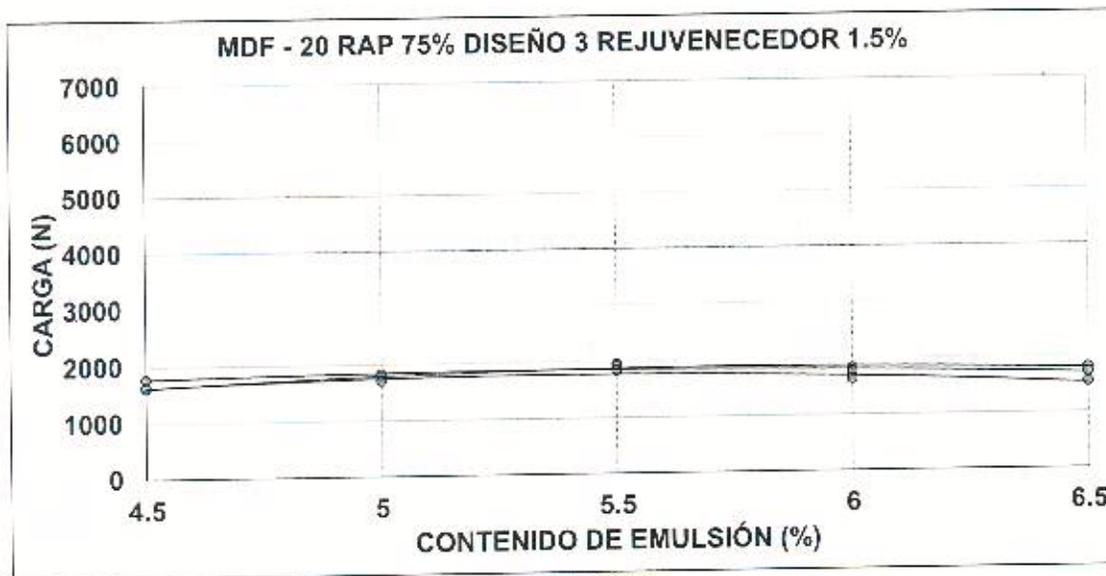


Figure 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
1946.3

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de los materiales sólidos en seco saluzo según los siguientes condiciones: 1 minuto ambiente y tiempo de mezcla: 5 minutos. Según a este procedimiento se realizó el ensayo de emulsión asfáltica proporción de 1:1 en tiempo de mezcla de 20 minutos. Los procesos se realizaron para el material pétreo se llevaron a cabo en una mezcladora laboratorio, la granulometría utilizada fue la MDF-20. Se usó la siguiente mezcla asfáltica densa en frío graduación media. Se usó la siguiente mezcla granular densa a 75% del material retenido en los tambores 9.5 - 12.5 - 25 - 37.5 mm con 75% de RAP a el 5% restante material pétreo.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	99.8	1198.0	1546.5
4.5	2	74.0	100.0	1205.0	2530.7
4.5	3	73.9	99.6	1197.0	1843.5
5.0	1	74.2	99.9	1201.0	1737.7
5.0	2	74.1	100.4	1202.0	2636.2
5.0	3	74.3	99.7	1194.0	2075.8
5.5	1	74.2	99.7	1202.0	1868.5
5.5	2	74.1	99.5	1205.0	2717.7
5.5	3	73.9	99.7	1197.0	2201.9
6.0	1	74.1	100.0	1202.0	2053.3
6.0	2	73.8	100.3	1199.0	2801.8
6.0	3	73.9	100.0	1206.0	2245.9
6.5	1	74.2	100.2	1204.0	2012.2
6.5	2	74.1	99.6	1200.0	2661.7
6.5	3	74.2	99.9	1199.0	2157.0

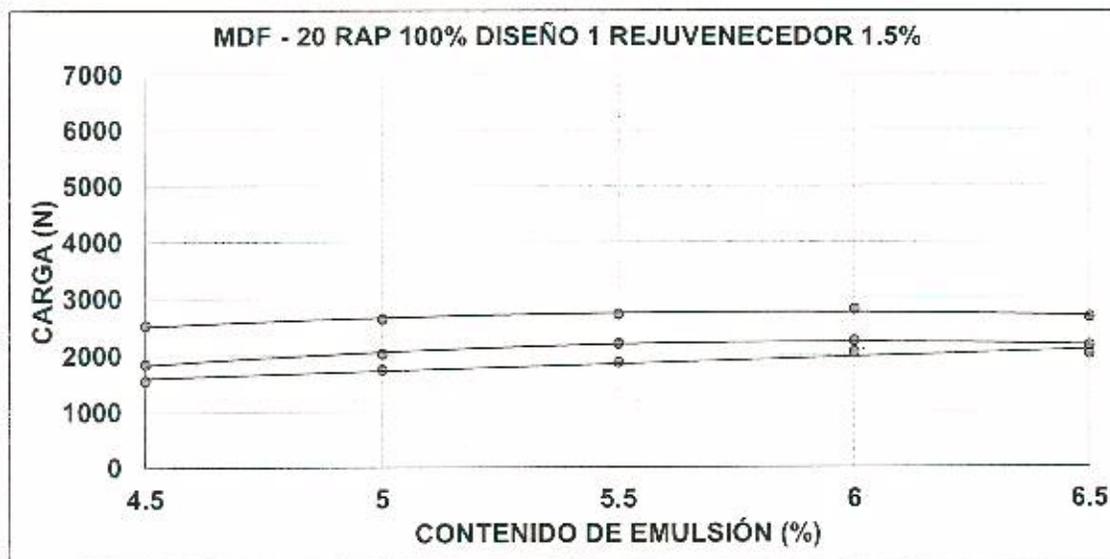


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
2801.8

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de la muestra es de 10 minutos en un mezclador de laboratorio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado de 10 minutos. Luego de esto se adicionó el agua caliente en una cantidad de 1.5% de la muestra. La muestra se mezcló por 20 minutos. Los procesos de mezclado para el resto del proceso se llevaron a cabo en un mezclador de laboratorio. La granulometría utilizada fue la MDF-20 de la especificación técnica: MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO producción mediana. El diseño se elaboró con material granulométrico 100% de sus agregados en frío.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.2	100.4	1201.0	1525.2
4.5	2	73.8	99.8	1199.0	2401.1
4.5	3	74.3	99.6	1206.0	1822.3
5.0	1	74.3	99.9	1196.0	1658.9
5.0	2	74.2	100.1	1205.0	2527.5
5.0	3	74.2	99.5	1204.0	1959.5
5.5	1	74.1	99.8	1196.0	1864.0
5.5	2	73.9	100.3	1204.0	2505.6
5.5	3	74.2	100.5	1201.0	2177.2
6.0	1	74.0	99.8	1201.0	2094.3
6.0	2	73.8	99.5	1196.0	2801.8
6.0	3	74.2	99.7	1204.0	2291.8
6.5	1	74.3	99.7	1202.0	1989.6
6.5	2	73.9	99.5	1204.0	2521.6
6.5	3	73.8	99.7	1201.0	2131.4

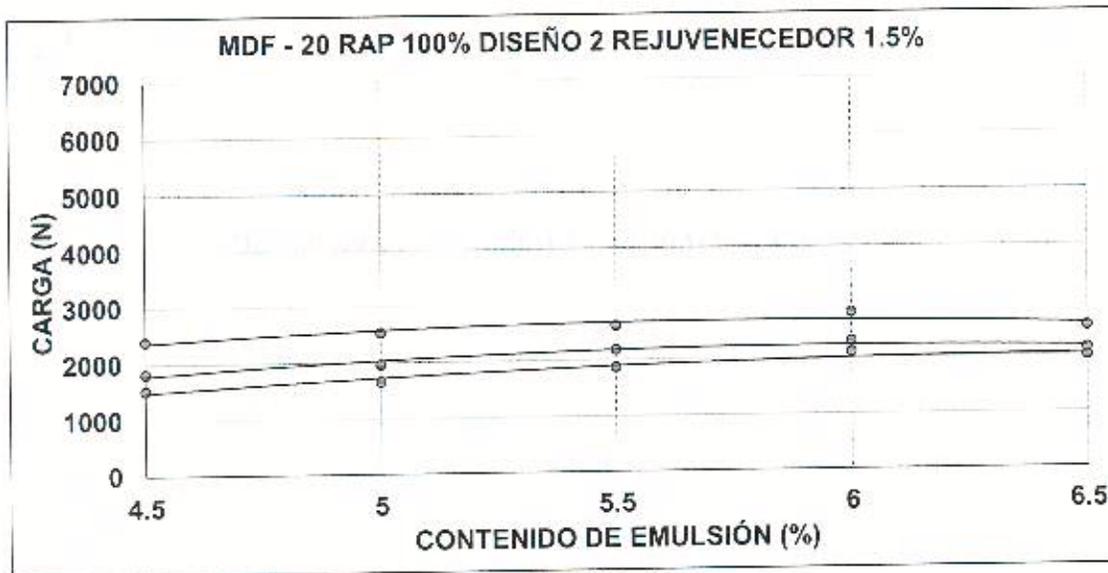


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
2801.8

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de las probetas cubetas en esta mezcla según foto bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad. Carga de muestra de 2000g. Segundo a solo se utilizó una figura válida en este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA por peso con la MDR 2016. El tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de el 25% en para el material primero se lavaron sobre una malla de 75 micrometros. La gran de malla al final fue la MDR-20 de 0.075 mm. Mezclas ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO y se agregaron a la muestra de 2000g a sobre con mezcla granular dando 20% de su agregado con RAP.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	100.4	1200.0	1560.1
4.5	2	73.8	100.0	1194.0	2239.7
4.5	3	73.9	100.0	1194.0	1760.7
5.0	1	74.2	100.5	1204.0	1677.6
5.0	2	74.3	100.1	1204.0	2382.6
5.0	3	73.8	100.3	1196.0	1893.3
5.5	1	74.0	100.0	1202.0	1864.0
5.5	2	73.8	99.8	1203.0	2677.1
5.5	3	74.0	99.9	1202.0	2080.5
6.0	1	74.2	99.6	1194.0	2094.3
6.0	2	74.2	99.9	1196.0	2941.9
6.0	3	73.9	100.2	1196.0	2337.6
6.5	1	73.8	100.2	1204.0	1989.6
6.5	2	74.2	100.0	1194.0	2706.5
6.5	3	74.1	99.6	1200.0	2080.5

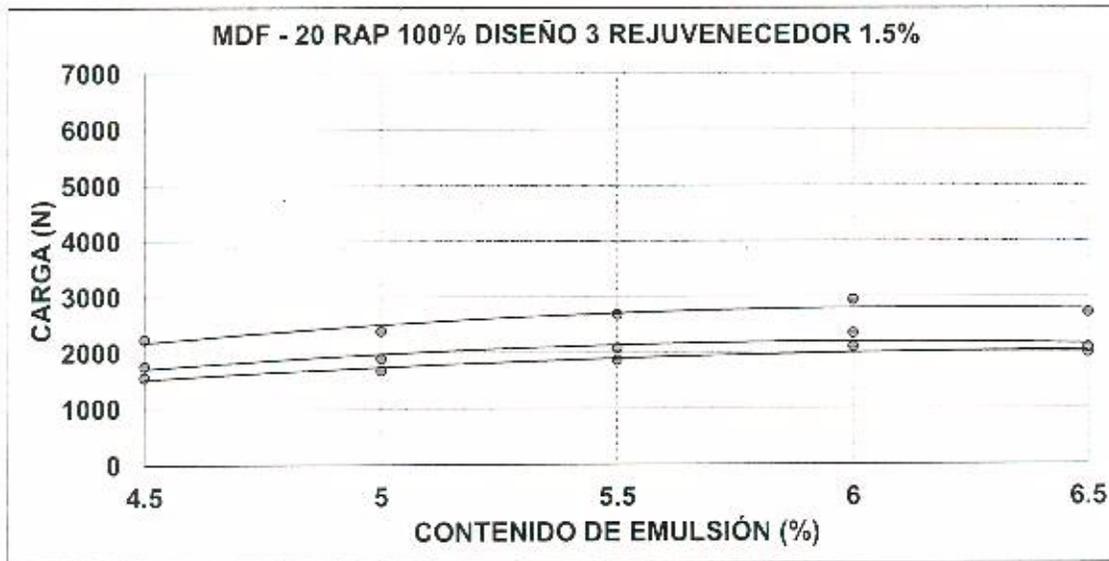


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
2941.9

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de los materiales por ensayo en el laboratorio debe ser en a grandes condiciones, temperatura ambiente y tiempo de mezcla 5 minutos. Seguido a esto se debe estar 20 minutos en este tipo de EMULSIÓN ASFÁLTICA preparada por el UNMG. El tiempo de mezcla fue de 20 minutos. Los probetas de mezcla para el sistema de ensayo se hicieron en una mezcladora de 80 litros. La granulometría utilizada fue la NDS-20 de la especificación técnica: MEZCLAS ASFÁLTICAS DE BASE EN FRÍO, granulado medio. El ensayo se elaboró con material granular de cada tipo de sus agregados con RAP.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.725.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Corazalido

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.0	100.2	1205.0	745.2
4.5	2	74.5	100.2	1195.0	827.7
4.5	3	73.8	100.0	1195.0	809.6
5.0	1	74.1	99.9	1205.0	768.3
5.0	2	73.8	100.3	1201.0	844.5
5.0	3	74.0	100.2	1202.0	834.7
5.5	1	74.2	99.9	1199.0	808.7
5.5	2	74.3	99.9	1209.0	861.8
5.5	3	74.1	100.3	1202.0	907.3
6.0	1	74.1	100.1	1204.0	776.4
6.0	2	74.5	100.3	1204.0	818.7
6.0	3	74.1	100.2	1204.0	871.0
6.5	1	74.0	100.1	1201.0	758.6
6.5	2	73.9	100.3	1206.0	753.2
6.5	3	74.2	99.8	1194.0	810.0

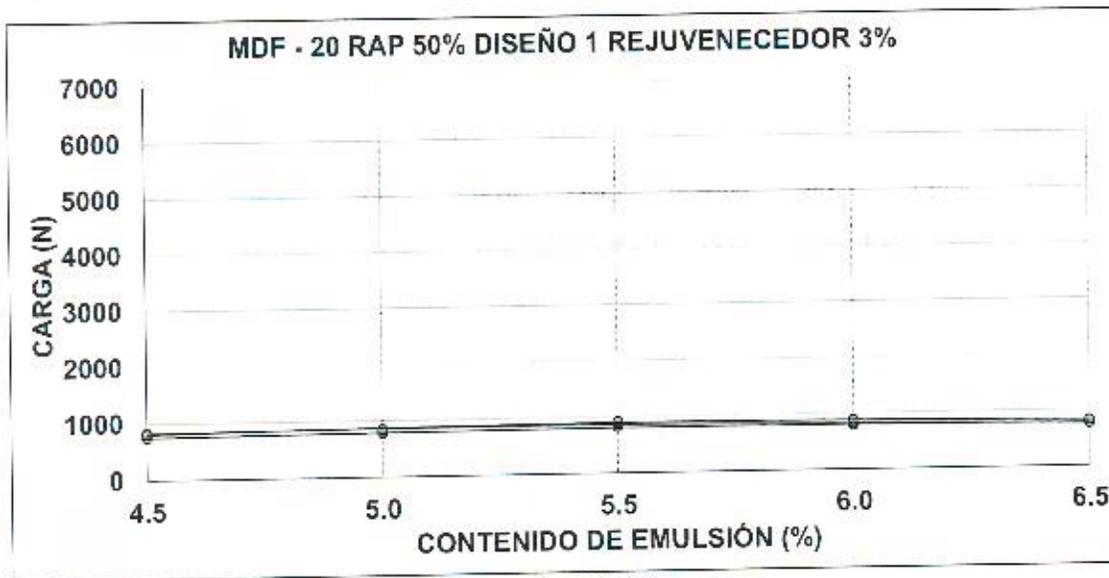


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	907.3

OBSERVACIONES:

El tiempo de montaje de los moldes para ensayos en tres puntos se dio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de maduración de 24 horas. Según a esto se adjunta el informe detallado en este caso para EMULSIÓN ASPÁLTICA y se informa por la UNB el tiempo de maduración de 20 minutos. Los 60 segundos de maduración para la muestra se hizo en una muestra de 100 gramos de la muestra. El granulometría de la muestra es la siguiente: 100% de la muestra es menor a 75 micras. El diseño de la muestra es la siguiente: 50% de RAP, 3% de rejuvenecedor y 47% de emulsión.

Ejecutó: Franceth Justino Esguerra Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.5	99.9	1201.0	722.9
4.5	2	74.1	100.0	1197.0	869.0
4.5	3	74.1	99.9	1199.0	825.8
5.0	1	74.4	100.2	1198.0	745.2
5.0	2	74.3	99.9	1194.0	861.4
5.0	3	74.5	100.2	1198.0	893.1
5.5	1	74.5	99.8	1198.0	841.1
5.5	2	74.0	99.8	1197.0	887.6
5.5	3	74.1	99.8	1194.0	889.1
6.0	1	74.0	100.1	1194.0	768.6
6.0	2	73.8	100.1	1198.0	867.8
6.0	3	74.0	100.2	1197.0	827.4
6.5	1	74.4	100.0	1197.0	791.6
6.5	2	74.5	99.9	1203.0	760.7
6.5	3	73.8	100.3	1200.0	801.9

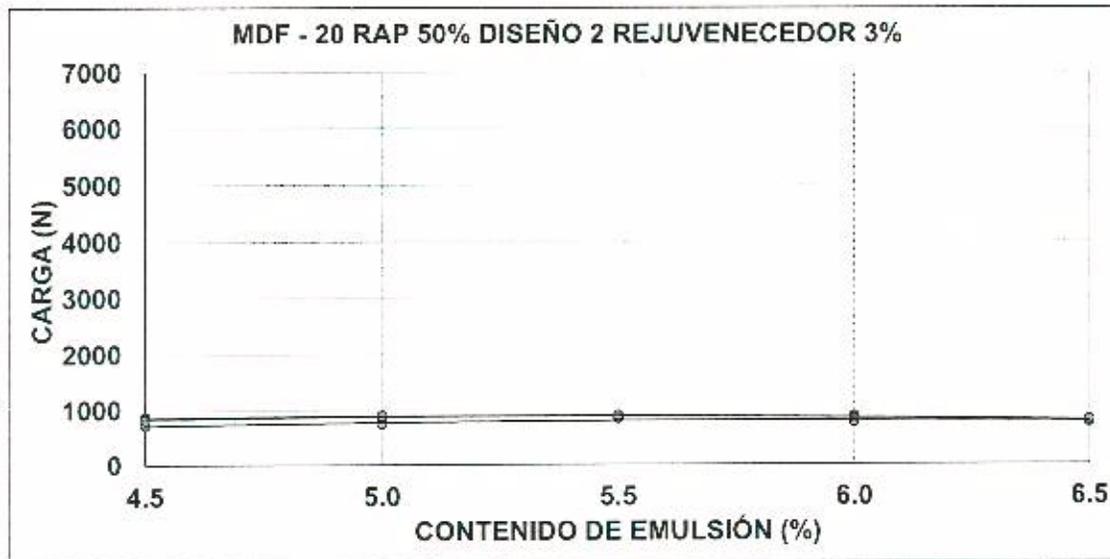


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	893.1

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales se efectuó en un secador rotatorio bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente, tiempo de mezclado: 5 minutos. Seguido a esto se adicionó el agua según el porcentaje de emulsión propuesto para la LEM en un tiempo de mezclado de 10 a 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material primario se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio de 20 galones para el caso de la MDF-20 y en una mezcladora de 100 galones para el caso de las MEZCLAS GRANES. TICAS DEMASAS EN FRIO grado en media, el diseño se elaboró con respecto a granular con el 35% del material requerido en los tambores 20" x 20" x 20" correspondiente a 50% de RAP.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340.8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 13 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 17 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.2	100.2	1204.0	722.9
4.5	2	74.1	99.9	1198.0	886.4
4.5	3	74.1	99.9	1197.0	817.6
5.0	1	74.4	100.1	1206.0	730.3
5.0	2	74.0	100.1	1207.0	878.7
5.0	3	74.4	99.8	1202.0	893.1
5.5	1	74.2	99.9	1196.0	849.5
5.5	2	73.9	100.1	1195.0	887.6
5.5	3	74.0	100.2	1199.0	889.1
6.0	1	74.1	100.3	1206.0	753.2
6.0	2	74.4	99.8	1195.0	876.5
6.0	3	73.8	100.0	1194.0	835.7
6.5	1	74.0	99.8	1204.0	807.5
6.5	2	74.4	99.9	1204.0	753.1
6.5	3	74.3	100.2	1203.0	825.0

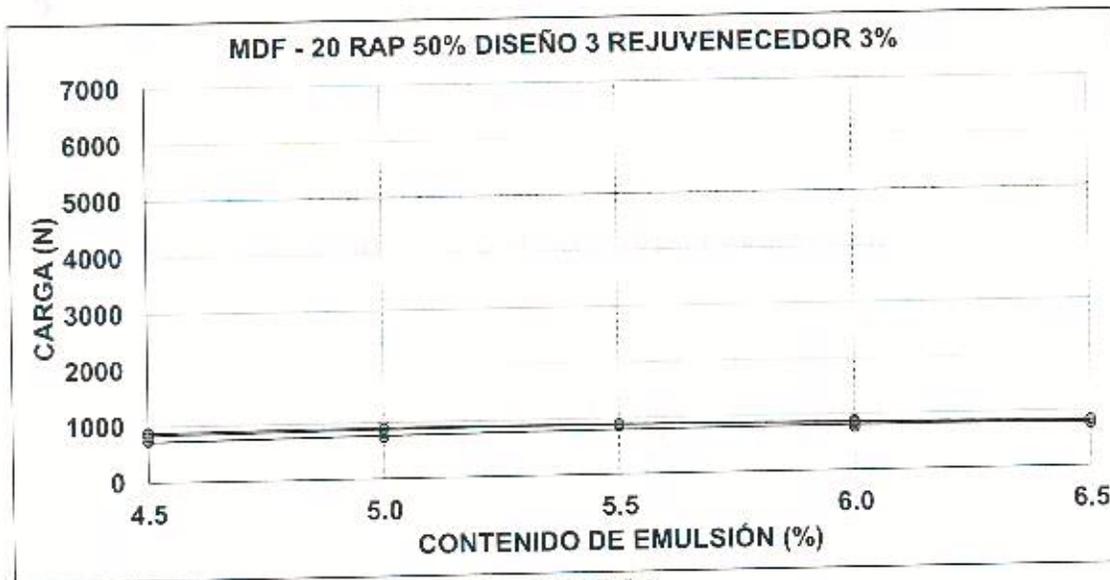


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
893.1

OBSERVACIONES:

El tiempo de curado de las probetas se realizó en un horno a 70°C por 24 horas. Se realizó el ensayo de compresión simple en un ensayador universal de 500 kN. Según se indica en el informe de ensayos en este caso se utilizó un método de preparación de la muestra de mezcla de 20 minutos, los procesos de medición para el material pétreo se llevaron a cabo en una mesa de nivelación. Se utilizó un método de compactación de 25 golpes de 2.5 kg en un molde de 100 mm de diámetro. Se utilizó un método de compactación de 25 golpes de 2.5 kg en un molde de 100 mm de diámetro. Se utilizó un método de compactación de 25 golpes de 2.5 kg en un molde de 100 mm de diámetro.

Ejecutó: Franceth Justine Cuervo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	73.9	100.1	1196.0	810.4
4.5	2	74.5	100.1	1202.0	841.7
4.5	3	73.9	100.3	1199.0	890.6
5.0	1	74.5	100.1	1200.0	835.5
5.0	2	74.3	99.9	1204.0	905.0
5.0	3	74.1	100.1	1201.0	947.5
5.5	1	74.0	100.3	1206.0	852.5
5.5	2	74.0	99.9	1209.0	942.7
5.5	3	74.1	99.8	1207.0	997.3
6.0	1	73.9	99.9	1206.0	917.5
6.0	2	73.9	100.1	1195.0	853.3
6.0	3	74.3	100.3	1194.0	844.8
6.5	1	74.4	100.0	1196.0	836.3
6.5	2	73.9	100.3	1196.0	828.0
6.5	3	73.9	100.2	1201.0	778.3

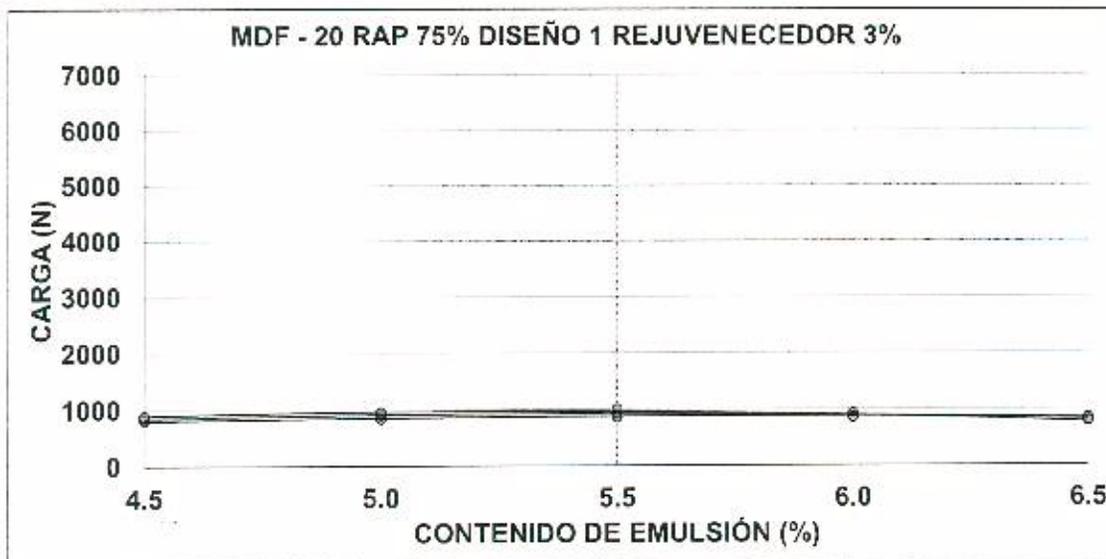


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	997.3

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales probeta en seco estuvo según lo: se fijaron condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Segundo a esto se ad. Con el agua se le usó en este caso EMULSIÓN ASÉPTICA recomendada por el HMT. El tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezclado en el sistema: calzas al lavador probeta en una mezcladora de laboratorio. La granulometría obtenida fue la ND1-20 de la especificación de técnicas: MEZCLAS ASFÁLTICAS DE RAP EN FRÍO, gradación menor. El probeta se abarcó con material granular donde el 75% de material está en los tambores 20 - 125 - 300 corresponden a 75% de RAP y al 25% restante material negro.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MD-20 RAP 75% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.3	99.9	1199.0	850.9
4.5	2	74.5	100.2	1205.0	799.6
4.5	3	74.1	100.0	1194.0	961.9
5.0	1	73.9	99.8	1200.0	818.8
5.0	2	73.9	100.2	1194.0	923.1
5.0	3	74.4	100.2	1194.0	928.5
5.5	1	74.5	100.1	1206.0	903.7
5.5	2	73.9	100.3	1206.0	1018.2
5.5	3	74.4	99.8	1197.0	957.4
6.0	1	74.5	99.8	1198.0	880.8
6.0	2	73.8	99.8	1201.0	827.7
6.0	3	74.4	99.8	1200.0	895.5
6.5	1	73.8	99.8	1202.0	878.2
6.5	2	74.5	99.9	1201.0	869.4
6.5	3	74.5	100.0	1199.0	793.9

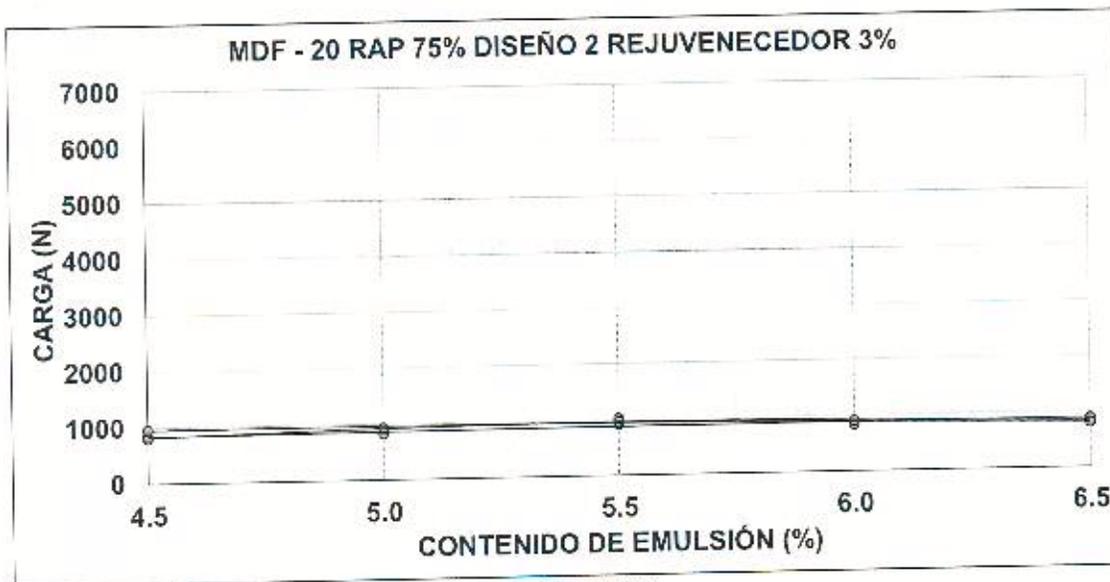


Figure 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	1018.2

OBSERVACIONES:

El ensayo de mezclado de esta muestra se realizó en el laboratorio de Geotecnia con el equipo de ensayos de compactación y tiempo de fragado de 5 minutos. Seguido a esto se realizó el ensayo de resistencia a la compresión simple en el laboratorio de Geotecnia con el equipo de ensayos de resistencia a la compresión simple de 20 toneladas. Los resultados de resistencia a la compresión simple de esta muestra se muestran en la siguiente tabla:

Ensayo de resistencia a la compresión simple en el laboratorio de Geotecnia con el equipo de ensayos de resistencia a la compresión simple de 20 toneladas. Los resultados de resistencia a la compresión simple de esta muestra se muestran en la siguiente tabla:

Ensayo de resistencia a la compresión simple en el laboratorio de Geotecnia con el equipo de ensayos de resistencia a la compresión simple de 20 toneladas. Los resultados de resistencia a la compresión simple de esta muestra se muestran en la siguiente tabla:

Ejecutor: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1201, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.5	100.2	1204.0	859.4
4.5	2	74.0	100.2	1199.0	807.6
4.5	3	71.0	100.1	1194.0	961.9
5.0	1	73.9	100.3	1200.0	835.1
5.0	2	74.1	100.3	1204.0	941.6
5.0	3	73.9	99.8	1205.0	919.2
5.5	1	74.4	99.8	1195.0	894.6
5.5	2	74.0	100.0	1204.0	997.8
5.5	3	73.9	100.1	1198.0	986.2
6.0	1	73.8	100.0	1204.0	889.7
6.0	2	74.4	100.3	1203.0	827.7
6.0	3	74.0	100.1	1201.0	904.4
6.5	1	74.3	100.2	1202.0	895.7
6.5	2	74.4	99.9	1195.0	869.4
6.5	3	74.5	99.8	1197.0	817.7

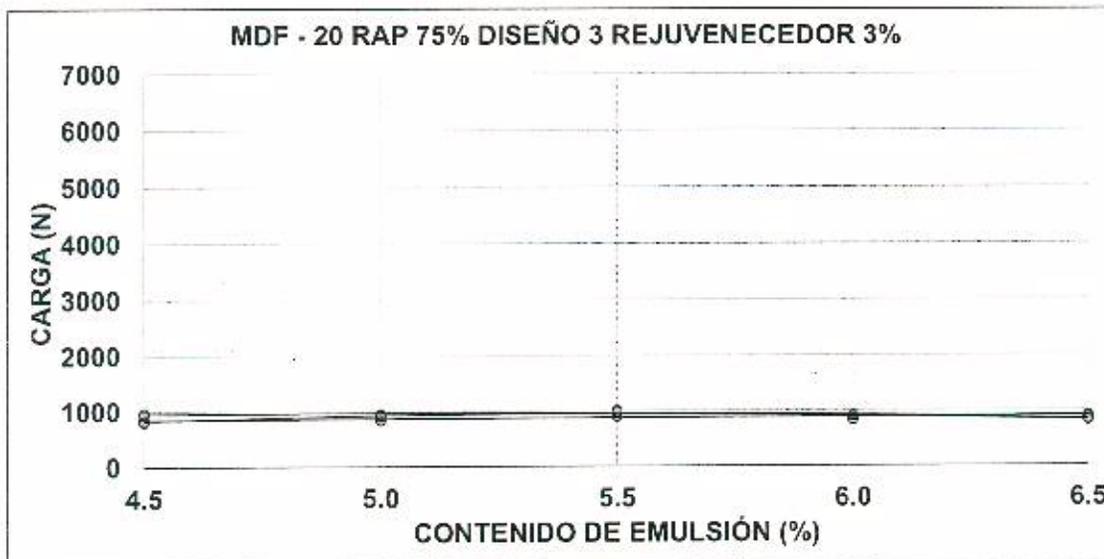


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
997.8

OBSERVACIONES:

El ensayo de mezclado de las muestras se realizó en seco, según se registra bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Según a esto se elige el porcentaje de emulsión, **ASESORES** proporcionados por el IANV al tiempo de mezclado de 30 minutos. Los procesos de mezclado se realizaron dentro de un sistema cerrado de levitación en una presión controlada de bitumen. La granulación de la base fue la **MDF-20** de la especificación técnica **MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO** (producción 1992). El resultado se obtuvo con material granular desde el 75% de material recolectado en los campos 1/4 - 1/2", 3/4" correspondiente a 75% de RAP y el 25% restante (MDF) bitumen.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director Convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.2	100.2	1198.0	788.4
4.5	2	74.3	99.8	1205.0	804.2
4.5	3	74.5	100.1	1197.0	826.7
5.0	1	74.5	99.8	1201.0	812.8
5.0	2	74.3	100.0	1202.0	846.5
5.0	3	74.2	100.2	1194.0	879.4
5.5	1	74.5	100.1	1202.0	821.0
5.5	2	74.3	100.3	1206.0	900.5
5.5	3	73.9	100.0	1197.0	925.7
6.0	1	74.4	99.9	1202.0	892.4
6.0	2	74.4	100.1	1199.0	947.9
6.0	3	74.1	100.1	1205.0	984.8
6.5	1	74.0	100.2	1204.0	874.6
6.5	2	74.2	99.9	1200.0	929.0
6.5	3	74.5	99.9	1199.0	915.9

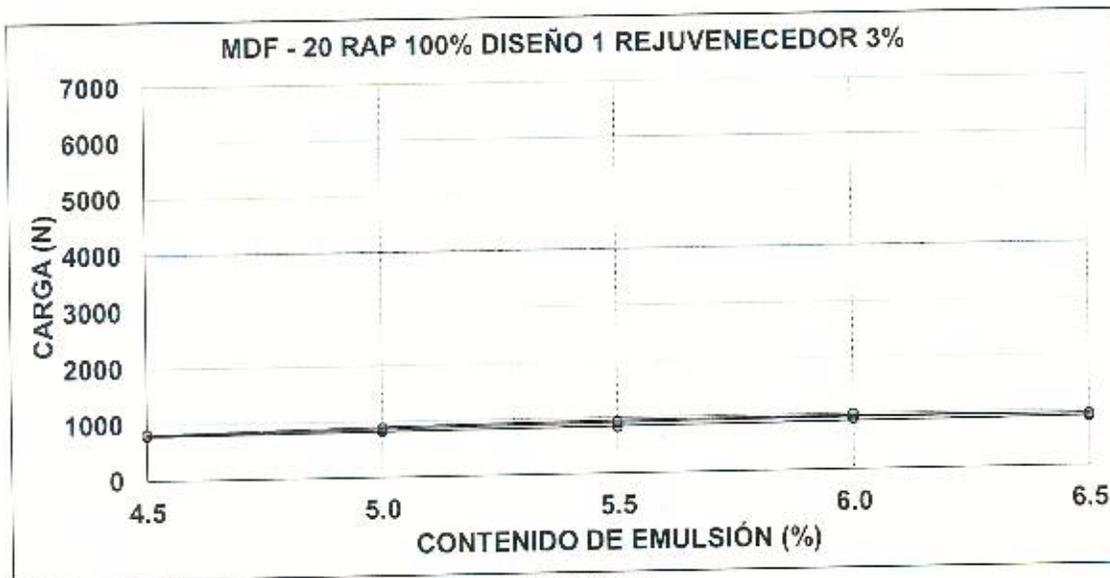


Figure 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
984.8

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de las muestras se realizó en seco (sin agua) según las especificaciones de la norma ASTM D 1557 y el tiempo de curado 5 minutos, según lo exige el método de ensayo de laboratorio para emulsión. El tiempo de curado se realizó en un horno de curado a 100°C por un tiempo de 20 minutos. Las pruebas de mezclado se realizaron al por lo menos 3 veces en un mezclador de laboratorio. La gran cantidad de agua fue la MDE-20 de la especificación técnica. MEDIDAS ANALÍTICAS DE ENERGÍA para el diseño de mezclado con el material emulsión de 100% se usó el método de ensayo.

Ejecutó: Franceth Justina-Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.2	99.9	1201.0	780.5
4.5	2	74.5	99.9	1199.0	860.5
4.5	3	74.2	100.2	1206.0	843.2
5.0	1	74.1	99.9	1196.0	861.6
5.0	2	74.1	100.2	1205.0	817.6
5.0	3	74.3	99.9	1204.0	967.4
5.5	1	74.2	100.2	1196.0	853.9
5.5	2	74.4	99.9	1204.0	972.6
5.5	3	74.3	100.1	1201.0	953.5
6.0	1	73.9	100.1	1201.0	946.0
6.0	2	74.3	100.0	1196.0	985.8
6.0	3	74.2	100.0	1204.0	955.7
6.5	1	74.4	100.3	1202.0	900.8
6.5	2	74.1	99.9	1204.0	938.3
6.5	3	74.4	100.3	1201.0	980.0

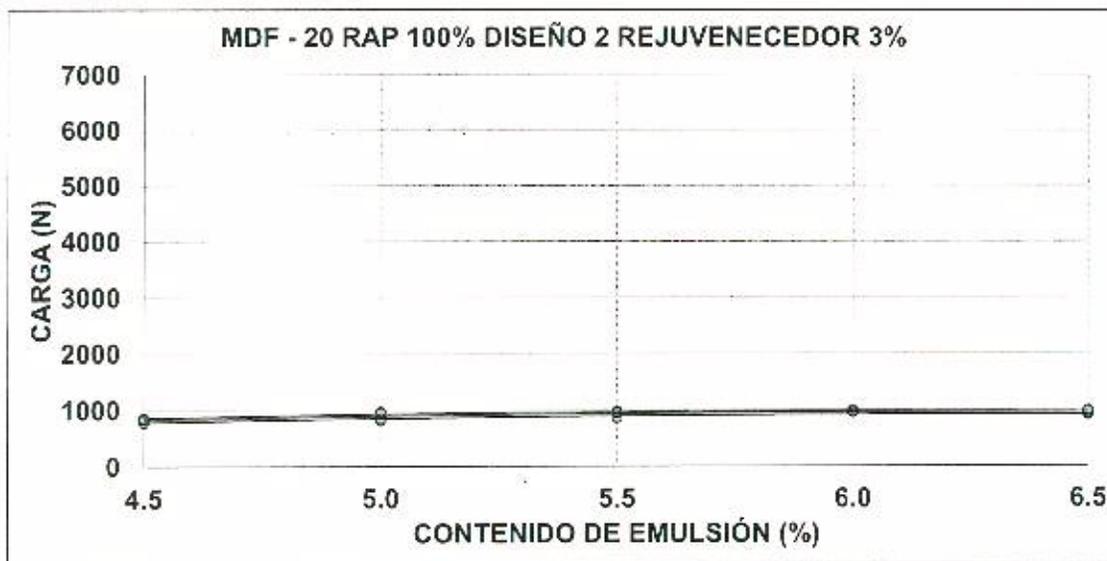


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
985.8

OBSERVACIONES:

El diseño de mezcla se realizó en las máquinas pedregón, en su versión 2000 bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de madurado 3 minutos. Seguido a esto se aplicó el método de diseño en este caso **INDUSTRIAL TGA** propuesto en la **UNE** al tiempo de madurado fue de 10 minutos. Los procesos de mezcla para el material pedregón se hicieron según los procedimientos de laboratorio. Se generó emulsión de la **EMULSION** de la especificación técnica: **MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS SUPER** grado 60 media. El diseño se hizo con mezcla granular donde 100% de sus agregados son RAP.

Ejecutó:	Francisco Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800 225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 9 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 13 de 2018

Tabla 1. Consolidada

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.5	1	74.0	99.9	1200.0	772.7
4.5	2	74.2	99.8	1194.0	843.3
4.5	3	74.2	100.1	1194.0	834.8
5.0	1	74.1	100.0	1204.0	844.4
5.0	2	74.4	100.3	1204.0	837.0
5.0	3	74.5	100.2	1196.0	967.4
5.5	1	74.5	100.2	1202.0	862.4
5.5	2	73.8	100.0	1203.0	962.8
5.5	3	74.1	100.1	1202.0	943.9
6.0	1	73.9	100.2	1194.0	936.5
6.0	2	74.0	100.1	1196.0	985.8
6.0	3	74.4	100.2	1196.0	955.2
6.5	1	74.1	100.0	1204.0	882.8
6.5	2	74.4	100.1	1194.0	919.5
6.5	3	74.4	100.0	1200.0	999.6

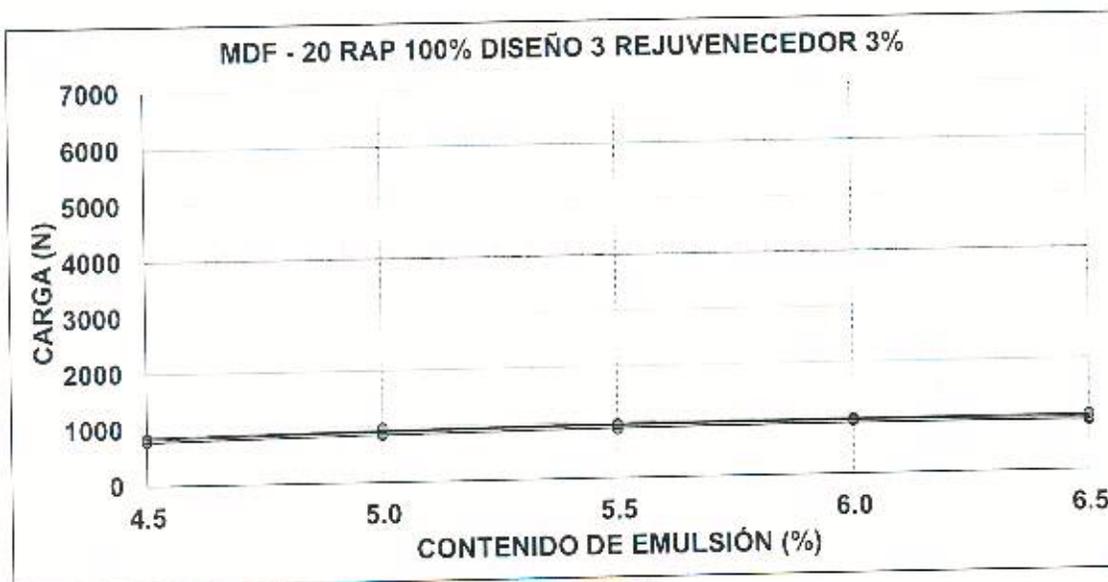


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
999.6

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales para us en este ensayo es de 60 segundos. En las condiciones de temperatura ambiente y emulsión de mediana viscosidad, según se indica en el siguiente artículo es este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA proporciónada con 3% RAP en un tiempo de mezclado de 60 minutos. El proceso de mezclado para el sistema 2005 se lleva a cabo en un mezclador de laboratorio. La granulometría de la muestra es de 0.075-2.0 mm de la especificación L&T 30. MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO, gradación media. El diseño se elaboró con material @ 3% (en donde 100% de sus agregados son RAP).

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1791, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225 340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Diciembre 1 de 2017
MUESTRA:	MOF 20 RAP 50% DISEÑO 1	FECHA DE ENSAYO:	Diciembre 5 de 2017

Tabla 1. Consolidao

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.0	100.3	1198.0	2574.5
4.0	2	74.3	99.8	1195.0	2711.0
4.0	3	74.5	100.1	1205.0	2646.8
5.0	1	74.3	99.8	1204.0	2929.5
5.0	2	73.8	100.2	1199.0	2936.9
5.0	3	74.2	100.0	1200.0	2951.3
6.0	1	73.8	100.1	1196.0	3059.1
6.0	2	74.5	100.3	1203.0	3180.0
6.0	3	74.1	100.2	1194.0	3195.6
7.0	1	73.8	100.0	1198.0	2453.1
7.0	2	74.2	100.2	1196.0	2771.4
7.0	3	74.1	100.1	1194.0	2606.1
8.0	1	74.0	100.0	1198.0	2435.4
8.0	2	74.5	99.8	1201.0	2417.3
8.0	3	74.5	100.2	1196.0	2155.0

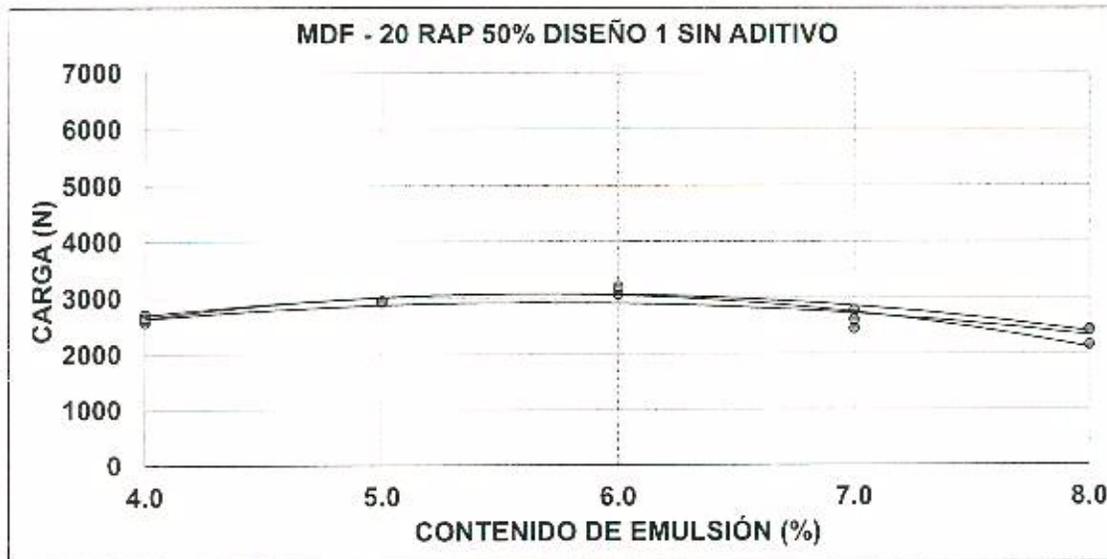


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	3195.6

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales, se hizo en 5000 rotaciones según las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos. Según a esto se adicionó la grava y se agregó la EMULSIÓN ASFÁLTICA se agitó con la LEMU 20 100000 rpm por 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material primario se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría del caso fue la MOF 20 de la clasificación métrica. MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN 100% y 20% de la mezcla de cemento y arena con un nivel de grava se controló el 75% del material retenido en los tambores 300 - 425 y 425 - 600 mm de RAP y el 10% restante masa del pedregal.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Directo Convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Diciembre 1 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% DISEÑO 2	FECHA DE ENSAYO:	Diciembre 5 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.5	100.2	1205.0	2317.1
4.0	2	74.3	100.0	1206.0	2502.6
4.0	3	74.4	99.9	1205.0	2832.1
5.0	1	73.8	100.1	1198.0	3163.8
5.0	2	73.8	100.1	1200.0	3230.6
5.0	3	74.1	100.3	1204.0	2774.2
6.0	1	73.9	100.2	1198.0	3303.9
6.0	2	74.0	99.8	1203.0	3434.4
6.0	3	74.3	100.1	1201.0	3067.7
7.0	1	74.4	100.2	1197.0	2526.7
7.0	2	73.8	100.0	1206.0	2993.2
7.0	3	74.3	100.0	1200.0	2423.7
8.0	1	73.8	99.9	1199.0	2678.9
8.0	2	73.8	100.2	1206.0	2199.8
8.0	3	74.4	99.9	1198.0	2090.3

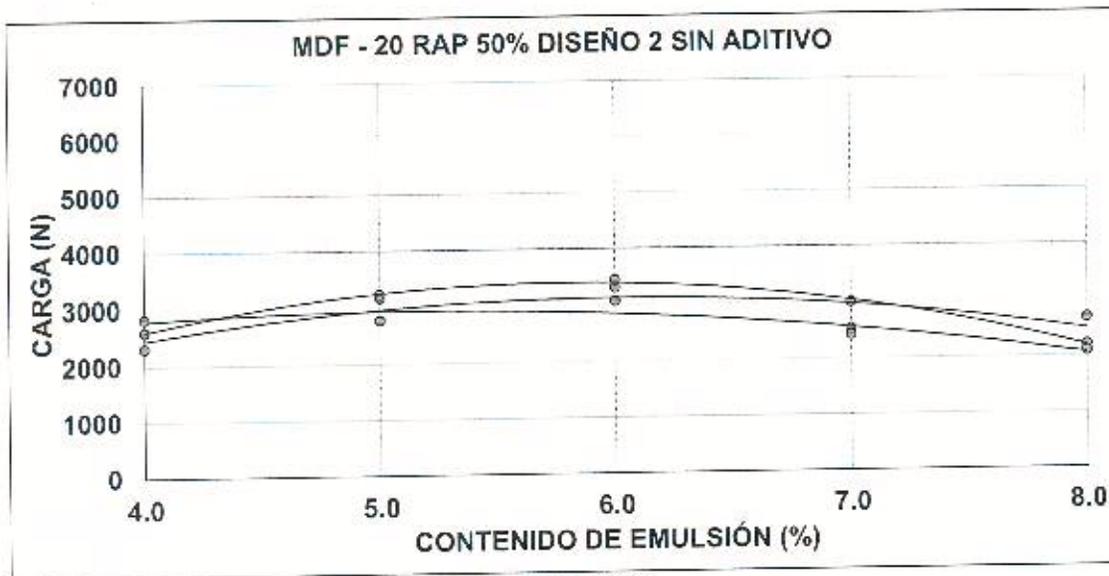


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
3434.4

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales colocados en el molde se realizó bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos, seguido a esto se adicionó el agente estabilizante con el 1% de EMULSIÓN ASFÁLTICA y se continuó con la MMD 5 minutos de mezclado y se dejó 20 minutos. Los procesos de mezclado para el presente ensayo se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la MDF-20 de la especificación IDOT de MICHIGAN ESTADÍSTICAS DEBIDAS EN RÍO, agregado medio. El ensayo se realizó con material granular donde el 75% de material pasan de los tambores 50, 75, 100 y 150 micras y el 25% restante más fino.

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557 NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Diciembre 1 de 2017
MUESTRA:	MDI-20 RAP 50% DISEÑO 3	FECHA DE ENSAYO:	Diciembre 5 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.4	100.3	1205.0	2342.8
4.0	2	74.0	99.8	1197.0	2467.0
4.0	3	74.5	100.0	1197.0	2911.5
5.0	1	73.9	100.0	1206.0	2870.9
5.0	2	74.0	100.0	1197.0	3083.7
5.0	3	74.2	99.8	1194.0	3187.4
6.0	1	74.2	99.8	1194.0	3181.5
6.0	2	74.1	100.1	1197.0	3148.2
6.0	3	73.9	100.7	1197.0	2908.0
7.0	1	74.0	100.3	1203.0	2256.9
7.0	2	74.1	99.9	1202.0	2965.4
7.0	3	74.5	100.2	1201.0	2475.8
8.0	1	74.0	99.9	1197.0	2338.0
8.0	2	74.1	99.9	1201.0	2586.5
8.0	3	74.3	99.9	1194.0	2262.7

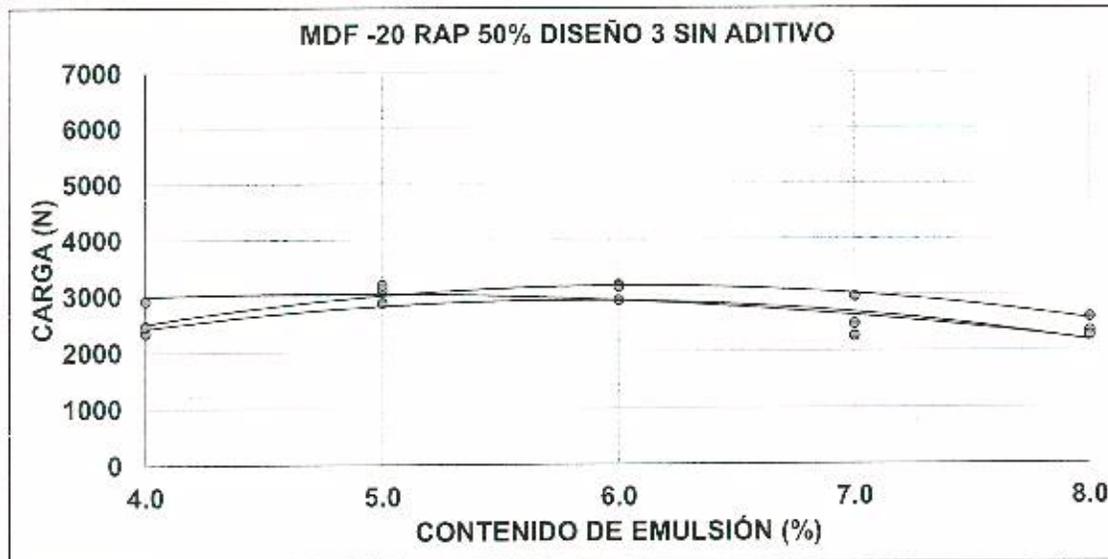


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
5.5
Carga máxima (N)
3187.4

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales pesados en seco está sujeto bajo las siguientes condiciones: tamaño de agregado máximo de 19.0 mm, tiempo de mezclado 5 min. Los agregados de 19.0 mm se agregan al tiempo 25% tras un primer mezclado. Así mismo, controlada por la UMV, el tiempo de mezclado sea de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material pétreo se llevan a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la MDI-20 de la especificación técnica: MEZCLAS ASPÁLTICAS DENSA EN FRÍO, gradación media. El diseño de laboratorio para el material denso a 75% de material retenido en los tambores 20", 30", 37.5" corresponde a 50% de 4.75" y el 50% restante restante sobre.

Ejecutó:	Franceth Justine Edgardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-5370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Noviembre 17 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 1	FECHA DE ENSAYO:	Noviembre 21 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.1	100.3	1195.0	3666.0
4.0	2	74.4	100.2	1194.0	3624.3
4.0	3	74.5	100.2	1206.0	3746.3
5.0	1	73.9	100.3	1198.0	3931.1
5.0	2	74.2	100.1	1199.0	3985.9
5.0	3	74.2	99.9	1205.0	4091.0
6.0	1	74.0	100.3	1202.0	4030.0
6.0	2	74.4	100.0	1196.0	3950.1
6.0	3	74.7	100.1	1200.0	3877.3
7.0	1	74.0	100.1	1202.0	3561.5
7.0	2	74.1	99.9	1199.0	3488.4
7.0	3	74.1	99.9	1204.0	3371.0
8.0	1	74.0	100.0	1204.0	2841.9
8.0	2	74.3	100.0	1198.0	3001.9
8.0	3	74.2	100.0	1194.0	2683.3

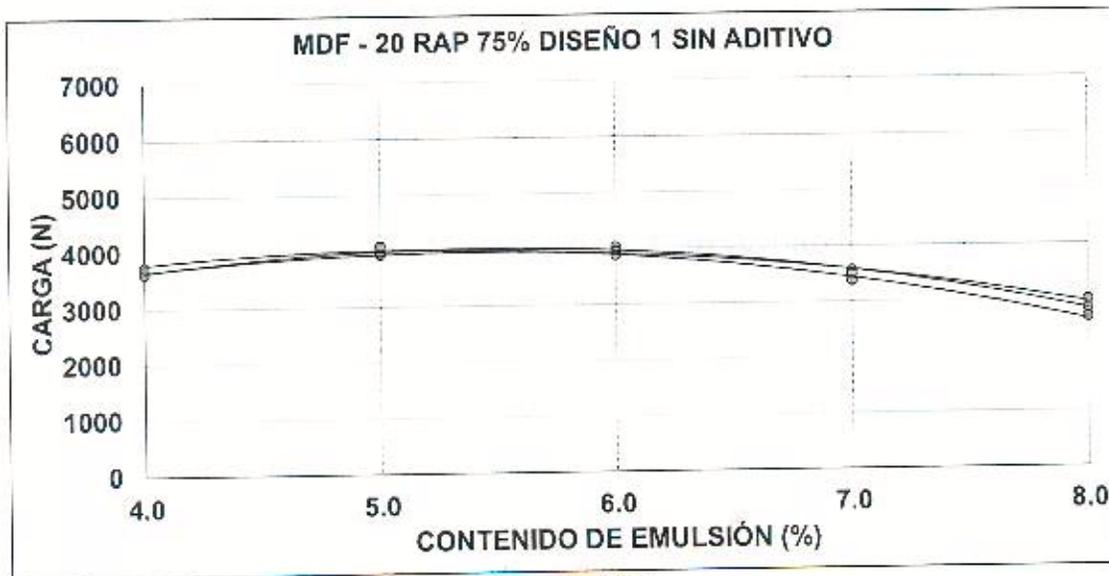


Figure 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	4091.0

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales se realizó en seco en un agitador mecánico con un tiempo de mezcla de 5 minutos. Seguido a esto se adicionó la ligante asfáltica en una caja de **MEZCLAS ASFÁLTICAS** recomendada por el **MANE** en un tiempo de mezclado de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material pétreo se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio. La granulometría utilizada fue la **MANE-23** de la especificación **MANE** para **MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO** y para el material pétreo se utilizó la granulometría **MANE-23** de la especificación **MANE** para **MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO** y el **20%** restante de la mezcla se utilizó para el pétreo.

Ejecutó: Francisco Justino Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Francisco Justino Castellanos
 Cargo: Asistente de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800 225.340 8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Noviembre 17 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 2	FECHA DE ENSAYO:	Noviembre 21 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.2	99.8	1206.0	4032.6
4.0	2	74.5	99.8	1206.0	3334.4
4.0	3	74.5	100.0	1201.0	3559.0
5.0	1	74.3	100.0	1194.0	4088.3
5.0	2	74.4	99.8	1204.0	3866.3
5.0	3	74.2	100.1	1194.0	4418.3
6.0	1	74.1	99.9	1204.0	3667.3
6.0	2	73.9	100.2	1202.0	3950.1
6.0	3	73.9	100.0	1196.0	3489.6
7.0	1	74.5	99.8	1194.0	3668.4
7.0	2	74.3	100.2	1203.0	3488.4
7.0	3	74.2	100.1	1194.0	3337.3
8.0	1	73.9	100.1	1203.0	2699.8
8.0	2	74.1	100.3	1195.0	3091.9
8.0	3	74.5	99.8	1204.0	2924.8

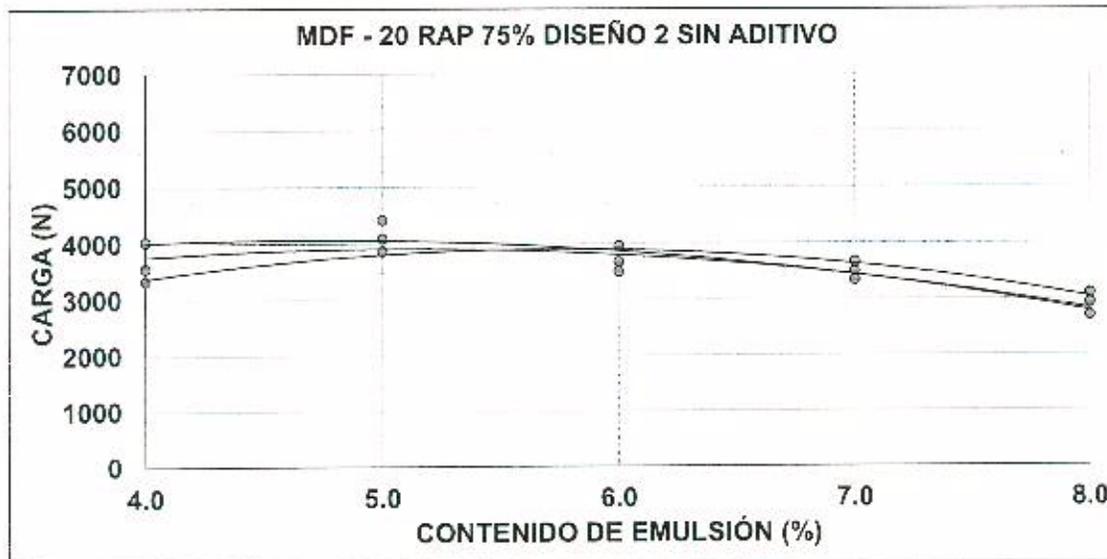


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	4418.3

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales por peso en seco en un secador se sigue entre condiciones homogéneas, a utilizar y tiempo de mezclado 5 minutos. Seguir con el uso de aditivo si se requiere. El tiempo de mezclado de la EMULSIÓN ASFÁLTICA se continúa por el UNIV al tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos se realizó para el material por peso se basaron en una muestra de 100 gramos. La granulometría utilizada fue la ENDE-32 de la especificación técnica: EMULSIONES ASFÁLTICAS DENSAS EN UNIV grado 60 med. El diseño se elaboró con material granular de 75% de material obtenido en los lotes 5267, 5271, 5272 y el 25% restante material control.

Ejecutó: Franceth Justine Fernando Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. N.T. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Noviembre 17 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% DISEÑO 3	FECHA DE ENSAYO:	Noviembre 21 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.1	100.2	1206.0	3409.4
4.0	2	74.5	100.1	1199.0	3370.6
4.0	3	74.0	100.1	1202.0	3446.6
5.0	1	74.3	100.0	1199.0	4088.3
5.0	2	74.3	100.3	1704.0	4105.4
5.0	3	74.1	100.2	1197.0	4336.5
6.0	1	74.4	100.0	1199.0	4070.3
6.0	2	74.3	100.3	1200.0	3673.6
6.0	3	74.4	99.9	1206.0	4187.5
7.0	1	74.5	100.2	1197.0	3741.0
7.0	2	74.5	100.1	1706.0	3697.7
7.0	3	74.4	99.9	1198.0	3505.8
8.0	1	74.5	99.8	1198.0	2728.2
8.0	2	73.8	100.0	1199.0	3242.0
8.0	3	74.2	99.8	1199.0	2576.0

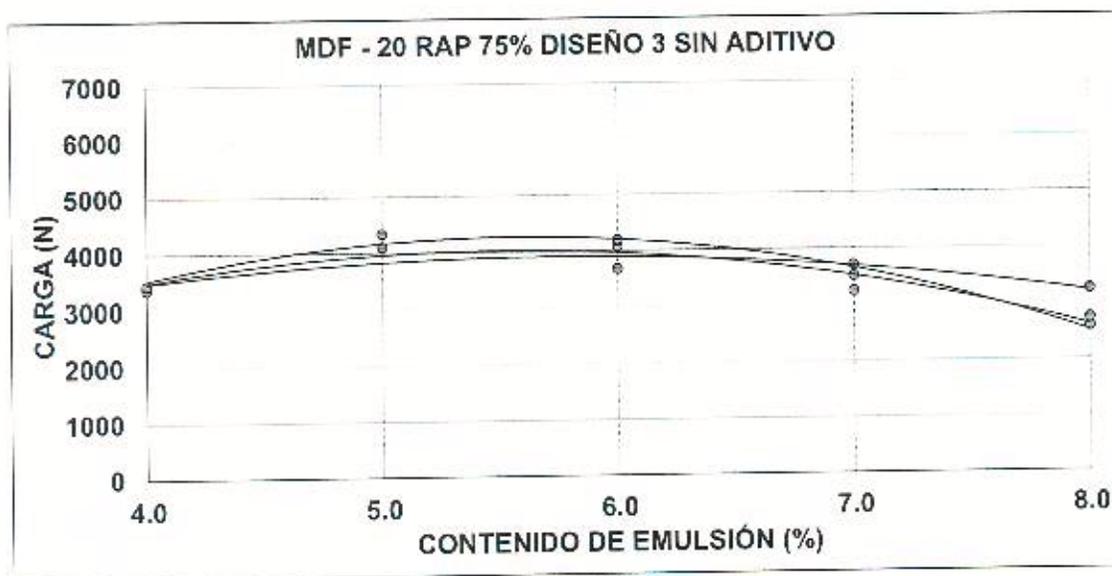


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)	5.5
Carga máxima (N)	4336.5

OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó de acuerdo a la metodología descrita en el protocolo de ensayo bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de curado 28 días. Seguido a esto se realizó el ensayo de ensayo en este caso: EMULSIÓN ASFÁLTICA respecto a este caso la UTM se tiempo de curado fue de 28 días. Los procesos de ensayo para el ensayo de ensayo se llevaron a cabo en los meses de octubre y noviembre de 2017. La prueba se realizó en la UTM MD-20 de la UDI. Mezclas ASFÁLTICAS DENEGAS EN HÍDRÓXIDO DE ALUMINIO. El ensayo se realizó con material de mezcla de 75% de RAP y 25% de agregado grueso y 25% de RAP y 25% de agregado grueso y 25% de RAP y 25% de agregado grueso.

Ejecutó: Franceth Justine Edoardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Noviembre 17 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 1	FECHA DE ENSAYO:	Noviembre 21 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.2	99.9	1194.0	3111.6
4.0	2	74.5	100.1	1200.0	3051.9
4.0	3	73.9	100.0	1204.0	3182.9
5.0	1	74.1	100.2	1194.0	3389.0
5.0	2	74.1	100.1	1201.0	3367.6
5.0	3	74.1	100.1	1206.0	3398.8
6.0	1	73.9	99.8	1198.0	3689.0
6.0	2	73.9	100.2	1197.0	3798.4
6.0	3	74.0	99.8	1196.0	3747.4
7.0	1	74.3	99.9	1206.0	3566.4
7.0	2	74.4	100.3	1202.0	3490.6
7.0	3	74.5	100.2	1201.0	3559.8
8.0	1	74.3	100.1	1199.0	2752.3
8.0	2	74.3	99.9	1206.0	3372.2
8.0	3	73.9	99.9	1198.0	2848.0

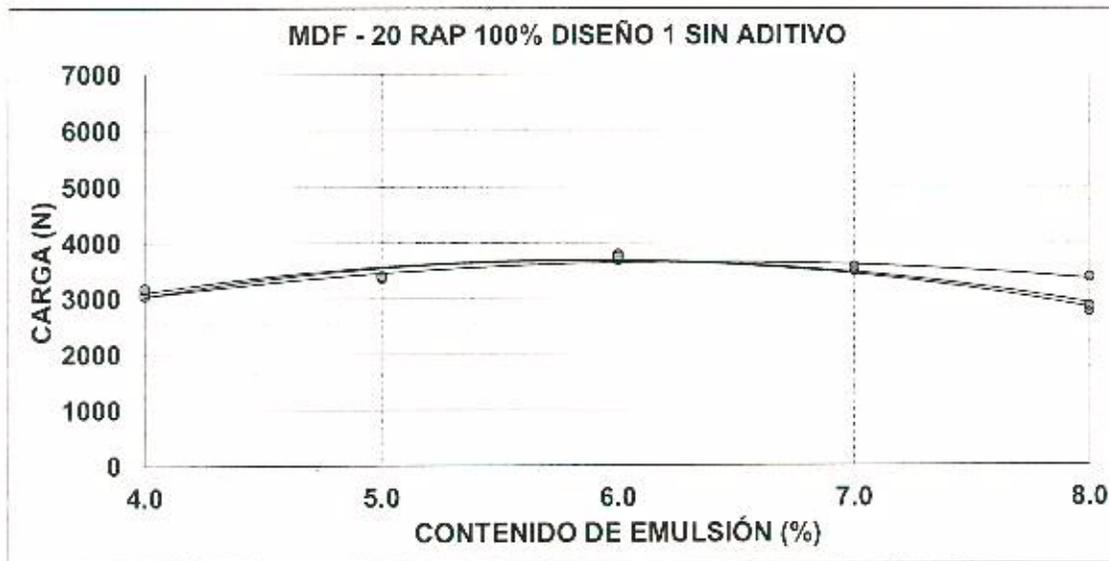


Figura 1. Diseño 1

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
3798.4

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezclado de los materiales pétreos en seco será un segundo bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y tiempo de mezclado: 5 minutos. Según a esto se adiciona el agua y se mezcla en este caso EMULSIÓN ASFÁLTICA (concordada por el IITB) su tiempo de mezclado fue de 20 minutos. Los procesos de mezclado para el material pétreo se hacen en un molino de bolas de laboratorio. La granulometría utilizada fue la **MDF-20** de la especificación técnica: **MEZCLAS ASFÁLTICAS CENizas EN FRIO** (medida meda). El dato se obtuvo con material granular de tipo 2006 de sus especificaciones RAP.

Ejecutó: Franceth Justine Ed Jardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Diseño de mezcla modificado por Illinois



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Noviembre 17 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 2	FECHA DE ENSAYO:	Noviembre 21 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.5	100.0	1195.0	2956.0
4.0	2	74.1	100.0	1201.0	2777.2
4.0	3	74.0	99.8	1195.0	2896.5
5.0	1	74.3	99.9	1204.0	3117.9
5.0	2	74.5	99.9	1197.0	3564.4
5.0	3	73.8	100.3	1198.0	3534.7
6.0	1	73.9	100.3	1197.0	3762.8
6.0	2	73.8	100.0	1194.0	3722.4
6.0	3	74.0	100.2	1195.0	3822.4
7.0	1	73.9	100.1	1202.0	3530.7
7.0	2	74.4	100.2	1197.0	3385.8
7.0	3	74.3	99.9	1195.0	3595.4
8.0	1	74.5	99.8	1201.0	2889.9
8.0	2	73.8	99.8	1196.0	3473.4
8.0	3	74.0	99.8	1204.0	3104.3

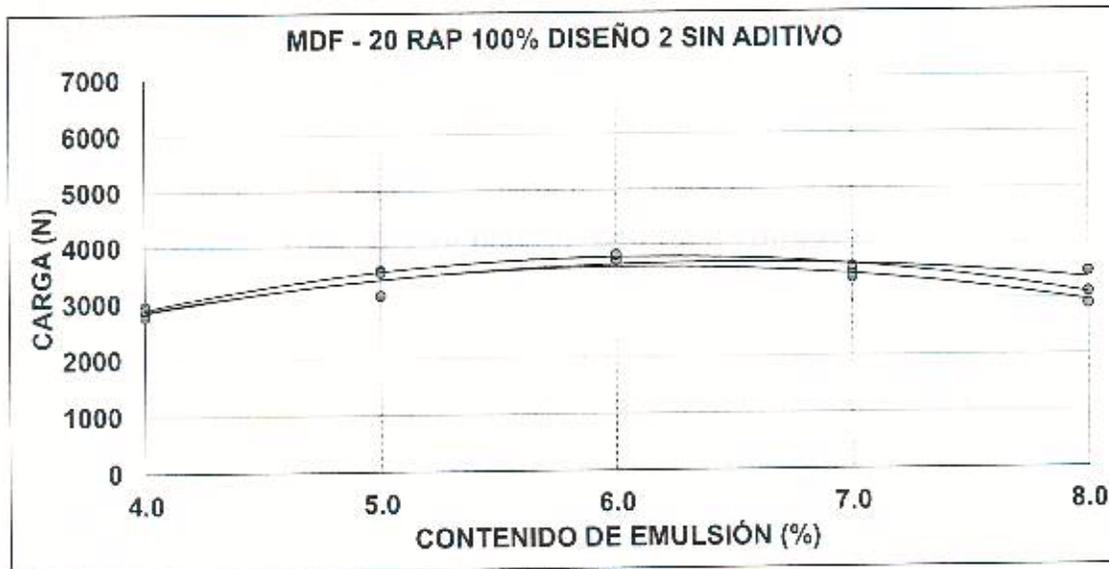


Figura 1. Diseño 2

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
3822.4

OBSERVACIONES:

El tiempo de mezcla de la muestra antes de colocarla en el equipo de ensayo debe ser el menor tiempo posible, compatible con el método de mezcla de 1 minuto, según se especifica en el punto 4.2.2 de la norma ASTM D 1557. El tiempo de mezcla de la muestra debe ser el menor tiempo posible, compatible con el método de mezcla de 1 minuto, según se especifica en el punto 4.2.2 de la norma ASTM D 1557. El tiempo de mezcla de la muestra debe ser el menor tiempo posible, compatible con el método de mezcla de 1 minuto, según se especifica en el punto 4.2.2 de la norma ASTM D 1557.

Ejecutó: Franceth Justine Equardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Enero 30 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 MATERIAL VIRGEN	FECHA DE ENSAYO:	Enero 26 de 2018

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
7.0	1	74.4	100.1	1204.0	1289.7
7.0	2	73.8	100.1	1203.0	1309.6
7.0	3	74.4	100.3	1200.0	1290.3
7.5	1	74.0	99.9	1201.0	1465.5
7.5	2	74.4	99.9	1199.0	1408.2
7.5	3	74.2	99.8	1194.0	1483.1
8.0	1	74.0	100.2	1203.0	1628.4
8.0	2	73.8	99.9	1195.0	1530.7
8.0	3	74.4	99.8	1206.0	1612.1
8.5	1	73.9	99.8	1200.0	1513.8
8.5	2	73.8	100.1	1200.0	1483.5
8.5	3	73.9	100.2	1201.0	1423.0
9.0	1	74.5	100.2	1205.0	1261.7
9.0	2	74.4	100.3	1206.0	1287.0
9.0	3	73.9	99.9	1196.0	1274.3

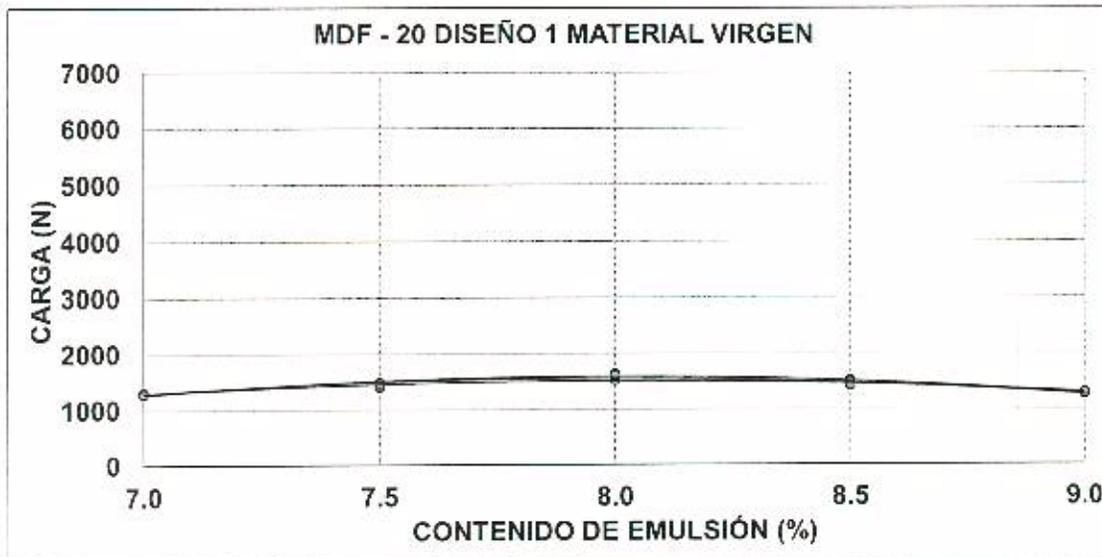


Figura 1. Diseño

Contenido óptimo de emulsión (%)
8.0
Carga máxima (N)
1628.4

OBSERVACIONES:

El proceso de mezclado de las mezclas se realizó en un secador rotatorio a 50°C y a 1500 rpm durante 30 minutos. La temperatura ambiente es de 25°C. Se siguió a esto con el secado y el enfriamiento en un secador rotatorio a 10°C y 1500 rpm durante 30 minutos. Los procesos de mezclado para el material se realizaron en un mezclador de laboratorio. La granulometría utilizada fue la NDS-20 de la especificación de la MERCAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO producida en Colombia.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Diseño de mezcla modificado por Illinois

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Noviembre 17 de 2017
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% DISEÑO 3	FECHA DE ENSAYO:	Noviembre 21 de 2017

Tabla 1. Consolidado

% Emulsión	No. Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Carga máxima (N)
4.0	1	74.2	100.1	1204.0	3298.3
4.0	2	74.5	100.0	1198.0	3082.4
4.0	3	74.0	100.1	1194.0	3405.7
5.0	1	73.9	100.3	1196.0	3185.6
5.0	2	74.0	100.0	1195.0	3531.6
5.0	3	74.3	99.9	1198.0	3354.8
6.0	1	74.3	100.3	1196.0	3589.0
6.0	2	74.5	100.0	1194.0	4178.2
6.0	3	74.2	99.9	1198.0	3447.6
7.0	1	74.1	100.3	1203.0	3245.4
7.0	2	74.1	99.9	1194.0	3385.8
7.0	3	74.2	100.1	1202.0	3559.8
8.0	1	74.3	99.9	1194.0	2514.7
8.0	2	74.5	100.2	1200.0	3406.0
8.0	3	74.3	100.0	1195.0	2876.4

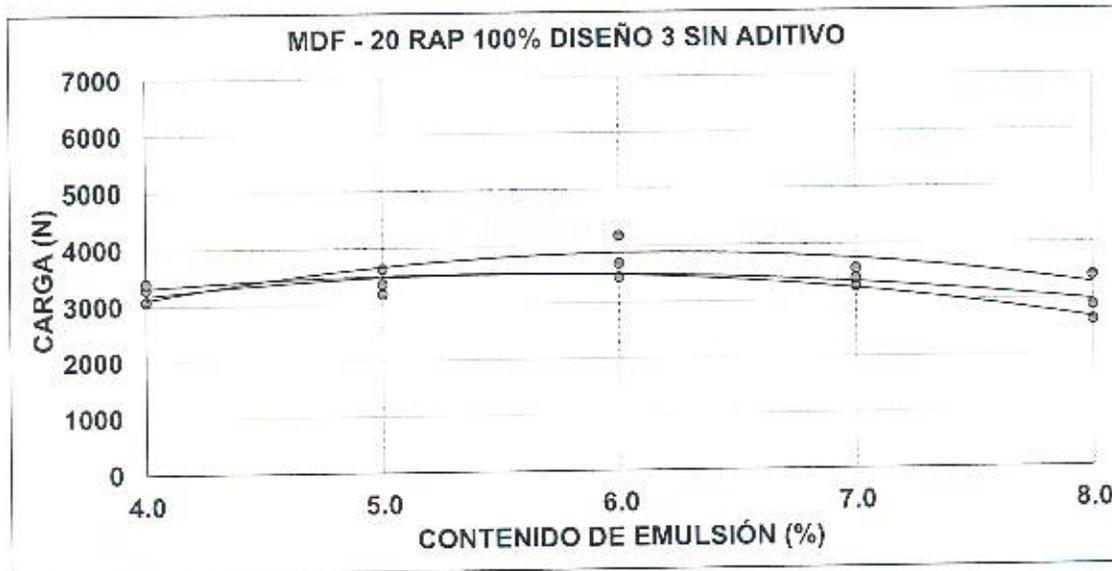


Figura 1. Diseño 3

Contenido óptimo de emulsión (%)
6.0
Carga máxima (N)
4178.2

OBSERVACIONES:

El proceso de mezclado de los materiales sólidos en seco estuvo rápido, los tiempos con el Concreto en caliente ambiente y tiempo de mezclado 5 minutos, según lo establecido en la especificación. En esta caso se utilizó un tipo de agregado para el RAP de tipo de tamaño de 20 mm. Los procesos de mezclado para el malar al petroleo se llevaron a cabo en una mezcladora de laboratorio, la gran mezcla se dio de 100% de la especificación técnica. **MÉTLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN FRÍO** gradación media B, el diseño se e hizo por método granulométrico de 100% de la agregación con RAP.

Ejecutó: **Franceth Justine Eduardo Castellanos**
 Firma:
 Nombre: **Franceth Justine Castellanos**
 Cargo: **Auxiliar de Investigación**

Revisó: **Oscar Javier Reyes Ortiz**
 Firma:
 Nombre: **Oscar Javier Reyes Ortiz**
 Cargo: **Director convenio 469 de 2017**

ANEXO 11

Ensayos de laboratorio
Resistencia conservada



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigaciones en Geotecnia

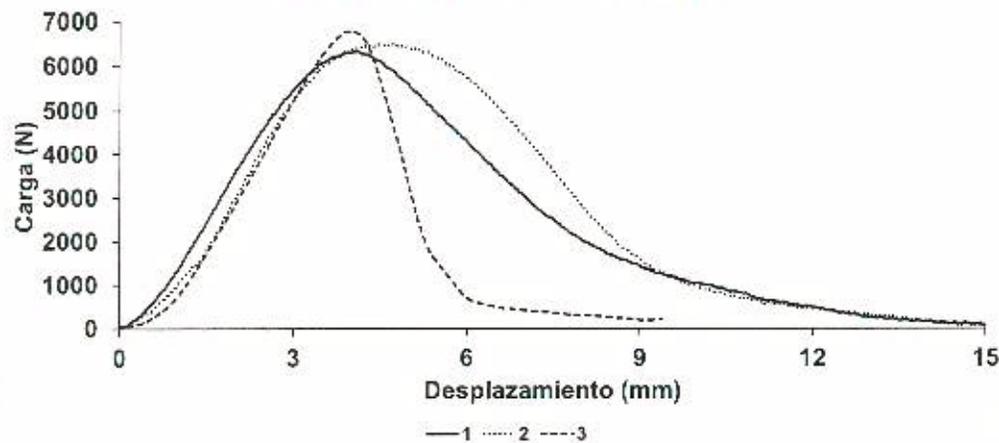
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D. C., Tel: 1 6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557, Nit: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MDC-20 RC1	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 30 de 2018

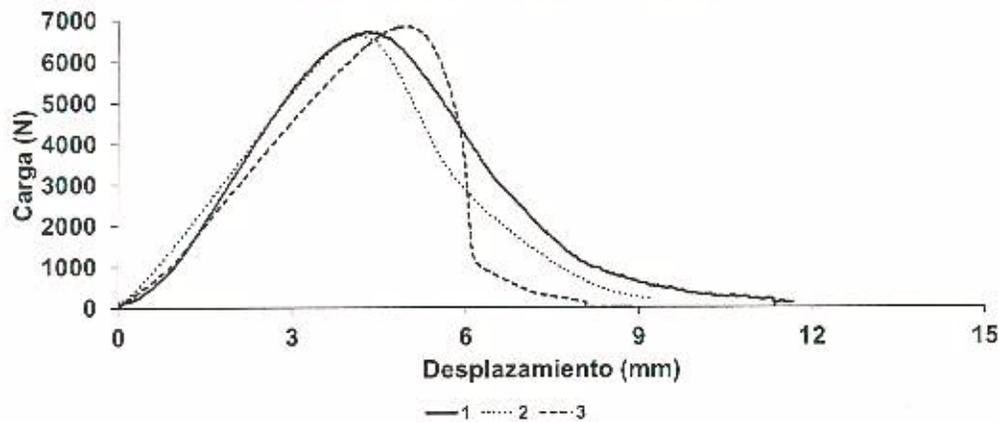
Tabla 1. Características

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)	
1	Humeda	68.8	99.7	1205.5	3.1	6347.8	5891.2	93%	97.0%
1	Seca	69.1	99.7	1205.5	2.4	6847.2	6327.4		
2	Humeda	68.9	100.5	1200.3	2.7	6529.9	6005.6	95%	
2	Seca	68.9	100.5	1200.3	2.8	6621.5	6087.7		
3	Humeda	69.0	100.2	1203.4	2.6	6798.9	6251.7	95%	
3	Seca	68.9	100.4	1202.7	2.5	6847.2	6401.5		

MDC - 20 RC1 ESTADO HUMEDO



MDC - 20 RC1 ESTADO SECO



$\%V_v$	3.97%	G_{max}	2.532	G_{min}	2.532
---------	-------	-----------	-------	-----------	-------

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactadora manual, cubo de agua y cubo que permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C durante 24 horas, baño de agua al cual el punto se mantiene una temperatura de 25 ± 1°C durante 2 horas y un marco de carga el cual se usó de manera la misma tasa de deformación y modo de carga con la misma o mayor presión.

Ejecutó: Franceth Justino Fernando Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

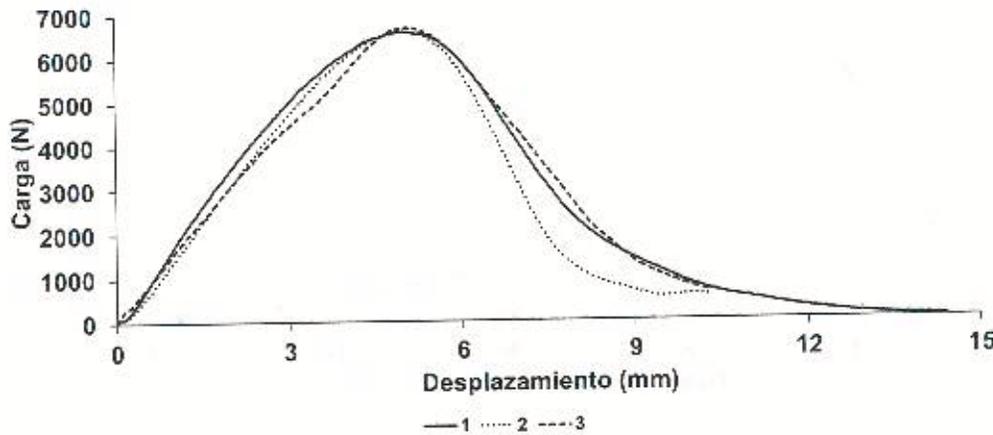
Cra 11 No. 101 - 83, Bloque F, Bogotá D. C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.940-8

SOLICITUD:	Convenio 169 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 15 de 2018
MUESTRA:	MU-20 RC2	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 30 de 2018

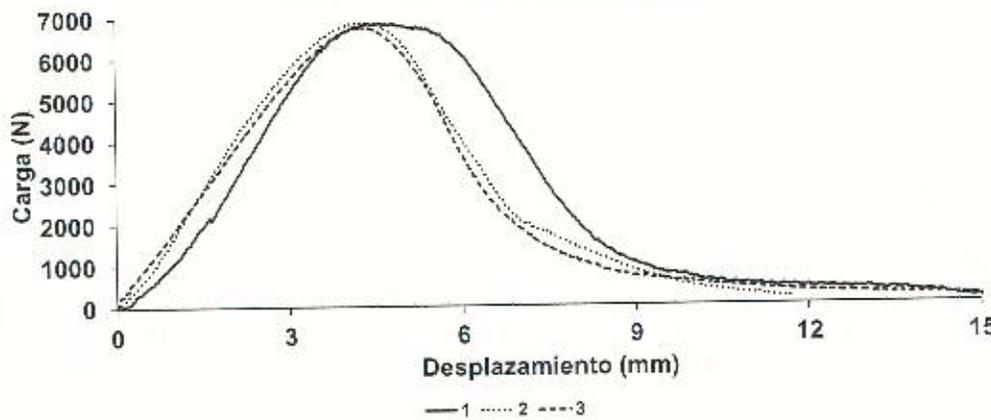
Tabla 1. Consistencia

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humeda	69.1	99.9	1200.1	2.7	5582.0	6070.1	96.8%
1	Seco	69.3	100.2	1205.4	3.1	5807.5	6268.8	
2	Humedo	69.1	99.3	1198.5	2.7	6001.8	6388.4	
2	Seco	68.8	100.0	1202.6	3.3	6885.0	6970.8	
2	Humedo	69.1	99.8	1200.0	3.1	6589.0	6171.2	
2	Seco	69.1	99.6	1201.0	3.2	5807.5	6296.9	

MDC - 20 RC2 ESTADO HUMEDO



MDC - 20 RC2 ESTADO SECO



Rev. 4.12%

S. 2.420

S. 2.420

OBSERVACIONES:

Los equipos de ensayos fueron acondicionados, acondicionados y calibrados, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener a flama los ensayos de modo de medir la carga con la mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Eddardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 169 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, B aq. F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1231, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Febrero 15 de 2018

MUESTRA:

M2-20 RC3

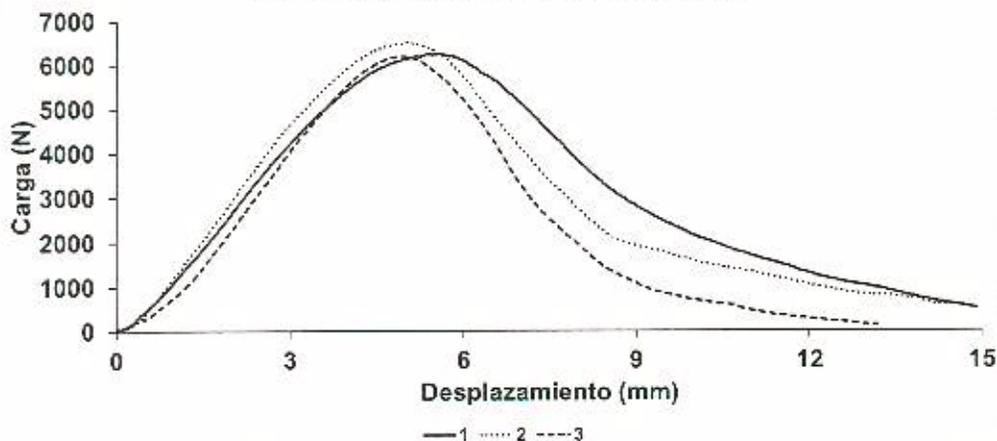
FECHA DE ENSAYO:

Marzo 30 de 2018

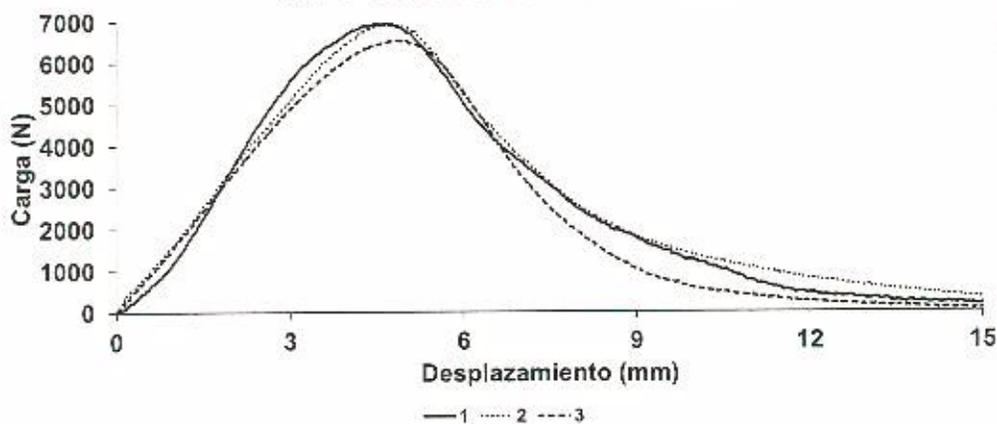
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	69.0	99.5	1204.6	3.2	6270.4	5814.4	97%
1	Seco	69.1	100.5	1203.7	2.6	6543.2	5898.3	
2	Humedo	68.8	100.3	1204.7	3.0	6322.5	6017.4	94%
2	Seco	68.9	100.4	1200.8	3.1	6960.6	6405.8	
3	Humedo	68.0	100.4	1201.2	2.8	6219.4	5715.4	94%
3	Seco	68.8	100.0	1200.3	2.4	6543.2	6054.6	

MDC - 20 RC3 ESTADO HUMEDO



MDC - 20 RC3 ESTADO SECO



W₁ = 6.49%

G_{max} = 2.347

G_{min} = 2.347

OBSERVACIONES

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactador platillo, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 26 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó:

Franceth Justine Equando Castellanos

Revisó:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma:

Firma:

Nombre:

Franceth Justine Castellanos

Nombre:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Cargo:

Auxiliar de investigación

Cargo:

Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80. Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-8370557. Nit: 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 459 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Febrero 15 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 VIRGEN RC1

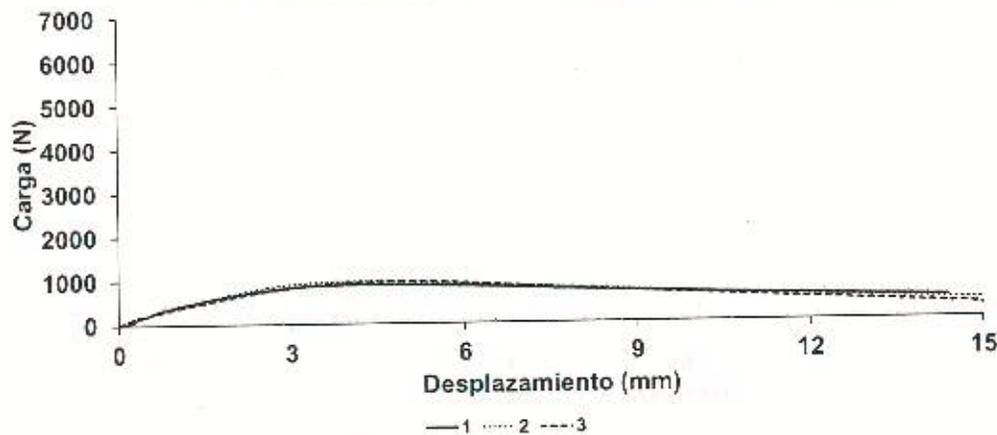
FECHA DE ENSAYO:

Marzo 30 de 2018

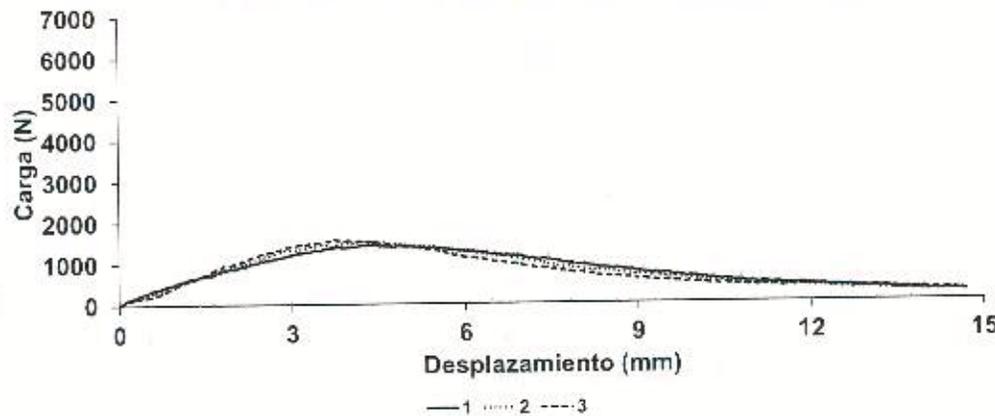
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.1	1205.3	5.1	891.2	764.9	61%
1	Seco	74.0	100.0	1208.6	5.0	1460.2	1256.2	
2	Humedo	73.8	100.2	1198.0	5.1	958.4	832.5	61%
2	Seco	73.5	100.2	1201.2	5.1	1513.8	1301.5	
3	Humedo	74.1	99.5	1201.5	4.8	960.5	829.4	62%
3	Seco	74.1	99.8	1202.9	4.8	1568.2	1345.7	

MDF - 20 VIRGEN RC1 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 VIRGEN RC1 ESTADO SECO



ROV 4.12%

σ₁ = 2.439

σ₂ = 2.439

OBSERVACIONES

Los equipos utilizados fueron: secadora de mezclas, compactador granular, DTR de tipo el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y su marco de carga, cual es capaz de mantener a mínima tasa de deformación y medir la carga con la misma precisión.

Ejecutó: Franceth Justino Eduardo Castellanos

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma:

Firma:

Nombre: Franceth Justino Castellanos

Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz

Cargo: Auxiliar de Investigación

Cargo: Director convenio 459 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

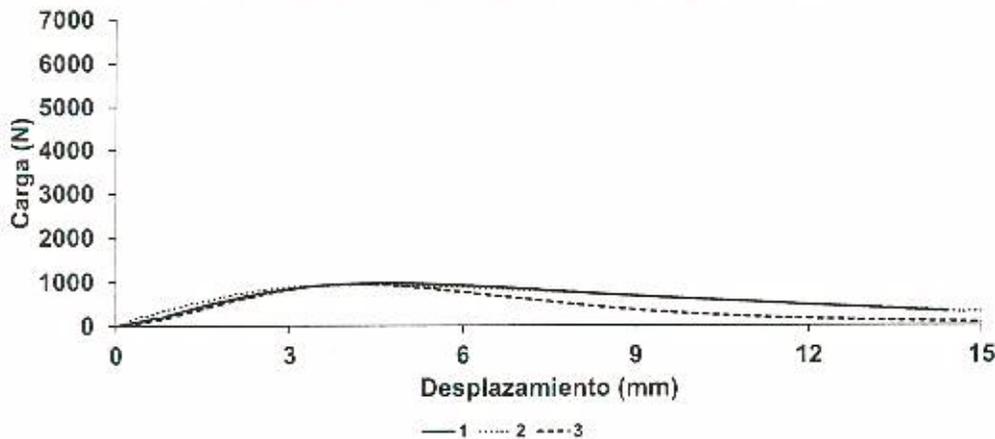
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Te: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017 FECHA DE RECIBO: Febrero 15 de 2018
 MUESTRA: MDF-20 VIRGEN RC2 FECHA DE ENSAYO: Marzo 30 de 2018

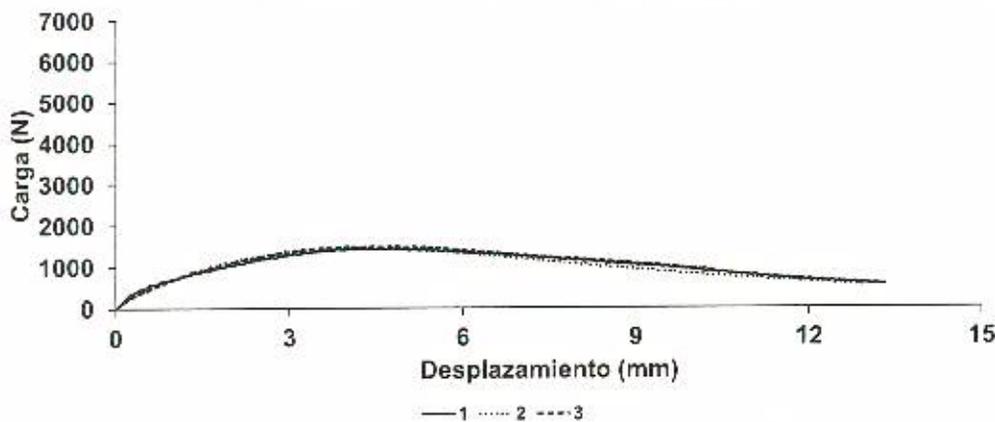
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacias (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	99.5	1199.0	4.9	967.1	835.0	64.6%
1	Seco	73.9	100.1	1200.3	5.0	1449.6	1247.5	
2	Humedo	74.0	100.0	1201.3	5.1	925.5	796.2	
2	Seco	74.0	100.0	1198.8	5.0	1458.0	1254.3	
3	Humedo	73.9	99.6	1205.1	4.9	944.3	816.8	
3	Seco	74.0	100.5	1204.3	4.9	1501.3	1285.1	

MDF - 20 VIRGEN RC2 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 VIRGEN RC2 ESTADO SECO



SVV: 4.28% F_{vacío}: 2.507 G_{vacío}: 2.507

OBSERVACIONES:

Los ensayos se realizaron en condiciones controladas, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 20 ± 1 °C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 20 ± 1 °C y un control de carga al cual se aplica un control de deformación y registro la carga con la misma mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bldo. J.F., Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340 B

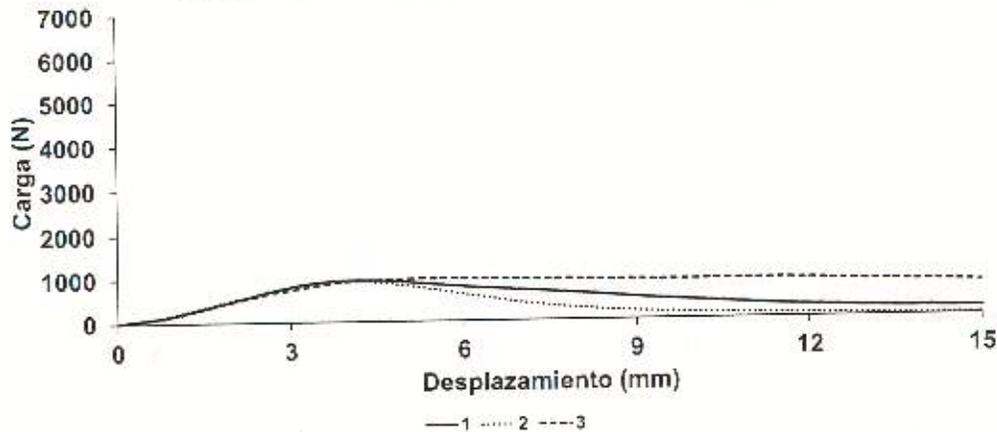
SOLICITUD: Convenio 469 de 2017
MUESTRA: MDF-20 VIRGEN RC3

FECHA DE RECIBO: Febrero 15 de 2018
FECHA DE ENSAYO: Marzo 30 de 2018

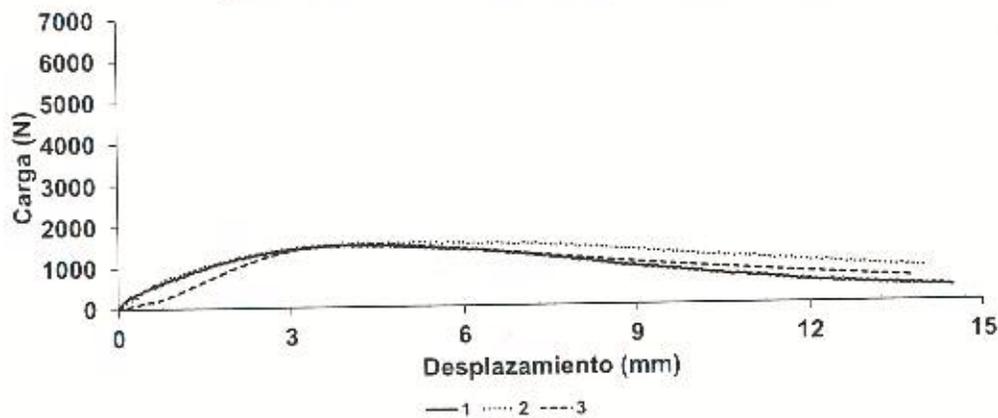
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vados (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Húmedo	73.9	100.7	1201.7	4.9	847.3	814.5	62%
1	Seco	73.9	99.8	1199.4	5.0	1523.2	1814.8	
2	Húmedo	74.1	100.4	1199.2	5.0	934.0	799.2	58%
2	Seco	73.8	100.0	1203.7	4.8	1580.8	1363.6	
3	Húmedo	74.1	99.6	1200.8	5.0	980.0	845.3	65%
3	Seco	74.1	100.5	1204.8	5.1	1529.2	1307.3	

MDF - 20 VIRGEN RC3 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 VIRGEN RC3 ESTADO SECO



R_{vv} 4.34%

C_u 2.342

C_u 2.342

OBSERVACIONES:

Los ensayos fueron realizados en muestras compactadas por el método de agua caliente a una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua caliente para mantener una temperatura de 25 ± 1°C, un modo de carga controlada para mantener y mismo tasa de deformación y medida carga con la misma velocidad.

Ejecutó: Franceth Justine Eddé Jg Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Eddé Jg Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

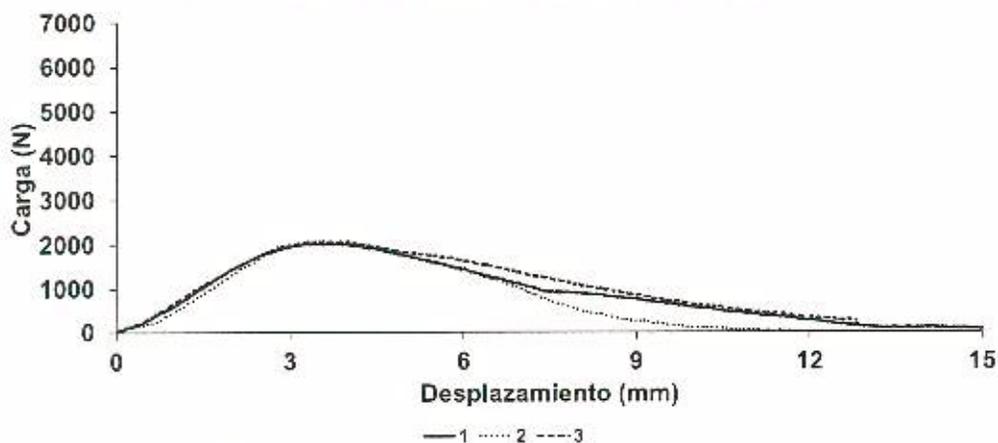
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 23 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% RC1	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 27 de 2018

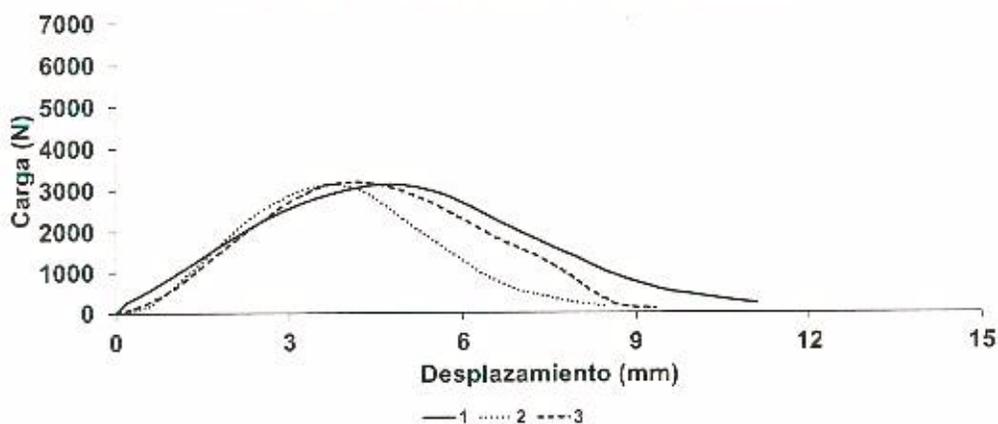
Tabla 1. Consorcio

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.4	1202.2	5.1	2039.4	1745.2	65%
1	Seco	74.1	100.2	1205.5	5.1	3147.2	2698.5	
2	Humedo	73.9	99.7	1205.0	4.9	2080.1	1802.5	66%
2	Seco	73.9	99.8	1201.5	5.5	3144.5	2714.3	
3	Humedo	74.0	99.6	1200.2	4.9	2085.2	1801.1	65%
3	Seco	74.1	99.7	1203.1	4.9	3212.5	2768.3	

MDF - 20 RAP 50% RC1 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC1 ESTADO SECO



ρ_w 4.22%

G_{max} 2.383

G_{min} 2.183

OBSERVACIONES:

Los equipos en funcionamiento, incluido el controlador de temperatura, fueron calibrados en agua a una temperatura de 50 ± 0.1°C. Bajo de agua el ensayo permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C en el momento de carga y cual es capaz de mantener a una baja de deformación y medir carga con la misma o mejor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Rodríguez Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

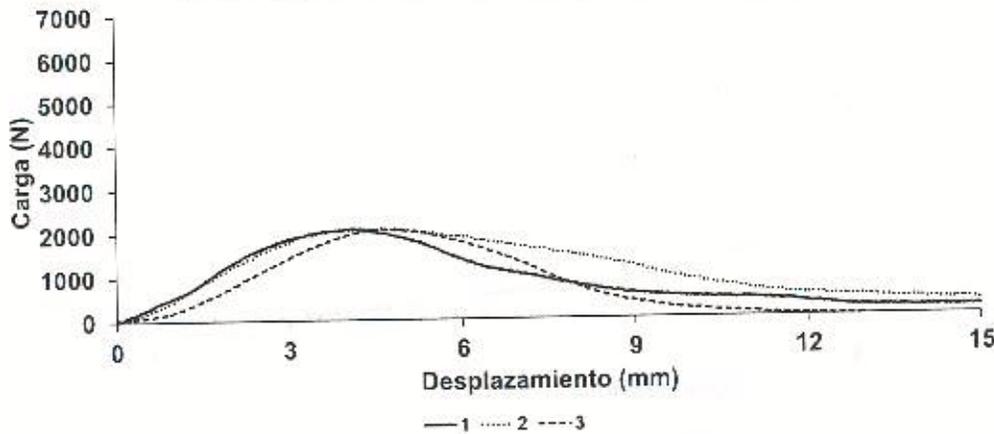
Cra 41 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017 FECHA DE RECIBO: Marzo 23 de 2018
 MUESTRA: MDF-20 RAP 50% RC2 FECHA DE ENSAYO: Marzo 27 de 2018

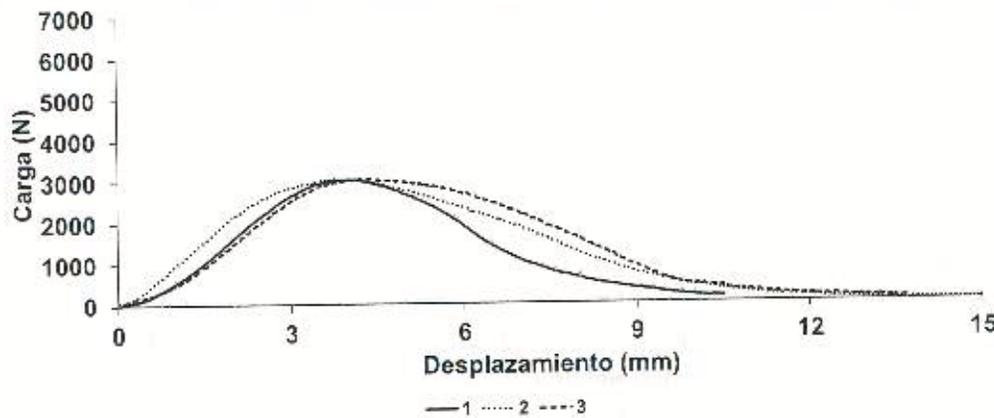
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.0	100.5	1200.4	5.1	2096.6	1754.7	68%
1	Seco	73.8	103.5	1203.2	5.0	3034.5	2004.7	
7	Humedo	74.1	100.4	1203.4	5.0	2104.4	1800.8	68%
7	Seco	73.8	99.5	1202.2	5.0	3058.1	2651.3	
3	Humedo	74.1	99.7	1202.3	5.0	2058.5	1782.5	67%
3	Seco	73.8	99.6	1198.9	5.0	3067.9	2857.1	

MDF - 20 RAP 50% RC2 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC2 ESTADO SECO



W₁ = 4.42% G_{max} = 2.321 G_{min} = 2.329

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora compactador giratorio, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 23 ± 1°C y un marco de ensayo el cual es capaz de mantener la muestra tras de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - D7



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Abril 6 de 2018

MUESTRA: MDF-20 RAP 50% RC1 CEMENTO 1%

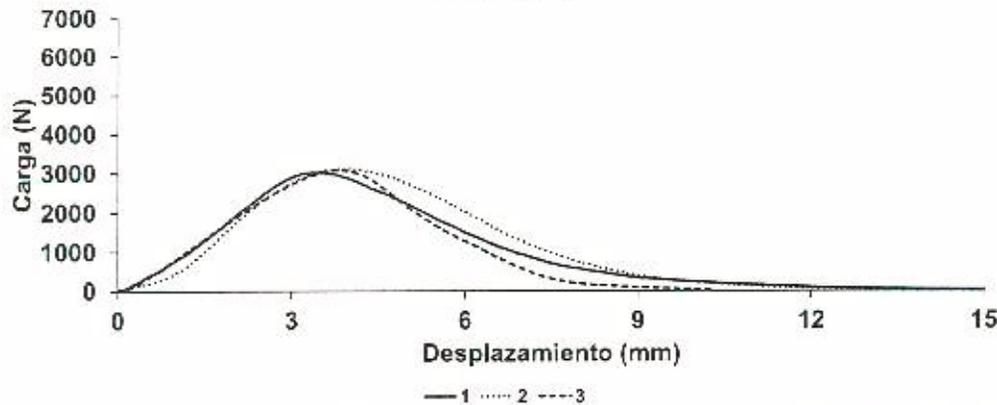
FECHA DE ENSAYO:

Abril 10 de 2018

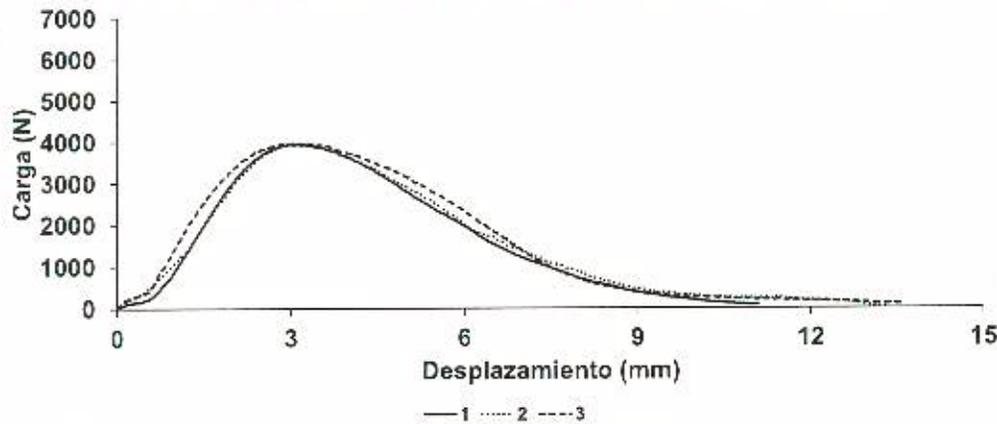
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.2	1202.3	4.9	3021.1	2550.4	77.7%
1	Seco	73.9	100.4	1204.4	5.1	3946.6	3385.1	
2	Humedo	73.8	99.5	1199.0	4.9	3117.6	2702.8	
2	Seco	74.0	100.2	1201.1	4.9	3584.8	3421.2	
3	Humedo	74.1	99.5	1201.2	4.9	3082.4	2661.5	
3	Seco	73.8	100.2	1205.8	5.0	3581.4	3427.6	

MDF - 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 1% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 1% ESTADO SECO



94% 4.25%

S_u (kPa) 2.514

S_u (psi) 2.514

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactador giratorio, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 50 ± 1 °C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1 °C y un metro de carga el cual en caso de fallar tiene sistema de deformación y mide la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma:

Firma:

Nombre: Franceth Justine Castellanos

Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz

Cargo: Auxiliar de Investigación

Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-5500020 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT. 800.225.340-8

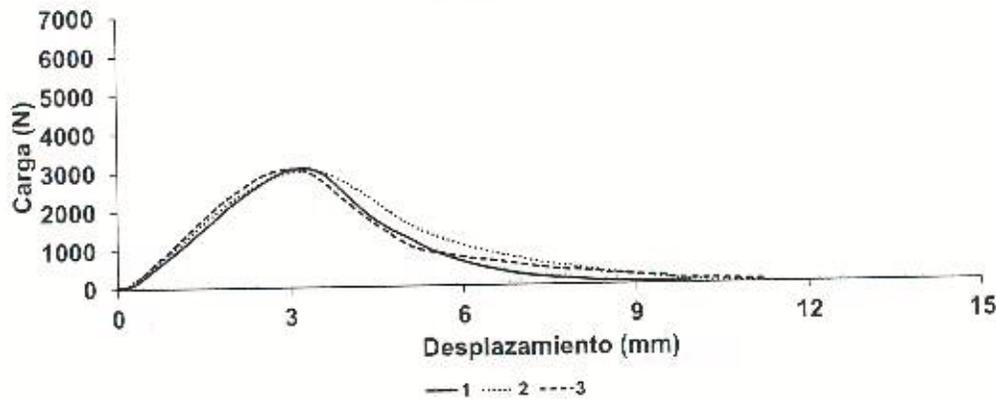
SOLICITUD: Convenio 469 de 2017
MUESTRA: MDF-20 RAP 50% RC2 CEMENTO 1%

FECHA DE RECEPCION: Abril 6 de 2018
FECHA DE ENSAYO: Abril 10 de 2018

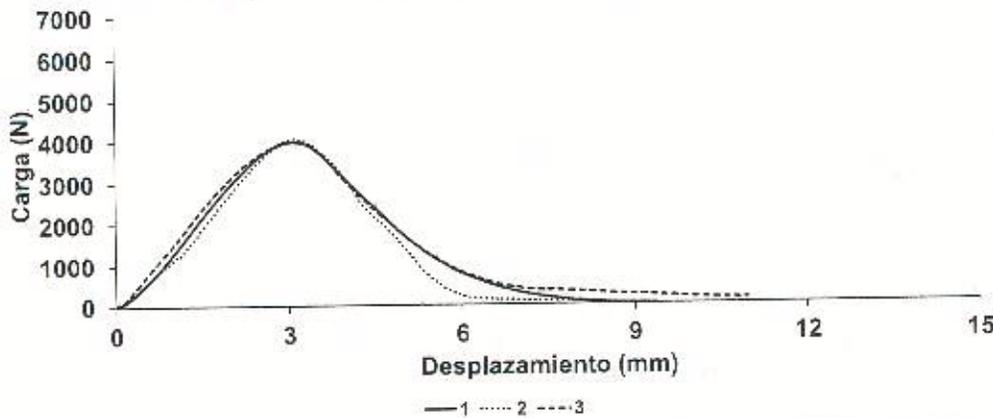
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.9	93.6	1188.7	5.0	3089.8	2672.5	78%
1	Seco	74.1	100.5	1201.1	4.9	3951.5	3412.2	
2	Humedo	74.0	100.5	1205.5	5.0	3041.9	2604.0	74%
2	Seco	74.0	95.8	1200.9	5.0	4053.1	3522.5	
3	Humedo	73.9	100.3	1203.9	4.9	3076.9	2642.7	77%
3	Seco	73.9	99.0	1202.9	5.1	3971.3	3424.9	

MDF - 20 RAP 50% RC2 CEMENTO 1% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC2 CEMENTO 1% ESTADO SECO



G_{max} 4.37% G_{min} 1.35% G_{avg} 2.85%

OBSERVACIONES:

Los equipos se fueron a usar, mezclados, compactados y rotados, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual en caso de fallar tiene la misma tasa de deformación y mide la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

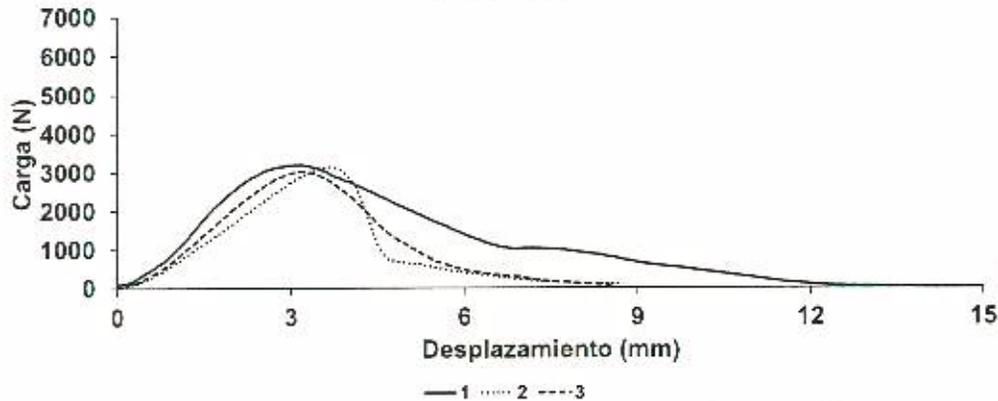
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6370557. Nit. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 6 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% RC1 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

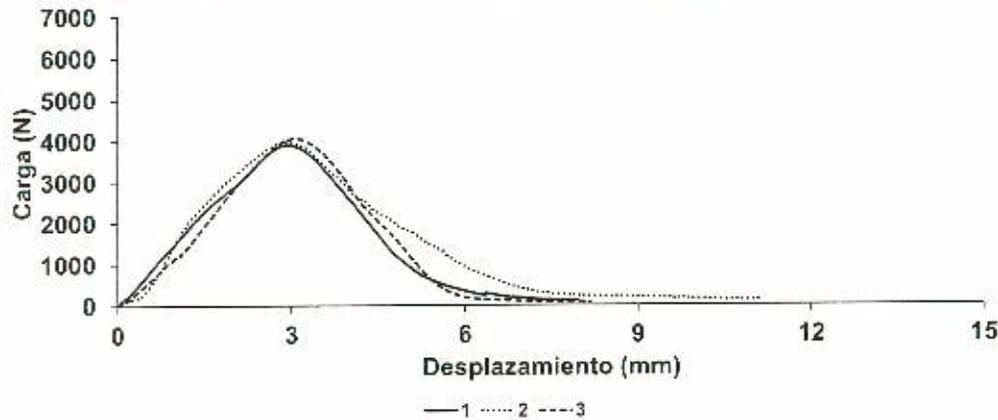
Tabla 1. Característico

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vaciós (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.5	2221.0	4.8	3199.5	2735.2	82%
1	Seco	74.0	100.5	2200.7	5.0	3913.2	3349.7	
2	Humedo	74.1	99.9	2233.0	5.1	3139.0	2699.6	79%
2	Seco	74.1	99.8	2204.4	5.0	3974.4	3421.4	
3	Humedo	73.8	99.5	2204.3	5.1	3022.0	2617.4	75%
3	Seco	73.8	99.9	2201.2	5.1	4063.1	3508.4	

MDF - 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 2% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 2% ESTADO SECO



SRV 4.36%

G_{max} 2.416

G_{max} 2.416

OBSERVACIONES:

Los especímenes fueron mantenidos en condiciones de humedad constante durante una temperatura de 20 ± 1°C. Antes de ensayar se mantuvo a la temperatura de 20 ± 1°C y sin cargas de carga, para asegurar de mantener la misma tasa de deformación y humedad a la carga con la misma mayor cantidad.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

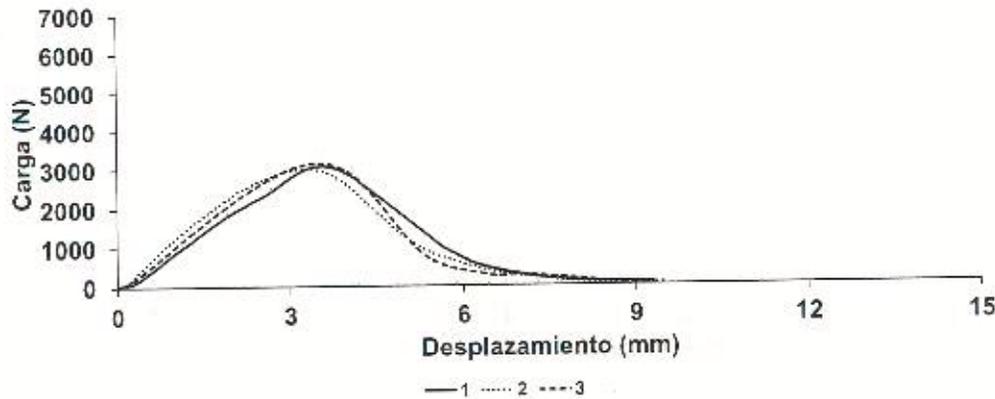
Cra 21 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 6 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% RC2 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

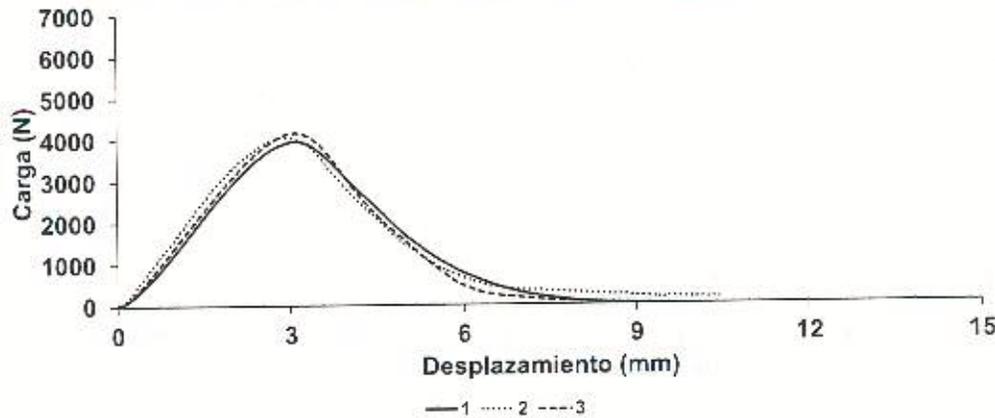
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.8	100.1	1204.9	4.9	3075.1	2650.0	78%
1	Seco	73.9	99.9	1204.6	4.9	3648.9	3405.2	
2	Humedo	74.1	100.1	1200.3	5.0	2938.4	2573.4	74%
2	Seco	73.9	100.4	1200.5	4.8	4046.2	3471.8	
3	Humedo	74.1	100.2	1202.6	5.1	3151.6	2702.2	75%
3	Seco	73.9	99.7	1201.7	5.1	4162.1	3596.3	

MDF - 20 RAP 50% RC2 CEMENTO 2% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC2 CEMENTO 2% ESTADO SECO



w_{max} 3.98%

σ_{max} 2.300

σ_{max} 2.506

OBSERVACIONES:

Los equipos se hacen fueron mezcladora, compactadora giratoria, baño de agua al cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua al cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga al cual se le hace la misma masa de determinación y la carga con la misma o mayor presión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

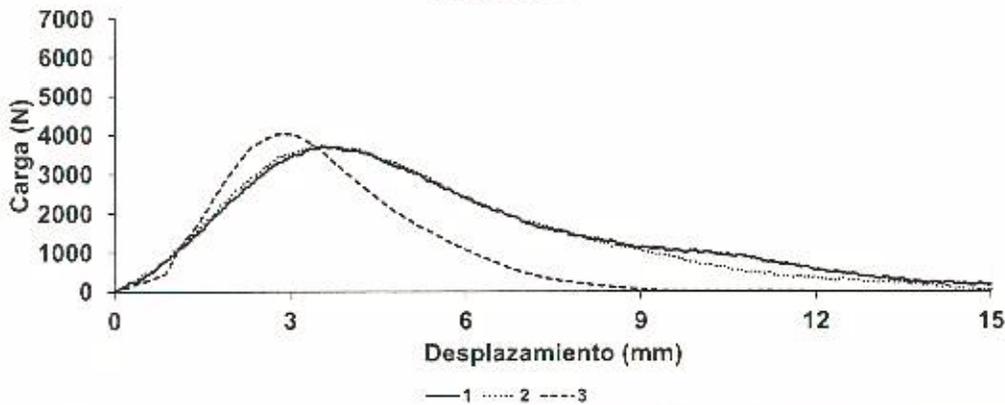
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 6 de 2018
MUESTRA:	MDF 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

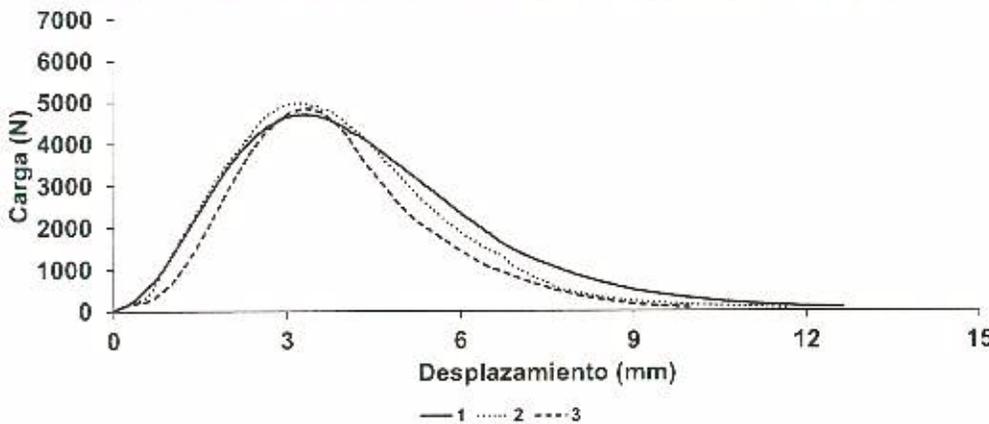
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Húmedo	74.1	100.0	1202.6	5.0	3734.3	3738.8	79%
1	Seco	73.9	99.7	1201.3	5.0	4704.5	4064.9	
2	Húmedo	73.9	99.0	1199.9	4.9	3746.3	3240.2	76%
2	Seco	74.1	100.5	1203.0	4.9	4377.3	4254.9	
3	Húmedo	74.1	100.3	1198.3	3.0	4036.4	3457.4	83%
3	Seco	75.9	99.8	1234.7	3.0	4847.7	4184.5	

MDF - 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC1 CEMENTO 3% ESTADO SECO



σ₁ (kPa) 4.268 σ₂ (kPa) 2.441 σ₃ (kPa) 2.441

OBSERVACIONES

Los equipos utilizados fueron: mezcladora compactadora portátil, baño de agua al cual permito mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua al cual permito mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga al cual se le dio un ancho de 19 mm con el mismo tipo de deformación y medí la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.940-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Abril 6 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 RAP 50% RC2 CEMENTO 3%

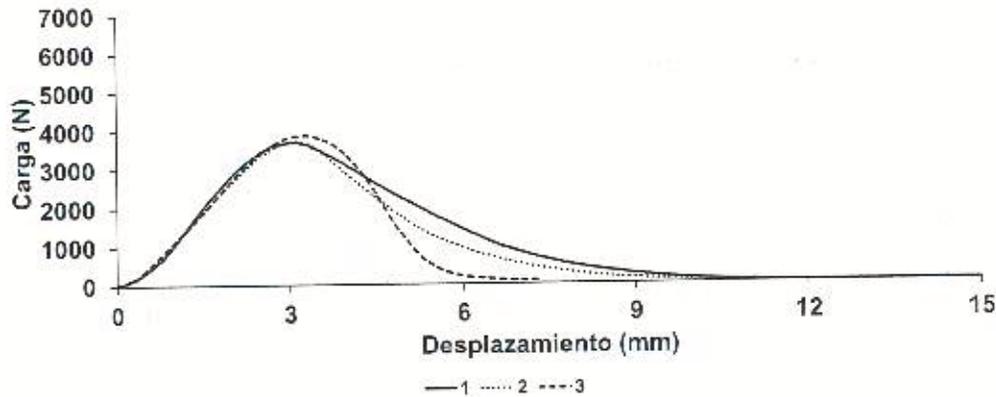
FECHA DE ENSAYO:

Abril 10 de 2018

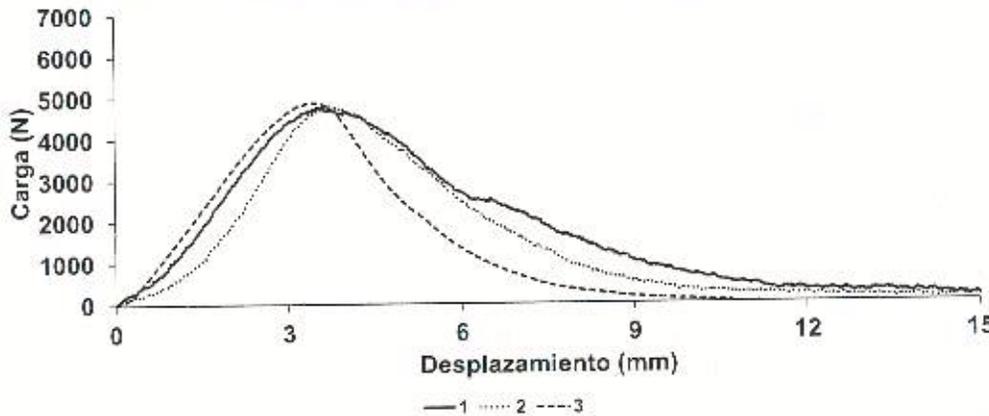
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humeda	74.0	100.0	1200.2	5.0	3690.1	3174.6	78%
1	seco	74.3	100.0	1205.0	5.1	4764.8	4086.7	
2	Humedo	75.9	100.5	1200.9	5.0	3717.2	3186.3	77%
7	Seco	79.8	100.2	1199.1	5.0	4791.0	4124.6	
3	Humedo	73.8	100.0	1200.4	5.0	3868.6	3327.1	79%
3	Seca	73.9	99.6	1200.7	4.9	4875.9	4217.2	

MDF - 20 RAP 50% RC2 CEMENTO 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% RC2 CEMENTO 3% ESTADO SECO



σ₁ (kPa) 4.198

σ₃ (kPa) 2.331

σ_v (kPa) 2.331

OBSERVACIONES:

Los equipos de trabajo fueron: mezcladora, compactador prototipo, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un metro de carga al cual se calza de manera la muestra para determinar y medir la carga con la menor o mayor precisión.

Ejecutó:

Franceth Justine de la Cruz Castellanos

Revisó:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma:

Nombre:

Cargo:

Franceth Justine de la Cruz Castellanos

Auxiliar de Investigación

Firma:

Nombre:

Cargo:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Oscar Javier Reyes Ortiz

Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

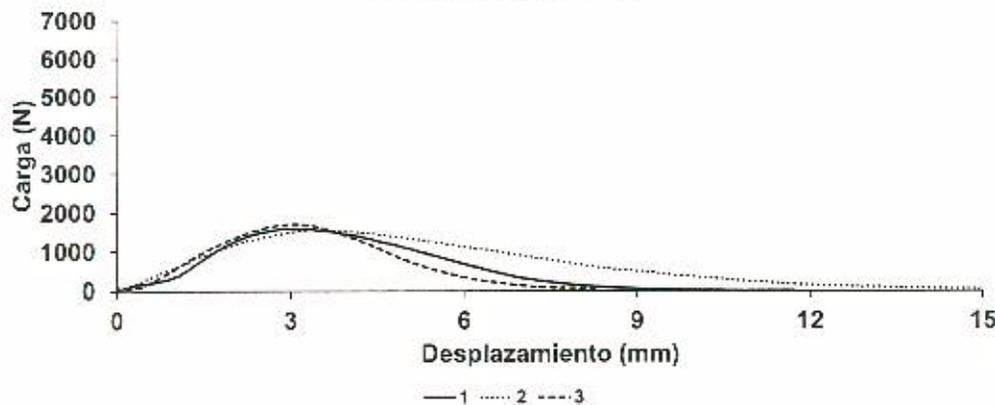
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Abril 27 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% RC1 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Mayo 1 de 2018

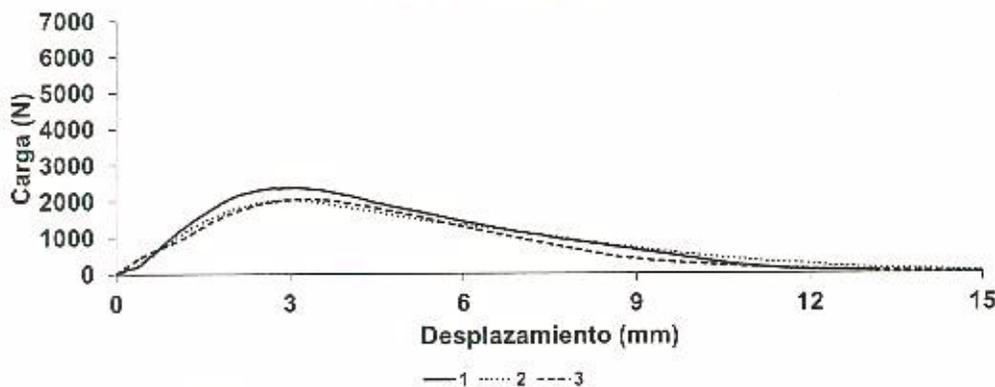
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)	
1	Humedo	73.8	95.6	1199.5	5.1	1593.4	1380.0	88%	75.7%
1	Seco	74.0	100.2	1199.1	5.1	2356.9	2032.1		
2	Humedo	74.1	93.7	1201.0	4.9	1553.0	1346.8	77%	
2	Seco	74.0	100.4	1199.0	4.9	2032.6	1741.6		
3	Humedo	73.9	93.8	1201.3	5.0	1708.2	1474.5	83%	
3	Seco	73.9	93.8	1200.8	5.1	2057.3	1775.8		

**MDF - 20 RAP 50% RC1 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 50% RC1 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO SECO**



SRV	4.15%	E_{asfalto}	2.5%	G_{asfalto}	2.306
-----	-------	----------------------	------	----------------------	-------

OBSERVACIONES:

Los equipos y factores fueron, membrana, controlador GPC200, 100% de agua y calor permitiendo una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua a 25 ± 1°C permitiendo mantener una temperatura de 25 ± 1°C en mano de carga a cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Edjardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliador de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 201 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Abril 27 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 RAP 50% RC2 REJUVENECEDOR 1%

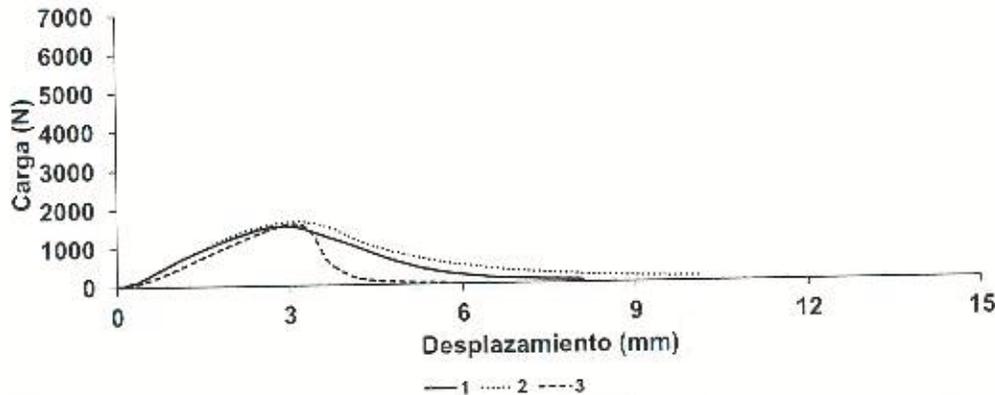
FECHA DE ENSAYO:

Mayo 1 de 2018

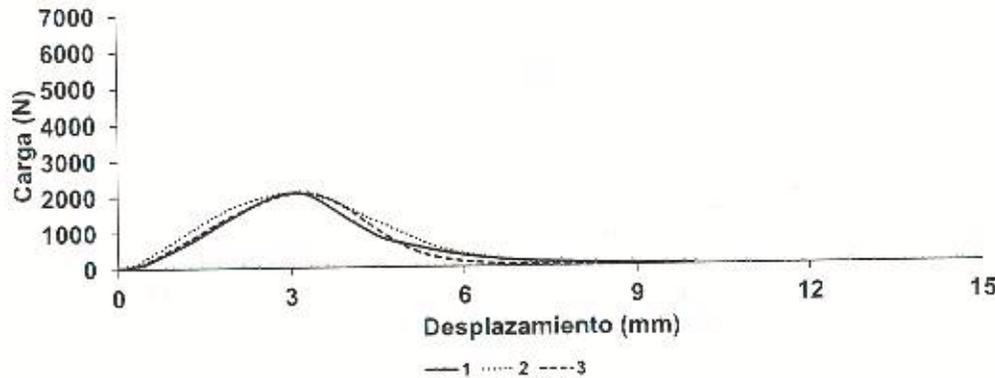
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Húmedo	73.8	100.4	1202.4	4.9	1544.8	1327.8	76.4%
1	Seco	74.1	98.6	1201.2	5.0	2100.6	1811.9	
2	Húmedo	73.8	100.5	1199.1	4.9	1654.7	1428.9	
2	Seco	74.1	100.8	1203.8	5.0	2104.7	1802.8	
3	Húmedo	73.6	89.0	1203.4	5.0	1535.4	1479.9	
3	Seco	74.0	100.4	1203.2	5.1	2096.1	1795.1	

**MDF - 20 RAP 50% RC2 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 50% RC2 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO SECO**



G_{max} 4.85%

G_{min} 2.53%

G_{SEM} 2.51%

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: moldeador, compactador y prensa, baño de agua a 60 ± 1°C, baño de agua a 0°C permite mantener una temperatura de 20 ± 1°C y un ambiente de trabajo a 23 ± 1°C. Se mantuvo la humedad de la muestra de 100% de agua durante el ensayo.

Ejecutó: Franceth Justine Salgado Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

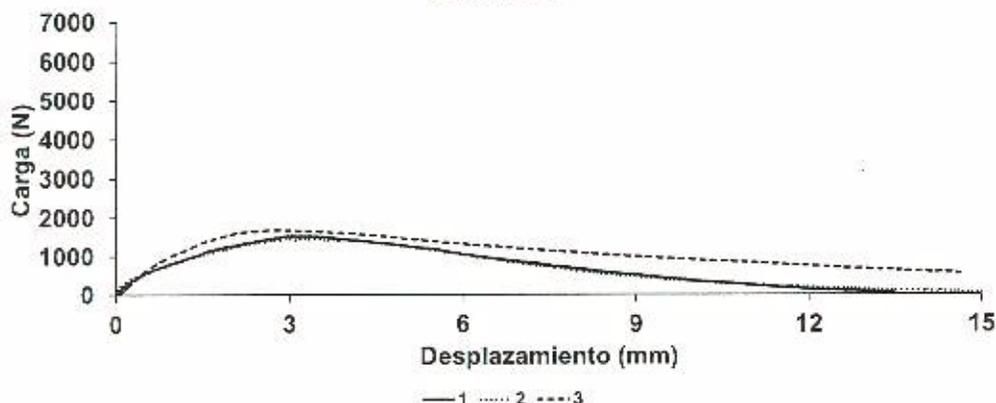
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. N.T. 800.225.340.8

SOLICITUD: Convenio 489 de 2017 FECHA DE RECIBO: Abril 27 de 2018
 MUESTRA: MDF-20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% FECHA DE ENSAYO: Mayo 1 de 2018

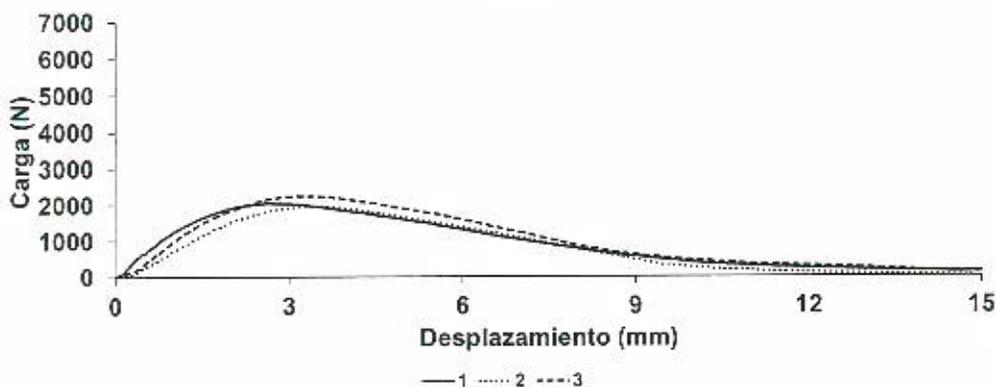
Tabla 1 Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)	
1	Húmedo	73.3	98.5	1186.3	5.0	1530.9	1550.1	75%	75.3%
1	Seco	75.2	99.5	1194.3	5.0	2058.9	1795.1		
2	Húmedo	74.2	99.7	1201.0	4.9	1455.5	1293.0	75%	
2	Seco	74.0	100.0	1197.8	4.9	1961.2	1677.2		
3	Húmedo	73.0	99.3	1189.8	5.0	1650.6	1484.5	76%	
3	Seco	73.5	99.5	1186.4	5.0	2246.3	1955.1		

MDF - 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



RMV 4.15%

G_{max,dry} 2.50%

G_{max,wet} 2.50%

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: (Inductómetro, compactador manual, baño de agua e) cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua e) cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C a su inicio de carga e) cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir a carga con la misma precisión.

Ejecutó: Franceth Justina-Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina-Eduardo Castellanos
 Cargo: Asesor de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 489 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

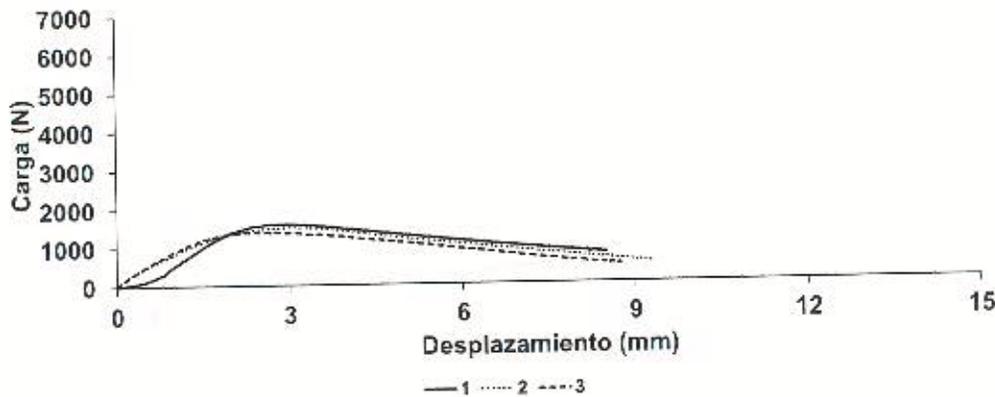
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1241, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 27 de 2018
MUESTRA:	MDF 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Mayo 1 de 2018

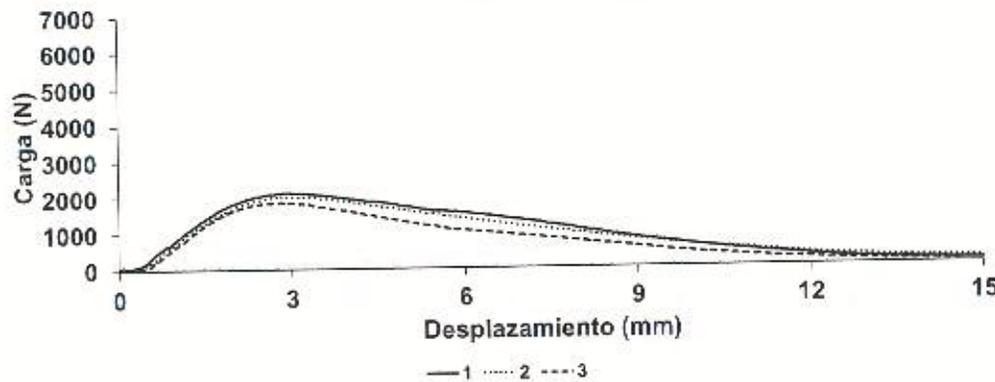
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.4	100.2	1195.2	4.9	1598.1	1384.2	74.8%
1	Seco	73.5	98.7	1131.5	4.9	2125.9	1865.4	
2	Humedo	73.8	99.8	1184.3	4.9	1512.9	1307.3	
2	Seco	72.9	99.6	1157.8	5.0	2079.0	1746.9	
3	Humedo	73.5	98.5	1197.4	5.0	1398.8	1212.8	
3	Seco	73.7	100.2	1190.0	5.0	1854.1	1506.1	

MDF - 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



W_{opt} 4.33%

G_{opt} 2.516

G_{opt} 2.516

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactadora, balanza, codo de agua y codo por donde maneja una temperatura de 50 ± 1°C, baño de agua de 50 ± 1°C permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un manual de carga para la capacidad de mantener la misma tasa de deformación y medir a carga con el mismo trayecto por el.

Ejecutó: Francisca Justina Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Francisca Justina Castellanos
 Cargo: Asesor de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

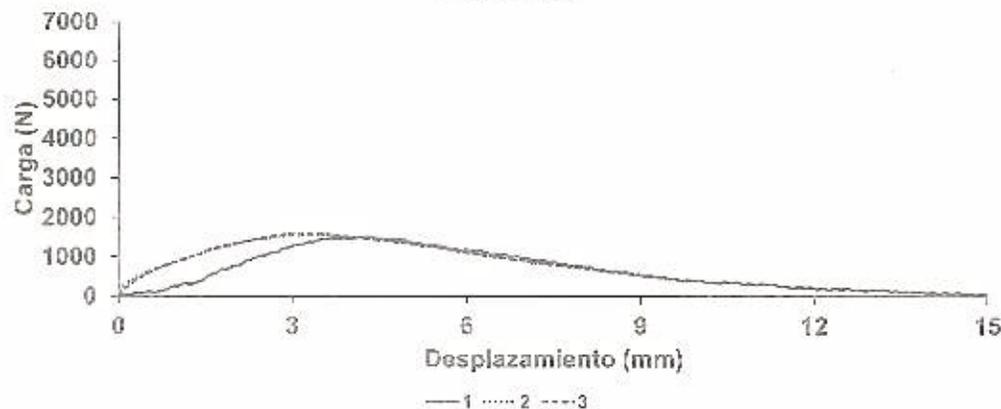
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1261, Fax: 1-6470557, NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 489 de 2017 FECHA DE RECIBO: Abril 27 de 2018
MUESTRA: MDF-20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% FECHA DE ENSAYO: Mayo 1 de 2018

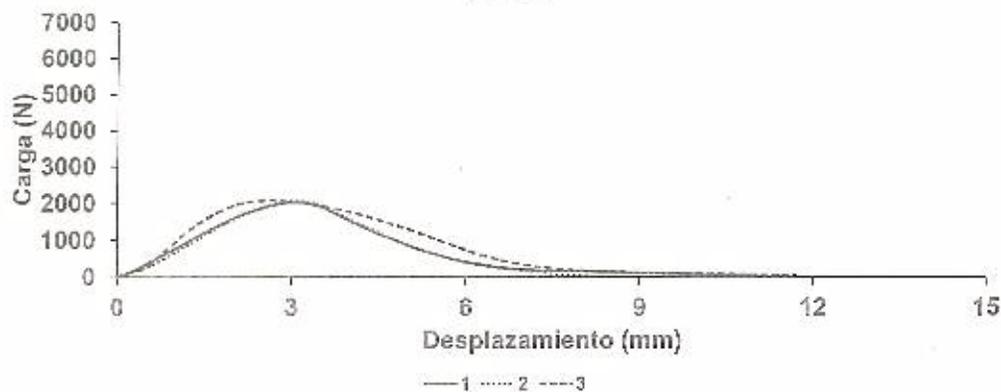
Tabla 1. Consolidada

Prueba	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.8	100.4	1195.0	4.8	1526.3	1311.4	74%
2	Seco	74.0	98.8	1203.1	5.0	2025.4	1764.7	
2	Humedo	73.6	100.7	1195.9	4.8	1566.7	1345.1	70%
7	Seco	74.2	100.5	1202.6	5.0	2075.0	1770.8	
8	Humedo	73.6	99.6	1204.6	5.0	1607.5	1385.4	77%
9	Seco	73.1	99.7	1199.6	5.1	2080.3	1816.8	

MDF - 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 50% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



89% 4.33% 5.00% 2.50% 6.00% 2.50%

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactador (plástico), baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 489 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

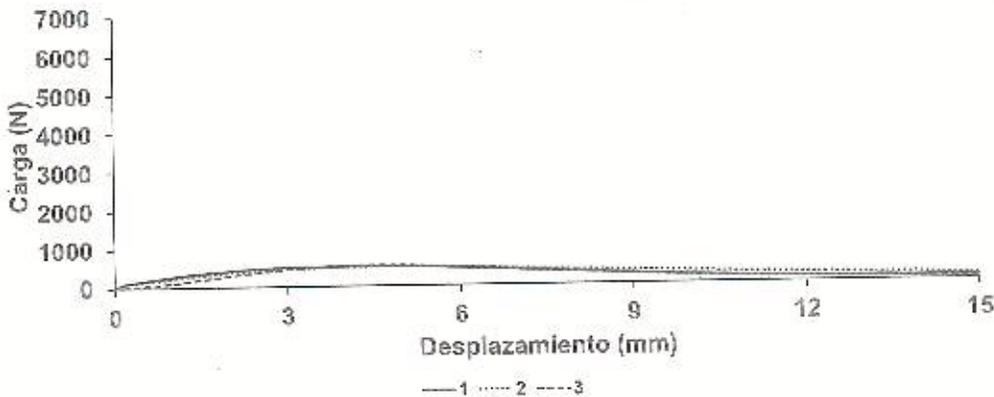
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6372557, NIT: 800.725.340-8

SOLICITUD:	Convenio 489 de 2017	FECHA DE RECEPCION:	Abril 27 de 2018
MUESTRA:	MDF 20 RAP 50% RC1 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Mayo 7 de 2018

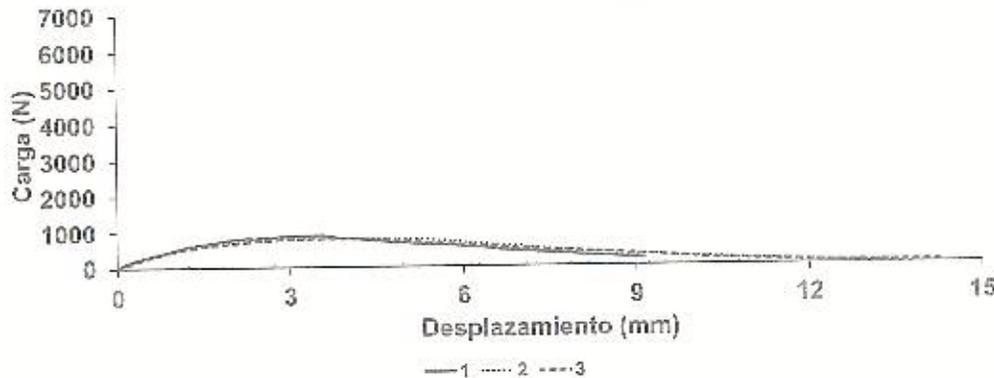
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vaciado (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.4	1201.1	5.1	532.8	447.3	54%
1	Seco	73.5	99.5	1202.7	5.0	607.3	785.5	
2	Humedo	74.1	100.2	1200.8	5.1	607.8	425.4	61%
2	Seco	74.1	100.3	1204.9	5.1	828.5	709.8	
3	Humedo	74.1	100.0	1204.5	5.1	544.8	458.1	67%
3	Seco	73.8	100.0	1208.1	5.0	803.7	697.6	

**MDF - 20 RAP 50% RC1 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 50% RC1 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO SECO**



σ_{vc} 4.37%
 $\sigma_{t,vc}$ 2.19%
 $\sigma_{c,vc}$ 2.99%

OBSERVACIONES:

Los equipos fueron lubricados, empujados y girados, todo de agua al cual se le agregó sal para mantener una temperatura de 30°C. Se usó agua a su temperatura ambiente. Se usó un rango de carga y se usó la capacidad de mantener una tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó:	Franceth Justine Edjusho Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director del convenio 489 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

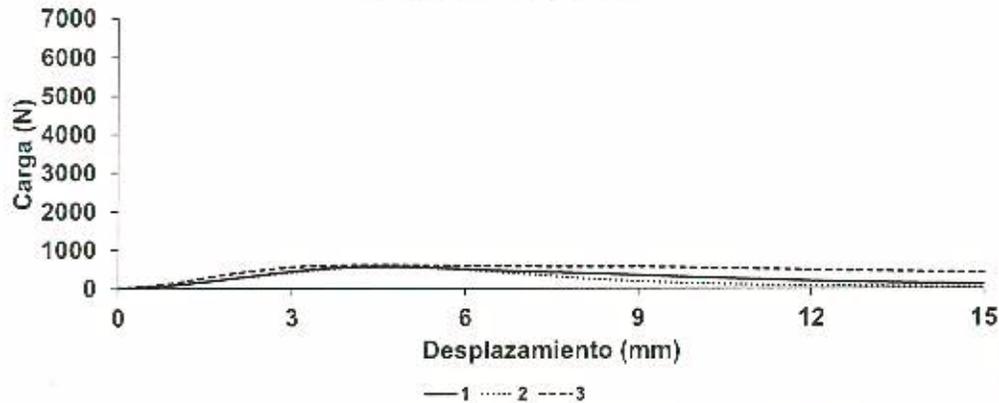
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.940-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 27 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 50% RC2 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Mayo 1 de 2018

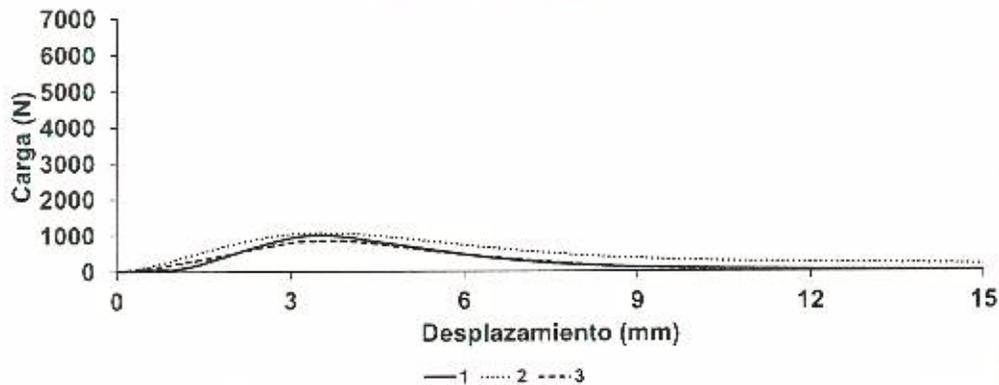
Tabla 1. Característico

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)	
1	Humedo	74.1	99.5	1205.1	4.9	559.8	482.5	56%	58.5%
1	Seco	74.0	100.8	1200.0	4.9	1006.1	862.5		
2	Humedo	73.9	100.5	1198.9	5.0	580.4	480.4	52%	
2	Seco	74.1	99.5	1200.4	5.0	1075.8	928.5		
3	Humedo	73.9	100.5	1200.5	5.1	612.5	525.0	72%	
3	Seco	73.8	100.3	1201.5	5.0	853.6	714.1		

**MDF -20 RAP 50% RC2 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 50% RC2 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO SECO**



δ_{vv} 4.62%

G_{max} 1.302

G_{min} 1.302

OBSERVACIONES:

Los equipos (trípodes, herra, medidora, compactador y radio) con los que se realizó el ensayo se mantuvieron a una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua, el cual garantizó mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un campo de carga al cual se le aplicó la carga de tracción indirecta y se midió la carga con la misma o mayor presión.

Ejecutó: Franceth Justine Polardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit. 800.225.340-8

SOLICITUD
MUESTRA

Convenio 469 de 2017
MDF-20 RAP 75% RC1

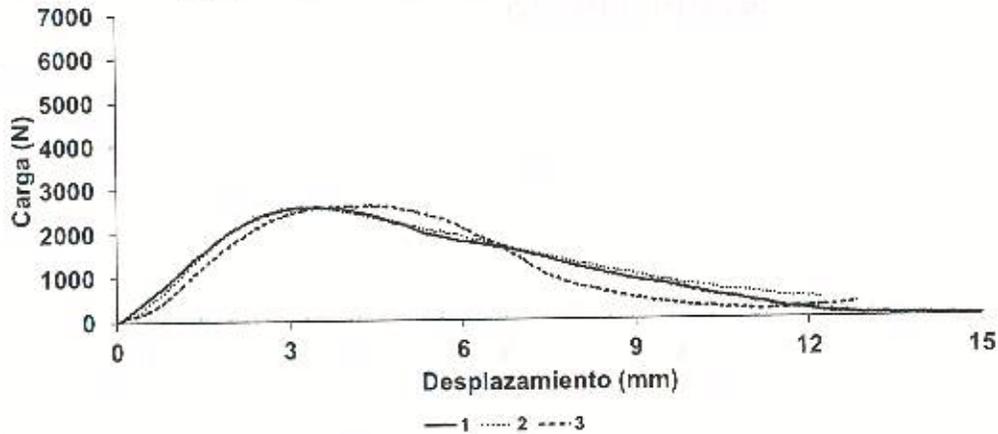
FECHA DE RECIBO:
FECHA DE ENSAYO:

Febrero 2 de 2018
Febrero 6 de 2018

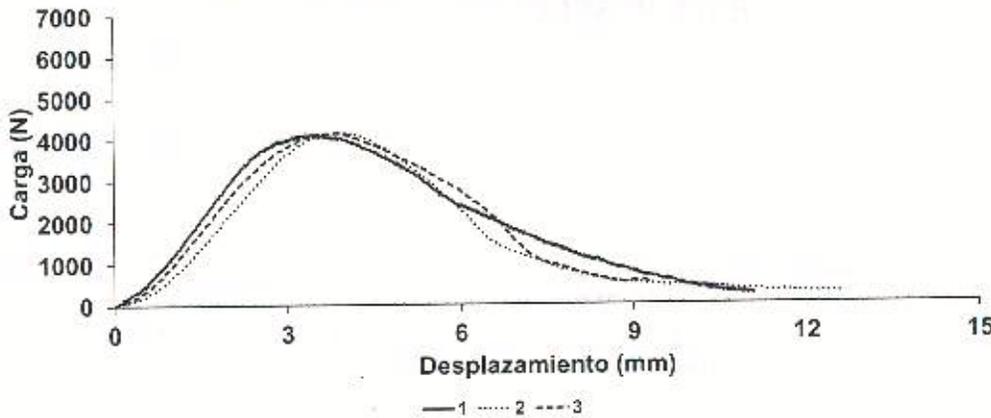
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (MPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.9	99.8	1200.2	4.8	2584.9	2211.2	63%
1	Seco	74.0	107.2	1201.1	5.0	4113.9	3532.1	
2	Humedo	73.9	100.2	1203.9	5.0	2580.0	2218.1	62%
2	Seco	73.9	120.3	1203.5	5.0	4159.5	3572.9	
3	Humedo	73.9	100.4	1199.2	5.0	2616.3	2244.8	63%
3	Seco	73.8	100.4	1201.2	5.0	4151.8	3567.2	

MDF - 20 RAP 75% RC1 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC1 ESTADO SECO



w_{vol} 4.26%

$G_{max,dry}$ 2.072

$G_{max,wet}$ 2.472

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora compactadora giratoria, baño de agua a 20°C para mantener una temperatura de 20 ± 0.5°C, baño de agua a 100 ± 0.5°C, balanza de agua y balanza para medir la temperatura de 21 ± 0.1°C y un marco de carga el cual se usó para mantener la muestra a la deformación y medir la carga con la misma mayor precisión.

Ejecutor: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

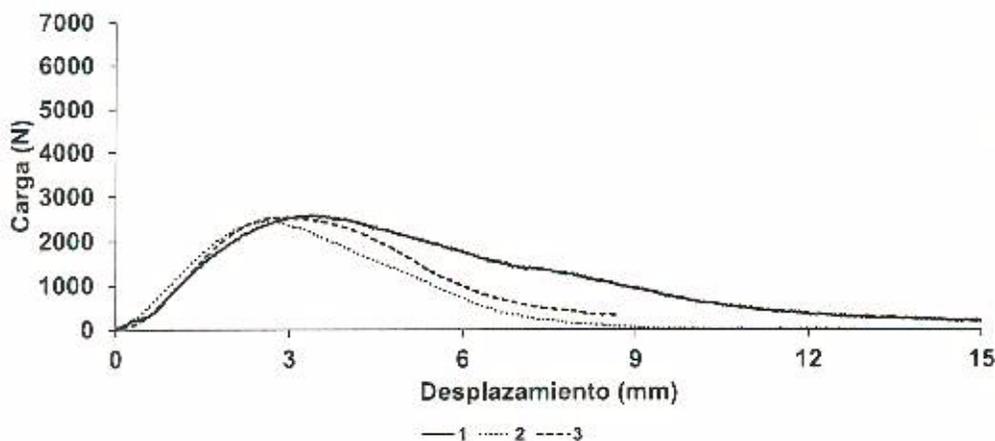
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357, Nit: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RC2	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

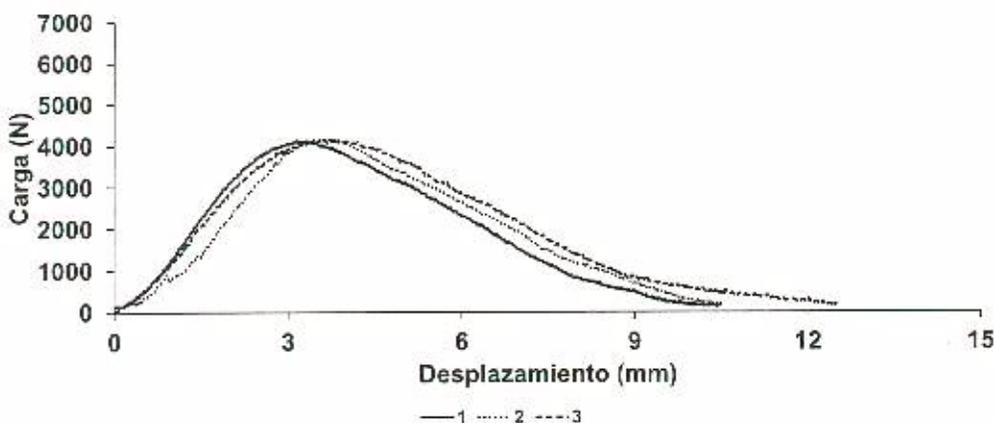
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.5	1295.0	5.0	2593.1	2216.7	60.5%
1	Seco	74.0	95.7	1200.2	5.0	4132.4	3565.8	
2	Humedo	74.1	95.7	1201.0	5.0	2447.6	2109.1	
2	Seco	73.9	95.8	1199.3	5.0	4176.5	3605.1	
3	Humedo	73.9	100.5	1199.3	5.0	2546.0	2182.4	
3	Seco	73.9	95.9	1202.0	4.9	4158.0	3585.6	

MDF - 20 RAP 75% RC2 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC2 ESTADO SECO



Δw 4.40%

$G_{max,N}$ 2.325

$G_{max,org}$ 2.325

OBSERVACIONES:

Los equipos se llevaron a la probeta y, inmediatamente después, bajo de agua el cual por 10 minutos a una temperatura de 60 ± 0.5 °C, bajo de agua el cual por 10 minutos a una temperatura de 25 ± 1 °C y un caso de carga el cual se espera se mantenga la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justina Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

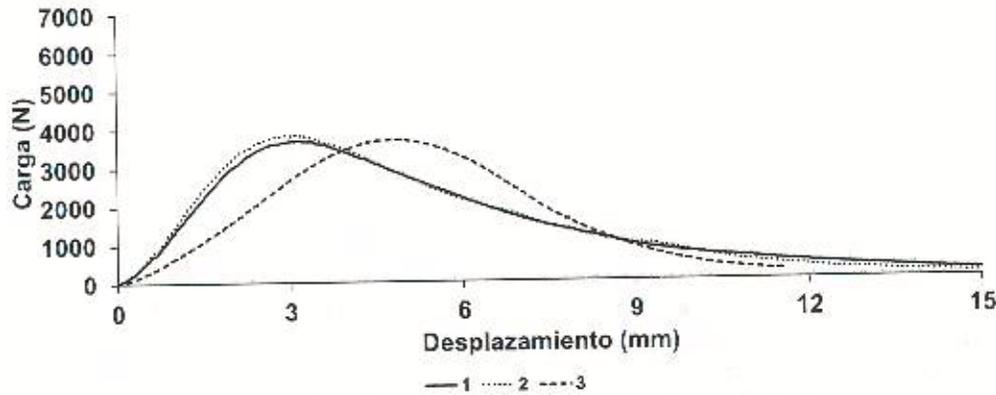
Cra 1^a No. 101 - 80, Bogue F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD	Convenio 465 de 2017	FECHA DE REC.BO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA	MDF-20 RAP 75% RC1 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO	Abril 10 de 2018

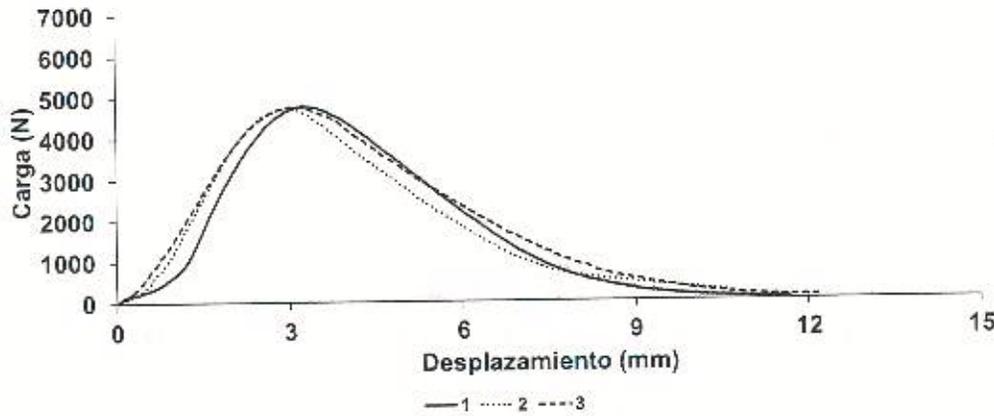
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	99.5	1204.8	4.8	3888.3	3193.8	77%
1	Seco	74.0	99.7	1202.6	5.0	4780.1	4124.6	78.9%
2	Humedo	74.0	99.6	1201.5	4.9	3847.1	3522.9	
2	Seco	74.1	99.5	1199.8	5.0	4729.7	4083.9	78%
3	Humedo	73.8	99.9	1202.2	5.1	3711.5	3204.9	
3	Seco	74.1	99.8	1201.6	4.9	4765.7	4106.0	

MDF - 20 RAP 75% RC1 CEMENTO 1% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC1 CEMENTO 1% ESTADO SECO



W_{max} 4.37%

G_{max (m)} 1.295

G_{max (g)} 2.29%

OBSERVACIONES:

Los ensayos se realizaron en mezclas asfálticas compactadas (grito 0-6), bañó de agua al cual permite mantener una temperatura de 60 ± 2°C, bañó de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual en caso de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Francisht Justine Pizarro Castellanos
 Firma:
 Nombre: Francisht Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 465 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación Geotecnia

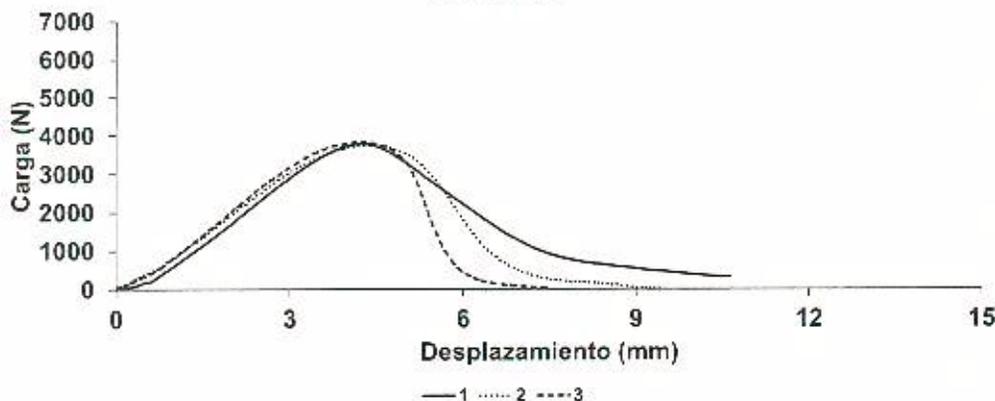
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 8500000 ext. 1291, Fax: 1-8570557 NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017 FECHA DE RECIBO: Abril 7 de 2018
 MUESTRA: MDF-20 RAP 75% RC2 CEMENTO 1% FECHA DE ENSAYO: Abril 10 de 2018

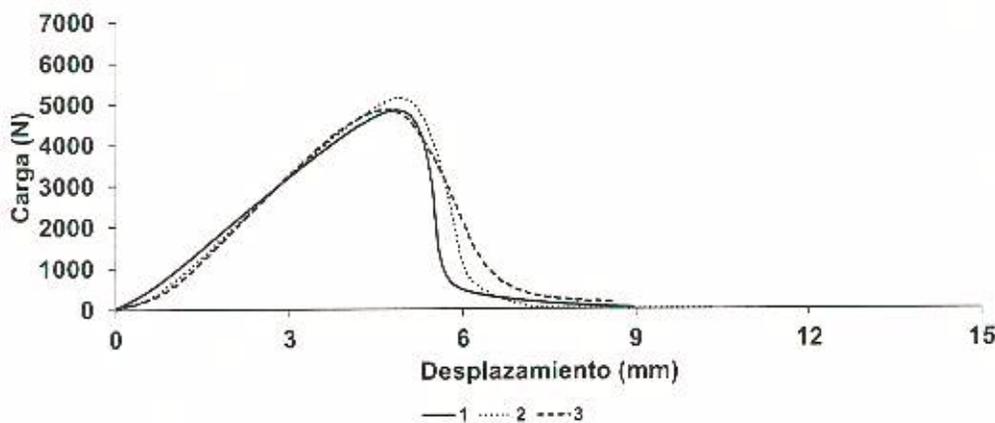
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.0	99.5	1202.3	5.0	3801.8	5287.1	75%
1	Seco	74.1	100.0	1201.1	4.9	4839.6	4157.9	
2	Humedo	73.8	100.5	1199.9	5.0	3747.3	5216.5	73%
2	Seco	73.9	99.8	1200.4	5.0	5127.3	4425.8	
3	Humedo	74.0	99.8	1193.7	5.0	3844.5	3914.0	79%
3	Seco	73.8	99.9	1205.1	5.1	4858.9	4155.6	

MDF - 20 RAP 75% RC2 CEMENTO 1% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC2 CEMENTO 1% ESTADO SECO



W₁ = 4.18% W₂ = 2.35% W₃ = 2.39%

OBSERVACIONES:

Los especímenes fueron acondicionados en un baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 50 ± 1°C, todo en agua el cual permite mantener una temperatura de 23 ± 1°C y un marco de carga el cual se calienta de manera que se evite la deformación y se mide la carga con la misma precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

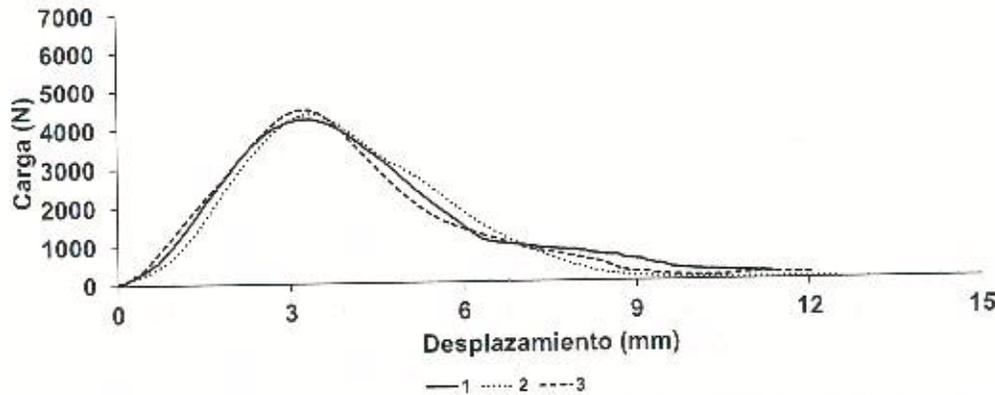
Cra 11 No. 101 - 80. Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500200 ext: 1291, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 489 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RC1 CEM 2%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

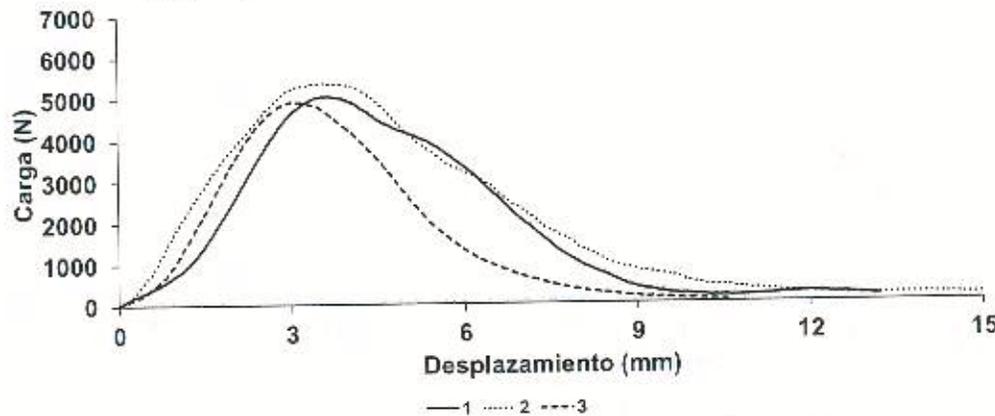
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.0	100.5	1202.1	5.0	4257.5	3651.8	85.8%
1	Seco	74.1	100.4	1199.3	5.0	5051.4	4322.6	
2	Humedo	73.9	100.2	1199.1	5.0	4393.7	3777.5	
2	Seco	73.8	99.6	1204.4	4.9	5370.6	4651.5	
3	Humedo	73.9	99.8	1205.8	5.0	4497.7	3882.4	
3	Seco	74.0	100.5	1205.9	5.0	4914.8	4207.1	

MDF - 20 RAP 75% RC1 CEMENTO 2% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC1 CEMENTO 2% ESTADO SECO



SW 4.30%

S₁ 2.370

S₂ 2.370

OBSERVACIONES

Los equipos utilizados fueron: escala 500g, compactador giratorio, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un proceso de carga a cada 15 segundos manteniendo un tiempo total de saturación de 1 hora. La carga se lo hizo a mayor presión.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director Convenio 489 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

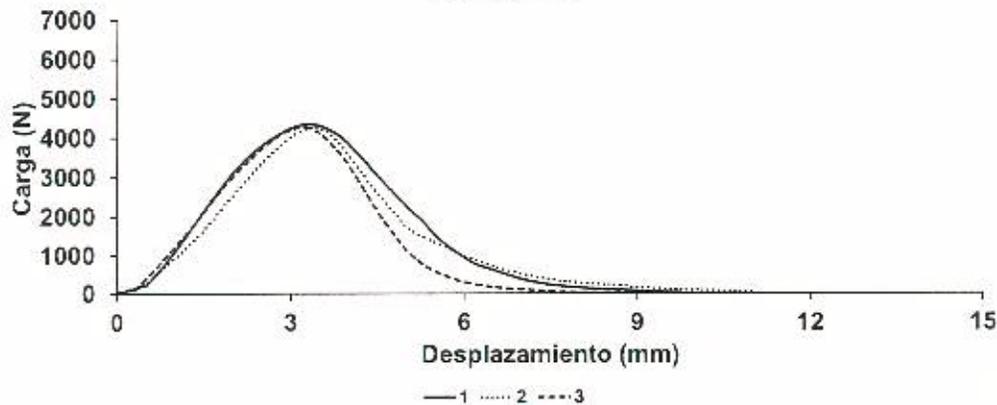
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6970557, Nit: 800 225 340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RC2 CEMENTO 2%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

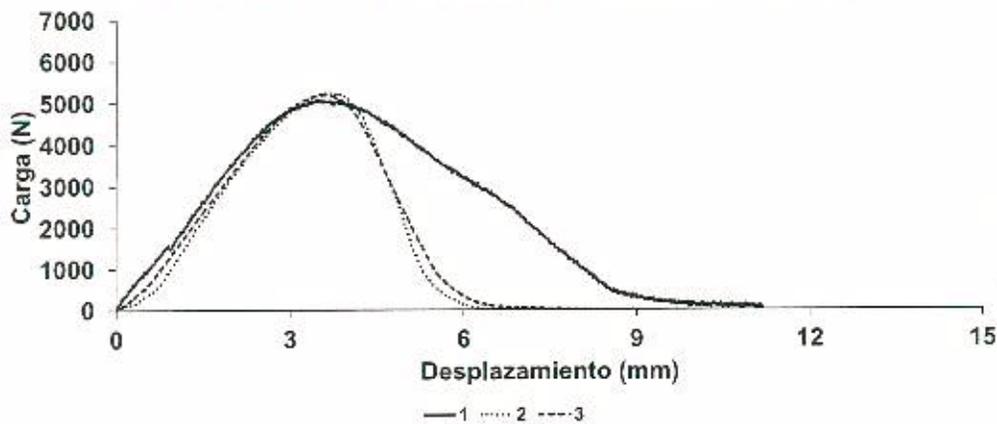
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)	
1	Humedo	73.9	106.1	1205.8	5.0	4358.1	3748.9	85%	82.9%
1	Seco	73.8	99.7	1189.6	5.0	5085.9	4400.4		
2	Humedo	73.9	99.7	1204.6	5.0	4257.5	3678.7	82%	
2	Seco	74.1	100.3	1199.0	5.1	5248.5	4491.4		
3	Humedo	74.1	101.5	1199.3	5.0	4272.5	3652.4	81%	
3	Seco	74.0	99.9	1199.2	5.1	5204.2	4491.7		

MDF - 20 RAP 75% RC2 CEMENTO 2% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC2 CEMENTO 2% ESTADO SECO



w_{max} 4.25%

G_{max} 1.35%

G_{max} 2.33%

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: medidora, compactador, baño de agua en cual permito mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua en cual permito mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga en cual se capaz de mantener la muestra bajo de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Echebarro Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Ingeniería de Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bogue F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800 225 440 8

SOLICITUD
MUESTRA:

Convenio 469 de 2017
MDF-20 RAP 75% RC1 CEMENTO 3%

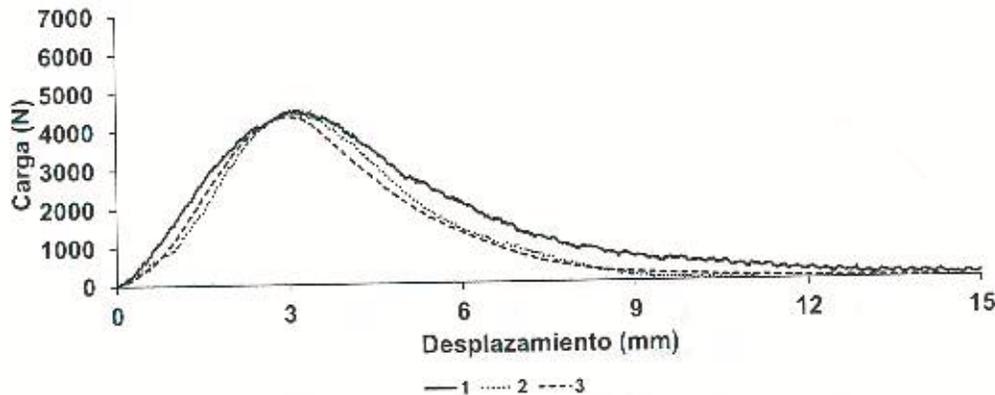
FECHA DE RECIBO:
FECHA DE ENSAYO:

Abril 7 de 2018
Abril 10 de 2018

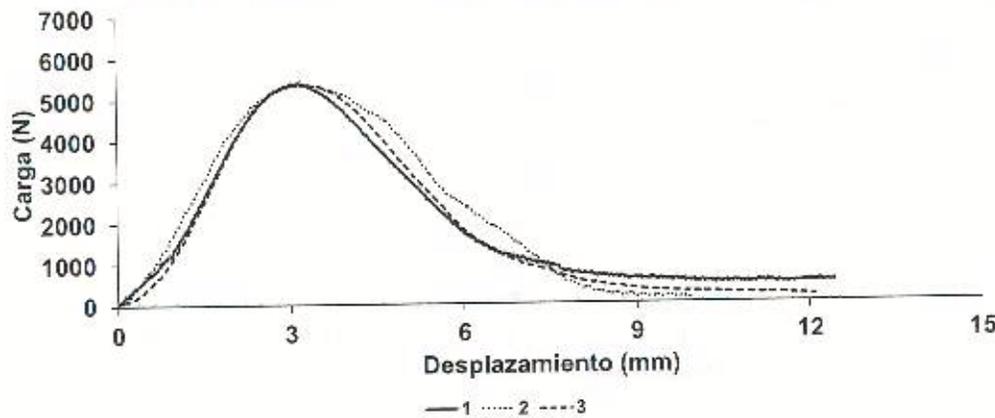
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.1	1201.1	4.9	4526.2	3884.7	84%
1	Seco	74.0	100.5	1201.2	5.1	5494.9	4618.1	
2	Humedo	73.9	100.4	1201.6	5.1	4484.8	3848.1	
2	Seco	73.8	99.7	1202.9	4.9	5386.7	4560.7	
3	Humedo	73.8	99.6	1200.2	5.0	4363.5	3779.2	81%
3	Seco	73.8	99.7	1203.1	4.9	5390.2	4668.7	

MDF - 20 RAP 75% RC1 CEMENTO 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC1 CEMENTO 3% ESTADO SECO



G_{max} 4.30%

G_{max} 2.29%

G_{max} 2.79%

OBSERVACIONES:

Los ensayos se realizaron en una mezcla asfáltica compactada en estado húmedo, baño de agua a la cual se le permite mantener una temperatura de 23 ± 1°C y un nivel de carga indirecta en estado húmedo. Se muestra la curva de deformación y carga con la misma o mayor presión.

Ejecutó: Francisca Justina Edgardo Castellanos
Firma:
Nombre: Francisca Justina Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

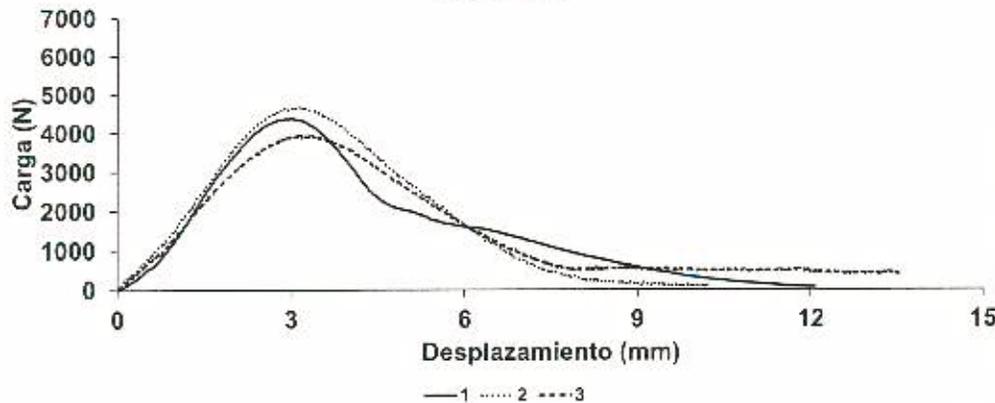
Cra 51 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 600.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RC2 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 20 de 2018

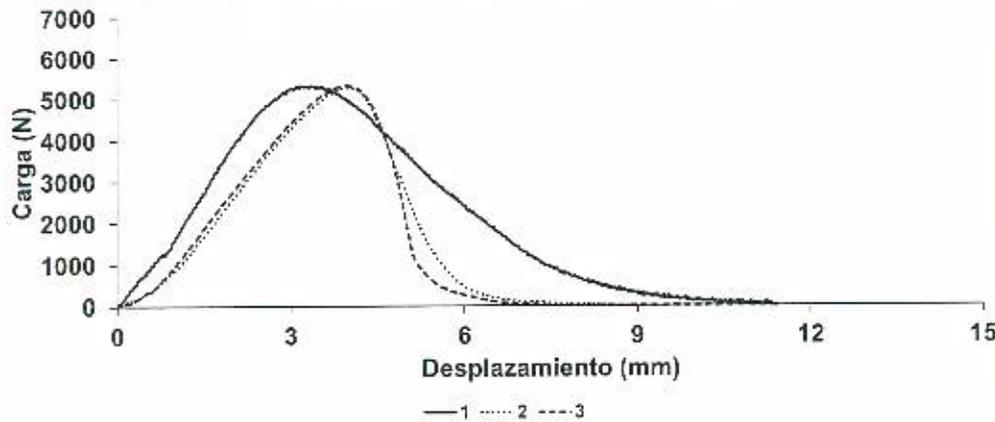
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.8	95.5	1204.8	5.1	4381.8	3798.0	81.6%
1	Seco	74.1	100.3	1198.8	4.9	5334.3	4569.2	
2	Humedo	74.1	95.9	1199.0	5.0	4661.8	4009.1	
2	Seco	74.0	95.6	1205.3	5.1	5296.8	4575.1	
3	Humedo	73.9	100.3	1204.7	5.0	3954.7	3366.6	
3	Seco	74.1	100.0	1204.0	4.9	5345.0	4552.1	

MDF - 20 RAP 75% RC2 CEMENTO 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC2 CEMENTO 3% ESTADO SECO



R_{vol} 4.25%

G_{max} 2.438

G_{min} 2.408

OBSERVACIONES:

Los equipos de ensayo fueron refrigerados y controlados a 20 ± 1°C, permitiendo mantener una temperatura de 20 ± 1°C, tanto de agua de curado como de la muestra, durante el ensayo. Se mantuvo la muestra a 20 ± 1°C y se aplicó la carga a una velocidad constante de 1 mm/min. Se mantuvo la muestra a 20 ± 1°C y se aplicó la carga a una velocidad constante de 1 mm/min.

Ejecutó:	Franceth Justine Echeverdie Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

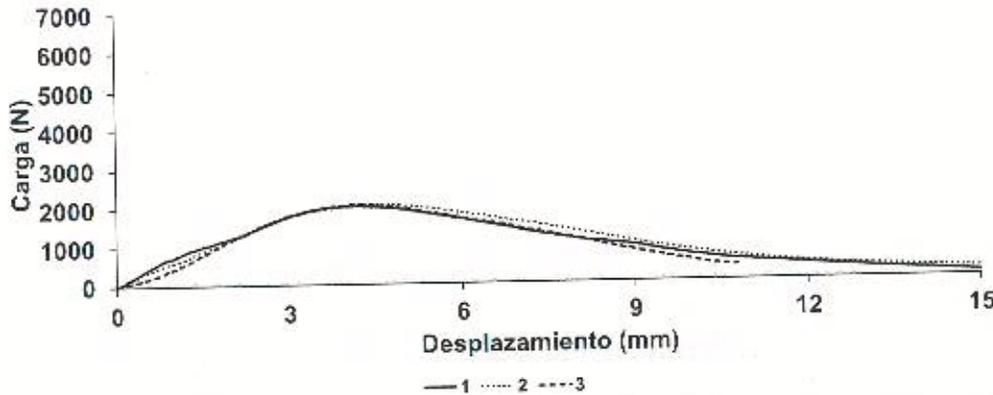
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RC1 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

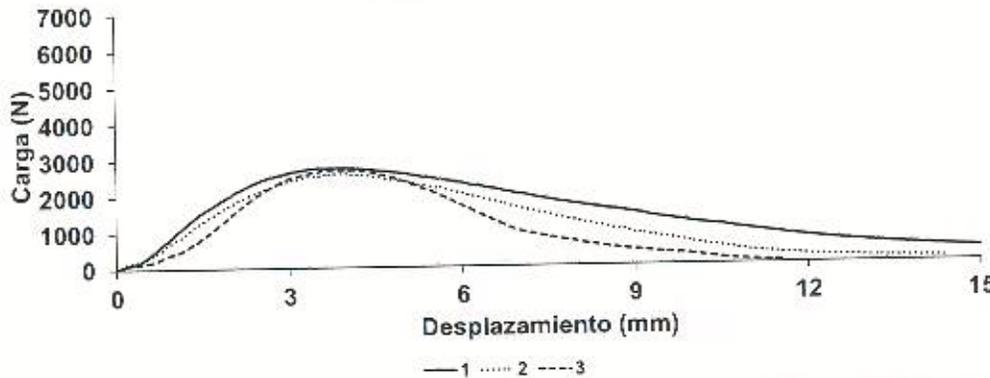
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.9	100.1	1201.4	5.1	2223.5	1741.4	73%
1	Seco	73.3	99.7	1205.2	5.0	2763.5	2387.8	
2	Humedo	73.8	99.7	1204.9	4.9	2053.8	1783.2	73%
2	Seco	74.0	99.8	1220.1	5.2	2536.9	2247.7	
3	Humedo	73.8	100.4	1205.5	4.9	2066.2	1775.2	76%
3	Seco	73.9	99.7	1199.8	5.0	2708.6	2343.4	

**MDF - 20 RAP 75% RC1 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 75% RC1 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO SECO**



WV = 4.55% G_{max} = 2.341 G_{min} = 2.341

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mandadora, compactadora giratoria, baño de agua el cual permitía mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permitía mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual se usó de manera horizontal para medir la carga con forma de triángulo de presión.

Ejecutó:	Franceth Justine Edwanda Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

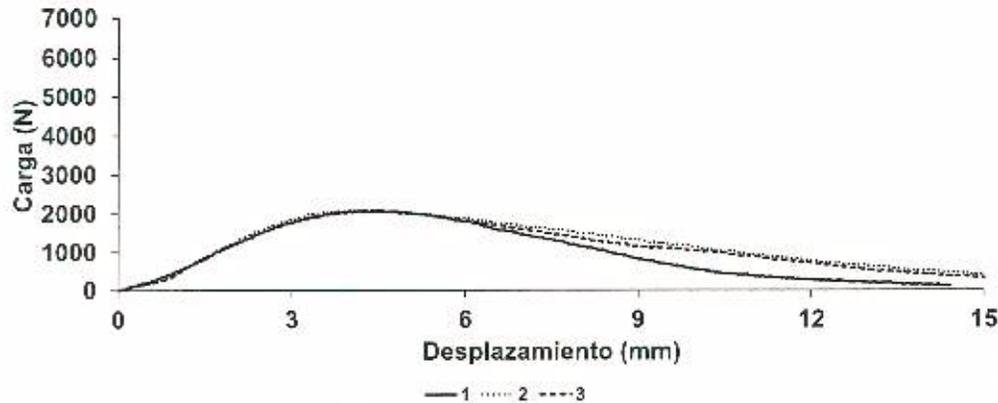
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557, Nit: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RC2 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

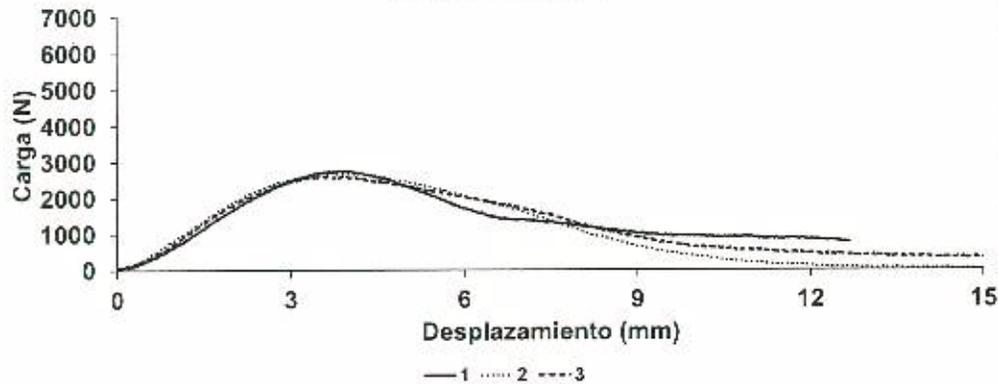
Tabla 1. Consorcio

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humeda	74.1	99.5	1225.2	5.1	2079.0	1795.1	75%
1	Seca	74.1	99.6	1222.6	5.1	2764.1	2384.5	
2	Humeda	74.1	99.5	1201.9	5.1	2103.3	1816.1	78%
2	Seca	73.9	100.5	1203.9	5.0	2706.5	2320.0	
3	Humeda	74.0	100.0	1203.2	5.0	2074.5	1784.7	80%
3	Seca	73.8	100.2	1201.0	5.0	2506.1	2243.6	

**MDF - 20 RAP 75% RC2 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 75% RC2 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO SECO**



WCV 4.50%

G_{max} 2.403

G_{min} 2.440

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron, medidora, compactador y baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 2°C y un motor de carga el cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Francisca Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Francisca Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

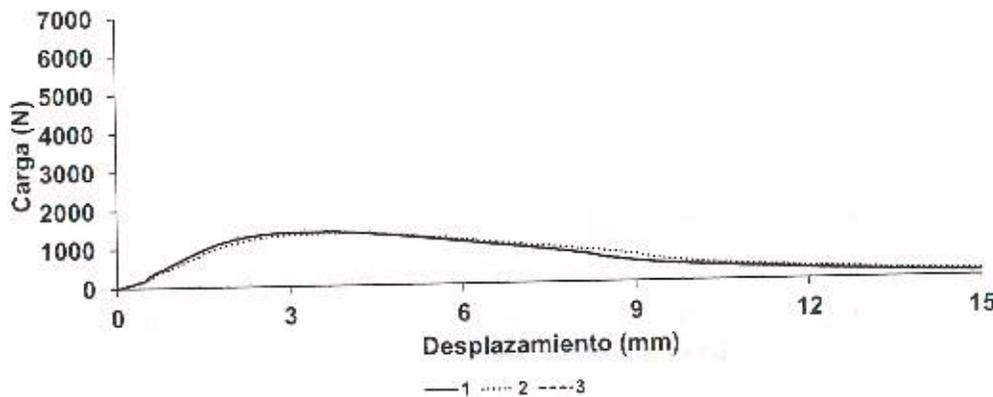
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% RCI REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

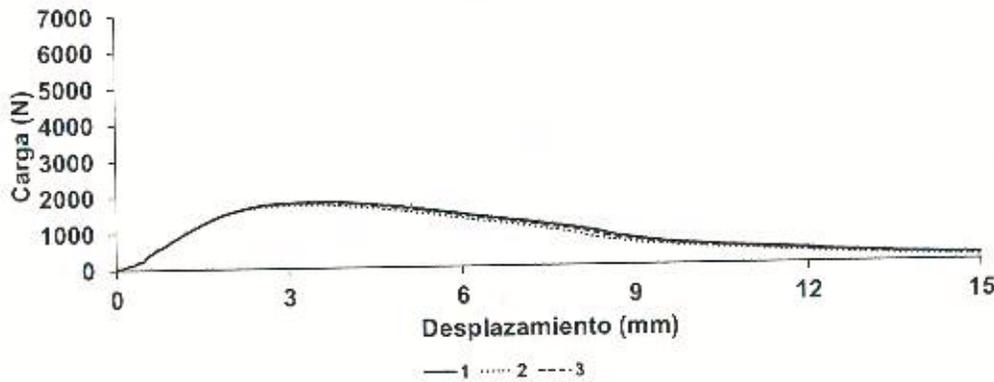
Tabla Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	79.2	99.0	1198.3	5.0	1402.0	1231.0	77.8%
1	Seco	73.7	99.0	1193.1	5.0	1831.0	1597.6	
2	Humedo	73.8	93.5	1150.2	4.9	1361.3	1179.8	
2	Seco	74.1	100.2	1201.4	4.8	1758.5	1528.3	
3	Humedo	75.6	98.9	1196.5	5.0	1403.0	1227.0	
3	Seco	78.5	99.9	1198.4	5.0	1812.9	1572.8	

MDF - 20 RAP 75% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



W_{max} 4.53% G_{max} 2.34% G_{max} 2.30%

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactador giratorio, baño de agua al cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua al cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y marco de carga. El flujo de agua de mármol se mantuvo en la misma casa de determinación. Se aplicó la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Echeverde Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

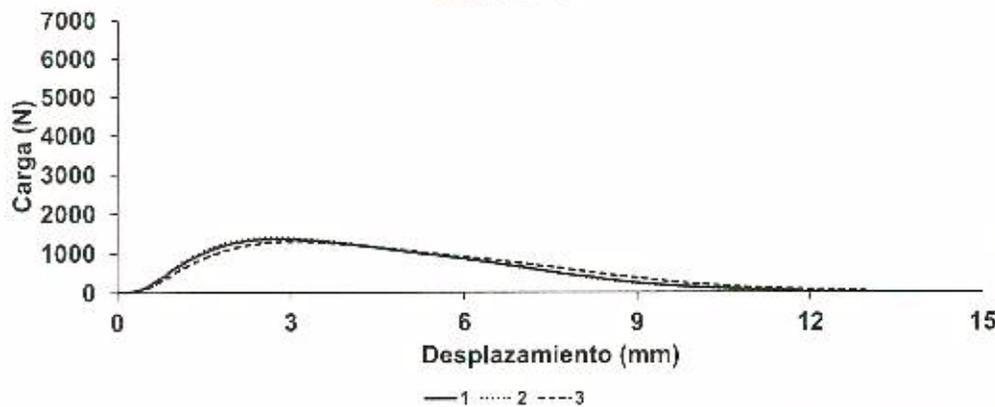
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1251, Fax: 1-6370557. NIT: 800.275.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 75% R22 REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

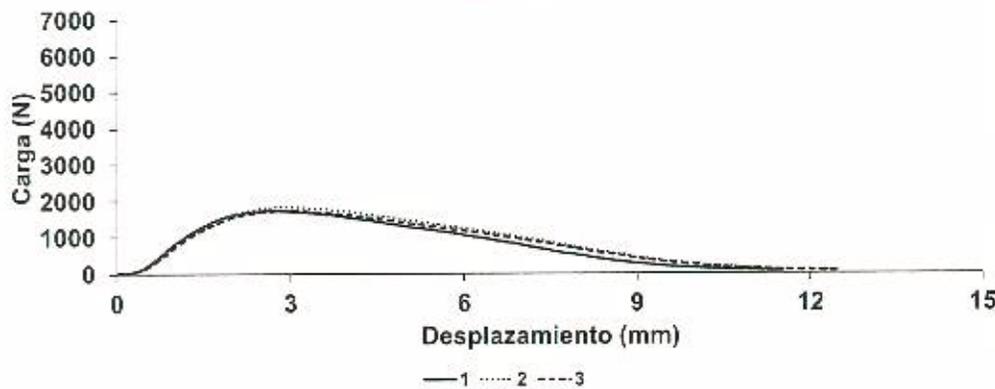
Tabla 1. Caracterización

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.5	100.4	1188.0	4.8	1372.1	1189.7	78%
1	Seco	74.1	98.8	1201.2	5.0	1738.0	1511.3	
2	Humedo	73.1	99.8	1197.9	4.9	1413.5	1252.7	78%
2	Seco	73.8	100.5	1203.8	4.9	1890.5	1578.8	
3	Humedo	73.9	99.4	1199.8	5.0	1303.5	1129.7	70%
3	Seco	74.1	100.5	1190.0	5.1	1738.0	1464.8	

MDF - 20 RAP 75% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



Seve 4.50% F_{LL} 2.640 G_{LL} 2.440

OBSERVACIONES:

Los equipos: Máquina Tareo, mezclador, compactador, baño de agua a 100°C, baño de agua a 10°C, baño de agua a 10°C, permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga al cual se aplicó de manera continua una base de 25 mm de espesor y se aplicó la carga con la misma mezcla preparada.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Abril 7 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 RAP 75% RCJ REJUVENECEDOR 1.5%

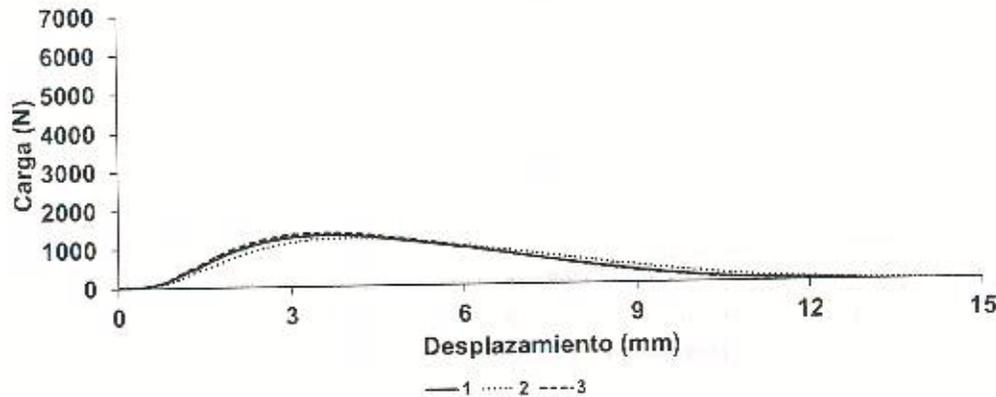
FECHA DE ENSAYO:

Abril 10 de 2018

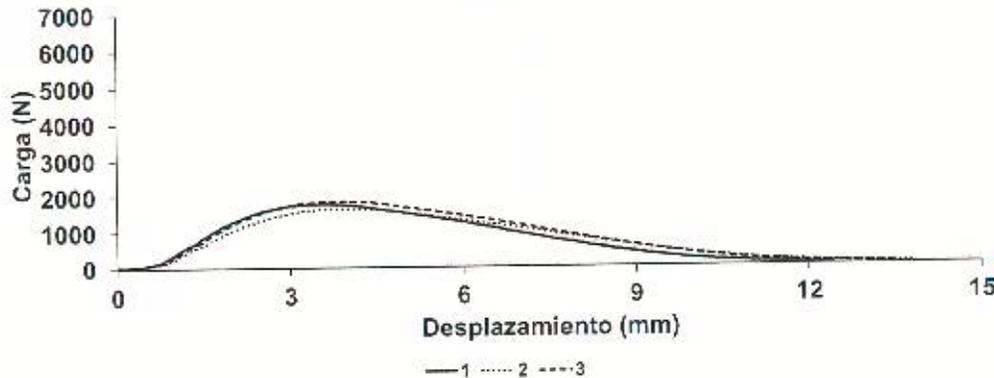
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Húmedo	73.8	95.5	1188.0	4.9	1325.2	1158.0	74%
1	Seco	73.3	93.6	1205.7	4.3	1771.7	1560.8	
2	Húmedo	73.1	100.2	1220.3	4.8	1246.7	1083.0	76%
2	Seco	73.0	99.3	1190.6	5.0	1542.7	1425.1	
3	Húmedo	73.8	98.5	1199.8	5.0	1352.6	1219.1	77%
3	Seco	73.8	100.2	1204.4	5.0	1849.1	1592.4	

MDF - 20 RAP 75% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



Seve 0.50%

$\sigma_{p,0.01}$ 2440

$\sigma_{p,0.05}$ 2440

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: martillo de compactación gratuito, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de $60 \pm 1^\circ\text{C}$, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ en marco de carga de 0.5t en caso de necesitar la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine-Eduardo Castellanos

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma:

Firma:

Nombre: Franceth Justine Castellanos

Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz

Cargo: Auxiliar de Investigación

Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

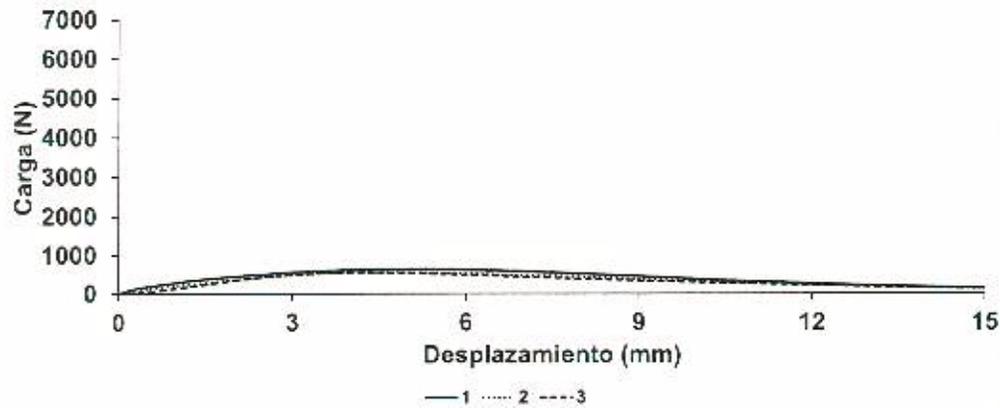
Cra 11 No. 101 - 80, B.oque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Abril 7 de 2018
MUESTRA:	MDF-20-RAP-75% RC1 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Abril 10 de 2018

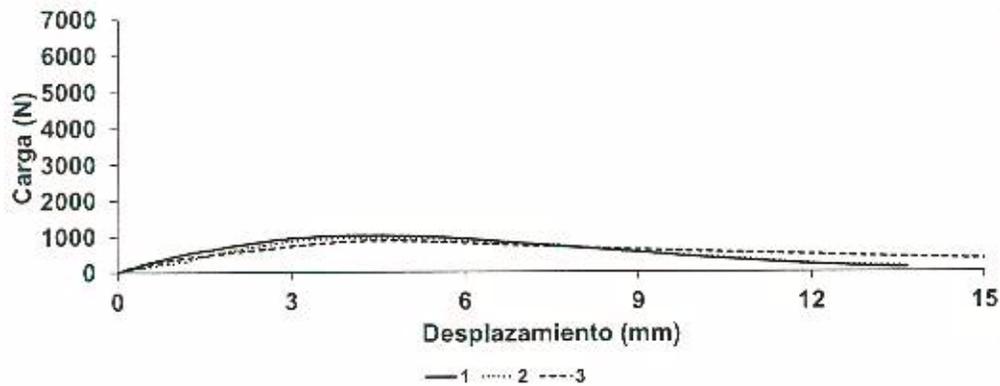
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vaciós (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.0	95.7	1202.3	5.0	639.0	551.4	61%
1	Seco	74.1	95.7	1201.6	5.1	1037.2	893.8	
2	Humedo	74.0	95.7	1205.3	5.1	562.0	485.0	57%
2	Seco	74.0	95.7	1198.8	5.0	583.4	546.0	
3	Humedo	73.8	100.0	1204.5	5.1	551.0	475.8	52%
3	Seco	74.0	99.6	1205.2	5.0	885.6	765.8	

MDF - 20 RAP 75% RC1 REJUVENECEDOR 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 75% RC1 REJUVENECEDOR 3% ESTADO SECO



Wp = 4.55%

G_{max} = 2.40%

G_{max} = 2.04%

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: medidores, compactador giratorio, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Colgado Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Brique F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Abril 7 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 RAP 75% RC2 REJUVENECEDOR 3%

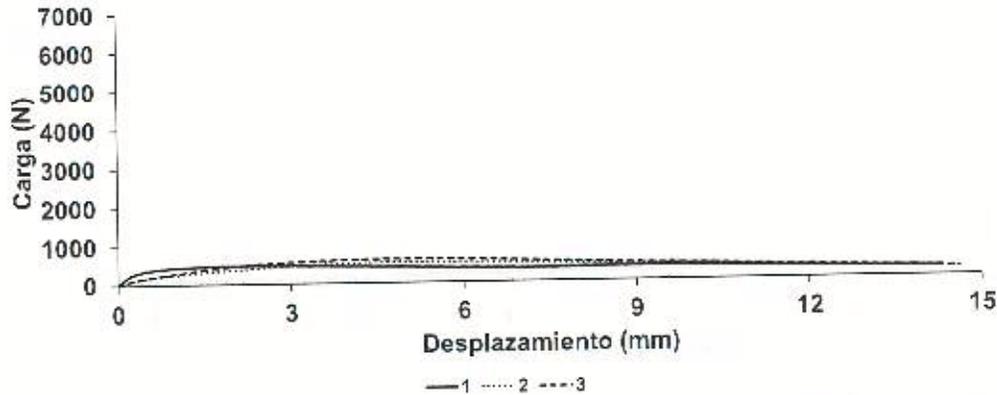
FECHA DE ENSAYO:

Abril 10 de 2018

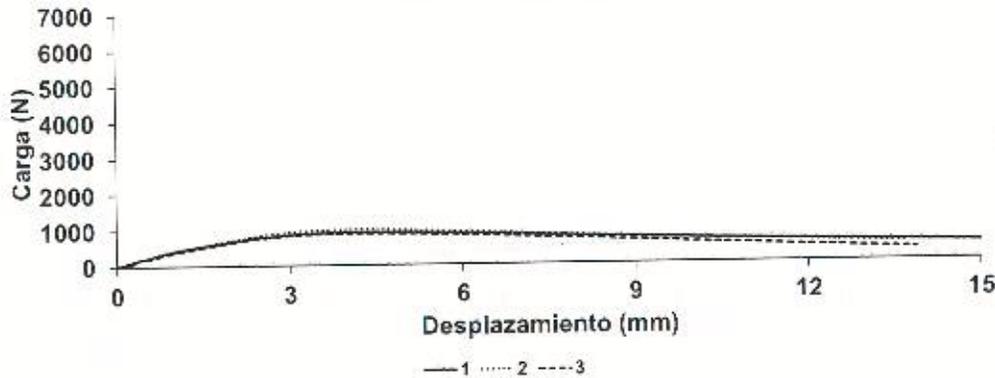
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Húmeda	73.9	100.5	1203.0	5.0	487.2	417.6	52%
1	Seca	73.9	99.9	1204.3	4.9	926.8	799.2	
2	Húmeda	73.8	99.8	1200.0	4.9	539.2	465.2	54%
2	Seca	73.8	100.5	1201.4	4.9	1007.1	864.5	
3	Húmeda	73.8	100.2	1200.1	5.0	625.5	538.5	71%
3	Seca	74.1	100.4	1203.7	4.9	886.5	760.3	

**MDF - 20 RAP 75% RC2 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 75% RC2 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO SECO**



WV 4.26%

G_{max} 2.490

G_s 2.490

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora, compactador portátil, baño de agua en cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C, baño de agua en cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la muestra en caso de deformación a medida que se aplica mayor presión.

Ejecutó:

Franceth Justine Edgardo Castellanos

Revisó:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma:

Nombre:

Cargo:

Franceth Justine Castellanos

Auxiliar de Investigación

Firma:

Nombre:

Cargo:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.275.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Febrero 2 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 RAP 100% RC1

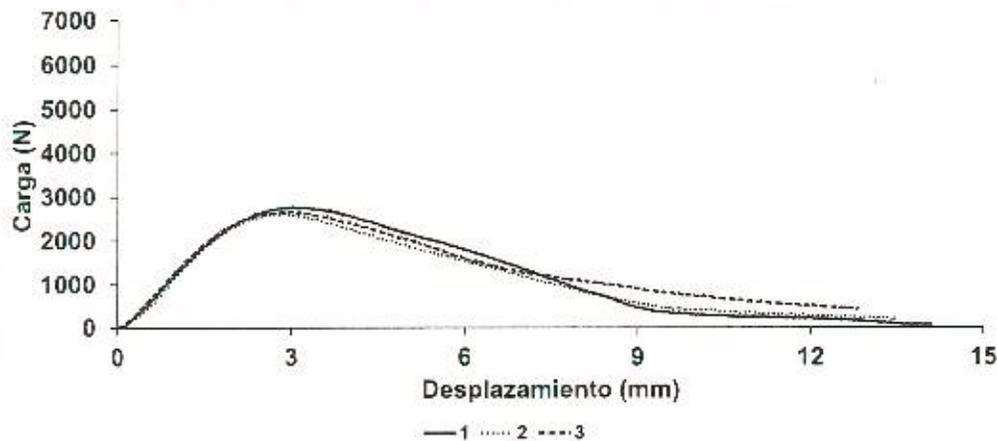
FECHA DE ENSAYO:

Febrero 6 de 2018

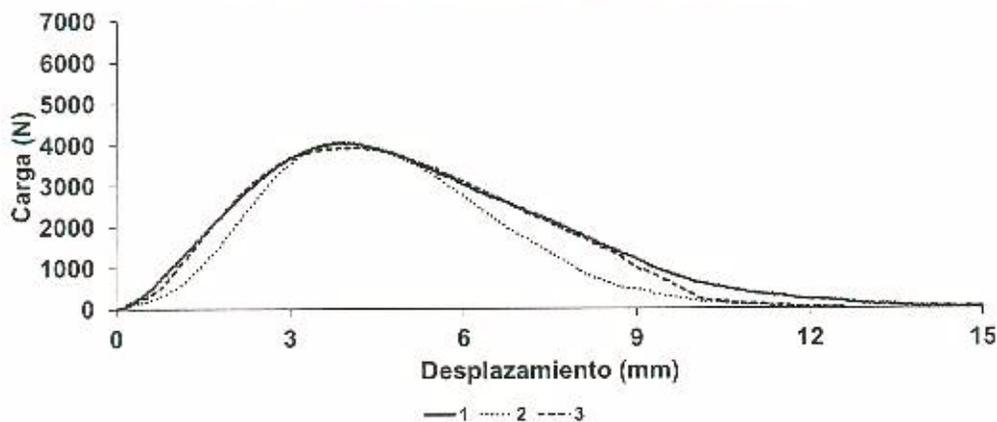
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.9	100.4	1205.1	5.0	2759.6	2375.4	66.5%
1	Seco	74.0	99.6	1204.0	4.9	4056.8	3512.7	
2	Humedo	73.9	100.5	1202.6	5.1	2623.2	2248.5	
2	Seco	74.1	99.9	1205.7	5.0	4081.1	3509.7	
3	Humedo	74.1	99.5	1201.0	5.1	2674.8	2309.6	
3	Seco	74.1	99.9	1204.2	4.9	3953.8	3405.5	

MDF - 20 RAP 100% RC1 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC1 ESTADO SECO



SW 4.5%

G_{max} 2.382

G_{max} 2.382

OBSERVACIONES:

Los equipos se fueron fueran, mezclados, compactados y probados con agua a cual permitio mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua o 60 ± 1°C por 1 hora para mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un tiempo de carga a cual se cargo se mantiene la misma tasa de deformación y medida a carga con la misma mayor presión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

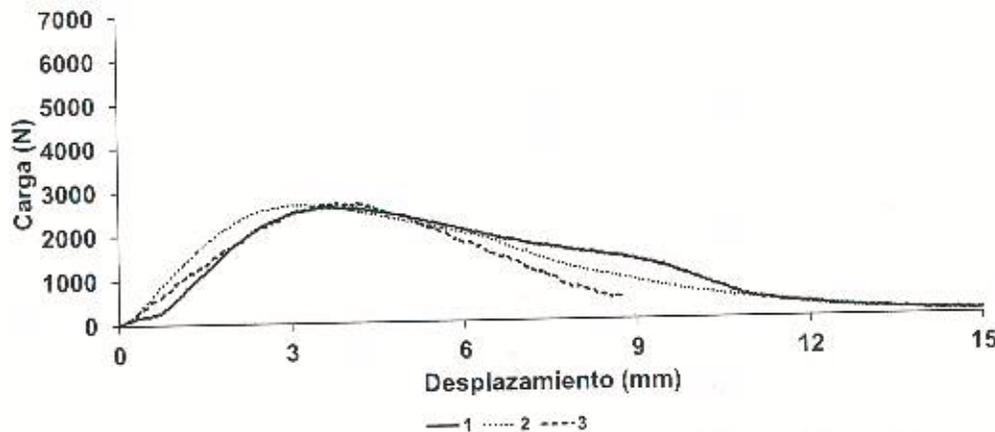
Cra 14, No. 101 - 80, Parque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, N.T. 800 225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Febrero 2 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC2	FECHA DE ENSAYO:	Febrero 6 de 2018

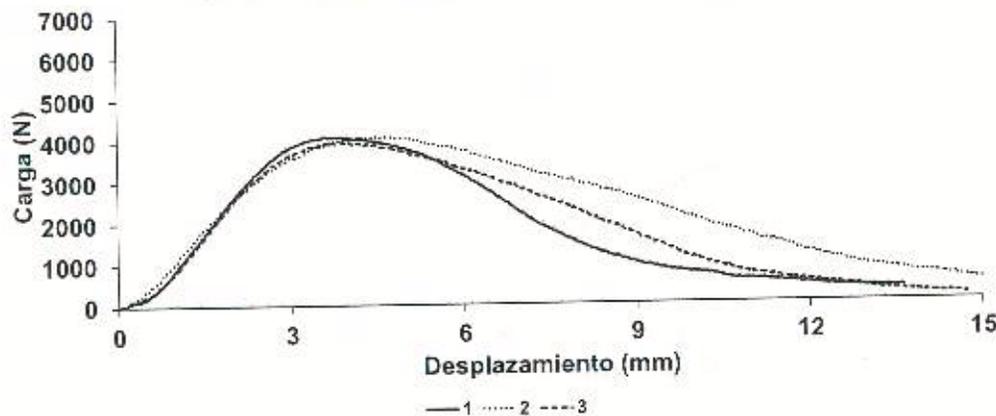
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Húmedo	73.8	99.9	1205.2	5.0	2617.8	2260.6	66.8%
1	Seco	74.0	100.5	1201.7	4.9	4083.7	3485.3	
2	Húmedo	73.8	99.5	1199.5	5.1	2689.9	2314.7	
2	Seco	74.1	100.5	1199.2	5.0	4078.5	3485.6	
3	Húmedo	74.1	100.5	1201.8	4.9	2700.3	2308.3	
3	Seco	74.0	100.2	1202.6	5.0	3960.8	3430.7	

MDF - 20 RAP 100% RC2 ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC2 ESTADO SECO



$S_{w, sec}$ 6.53%

$S_{w, hum}$ 2.31%

$G_{s, sec}$ 2.31%

OBSERVACIONES:

Los equipos se fueron bañando, mojado y, como debe el estado, baño de agua el cual para lo mantener en temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua etc. al punto de mantener una temperatura de 25 ± 1°C un tiempo de carga al cual se debe de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la menor o mayor potencia.

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Asistente de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

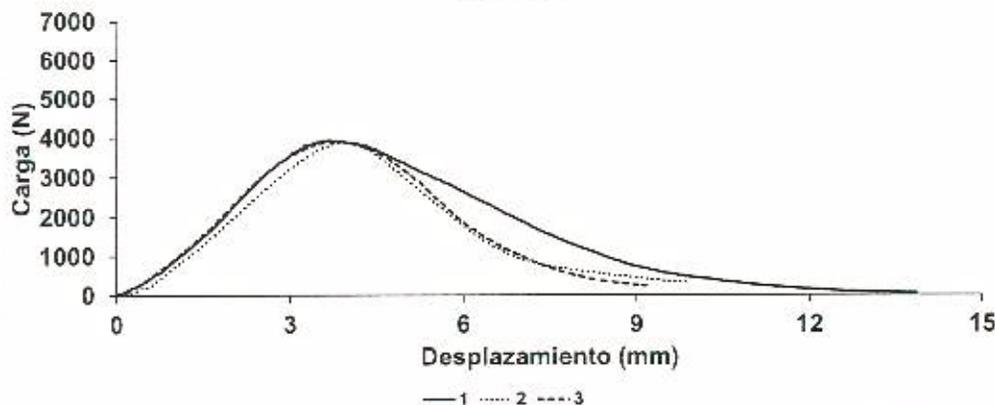
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. N.T. 800.225.340.8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017 FECHA DE RECIBO: Marzo 16 de 2018
 MUESTRA: MDF-20 RAP 100% RC1 CEMENTO 1% FECHA DE ENSAYO: Marzo 20 de 2018

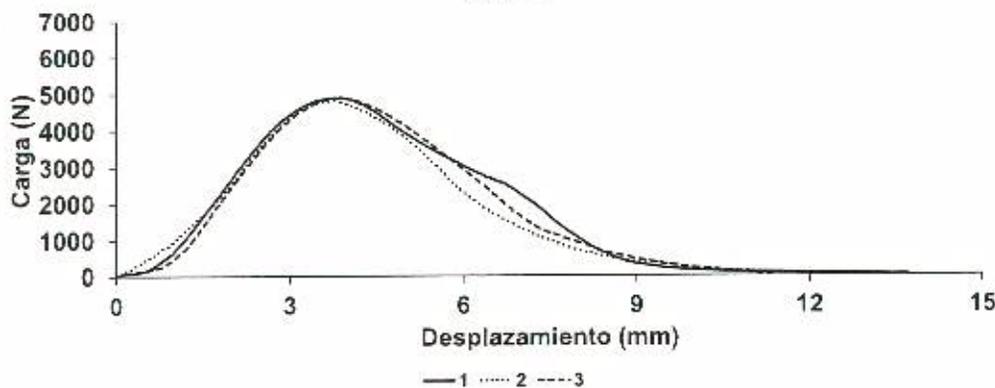
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)	
1	Húmedo	74.1	99.5	1203.7	5.0	3933.8	3396.7	81%	
1	Seco	74.0	100.4	1203.7	5.1	4904.4	4202.4		
2	Húmedo	73.9	100.0	1204.1	4.9	3888.4	3349.7		
2	Seco	73.9	100.4	1203.1	5.0	4817.7	4133.7		
3	Húmedo	74.0	99.6	1201.1	4.9	3912.0	3379.0		80%
3	Seco	73.9	100.2	1203.2	4.9	4984.4	4199.3		

MDF - 20 RAP 100% RC1 CEMENTO 1% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC1 CEMENTO 1% ESTADO SECO



WV: 4.51% S₁₀₀₀: 2.336 S₁₅₀₀: 2.336

OBSERVACIONES:

Los ensayos fueron hechos, mezcladora, con pesador platino, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener un ambiente a 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

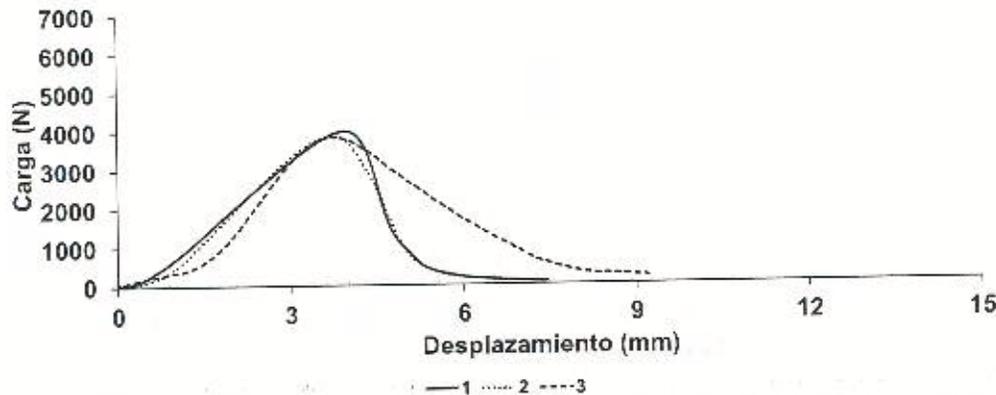
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT: 800.275.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC2 CEMENTO 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 29 de 2018

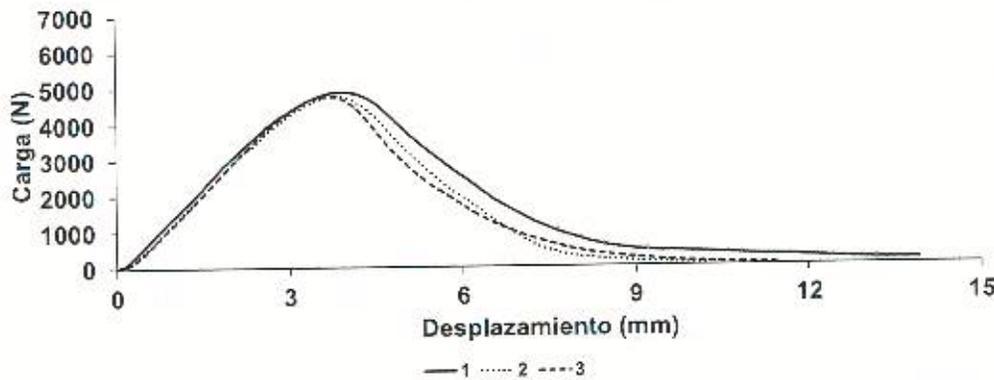
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.8	100.0	1199.2	5.0	3988.6	3440.7	82%
1	Seco	73.8	100.1	1201.7	5.1	4873.5	4197.2	
2	Humedo	74.0	100.5	1201.8	5.0	3859.0	3806.0	80%
2	Seco	74.1	99.7	1203.8	5.2	4789.1	4109.6	
3	Humedo	74.1	99.6	1199.9	5.1	3834.4	3307.5	81%
3	Seco	74.1	99.6	1200.5	5.2	4761.6	4099.1	

MDF - 20 RAP 100% RC2 CEMENTO 1% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC2 CEMENTO 1% ESTADO SECO



Ww = 4.26%

G_{max} = 3.472

G_{min} = 2.472

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: mezcladora compactadora portátil, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la muestra entre deformación y medir la carga con la mínima mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justina Obando Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11. No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit: 800.725.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO: Marzo 16 de 2018

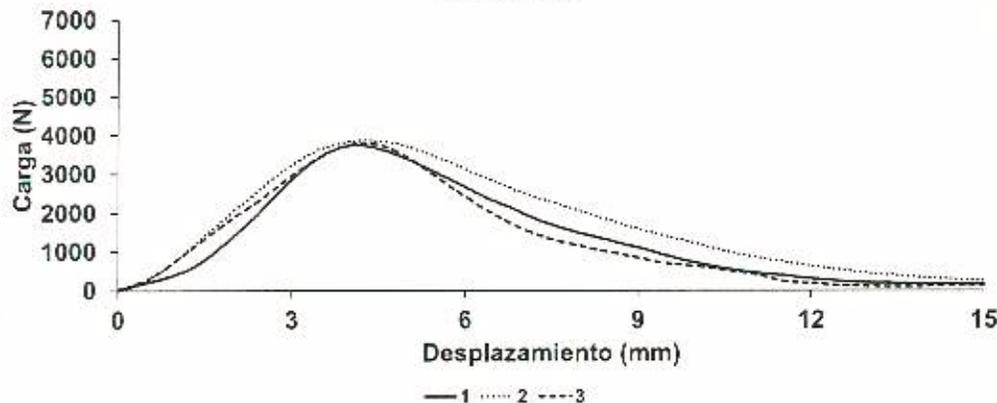
MUESTRA: MDF-20 RAP 100% RC1 CEMENTO 2%

FECHA DE ENSAYO: Marzo 20 de 2018

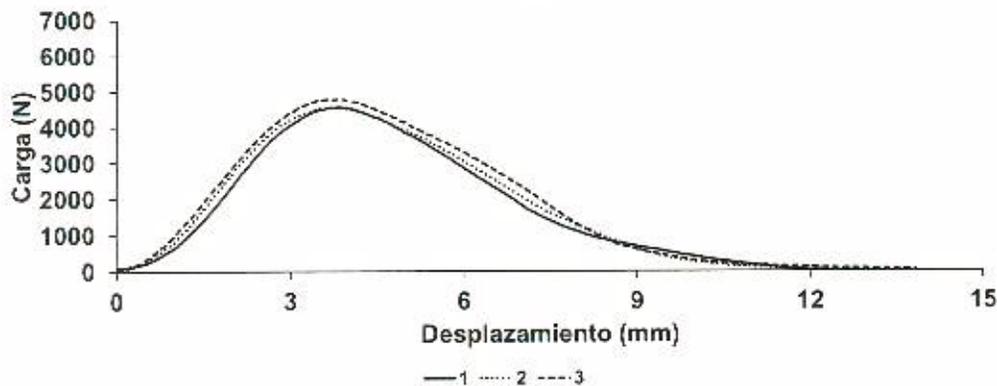
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	100.1	1195.0	4.9	3759.8	8227.0	82.2%
1	Seco	74.0	100.2	1201.7	5.1	4566.5	9920.7	
2	Humedo	74.1	100.3	1204.6	4.9	3885.0	8377.7	
2	Seco	74.0	99.5	1201.3	5.0	4564.4	9547.5	
3	Humedo	74.1	99.5	1201.2	5.1	3808.9	8288.8	
3	Seco	74.1	99.9	1201.2	5.0	4779.2	1110.1	

MDF - 20 RAP 100% RC1 CEMENTO 2% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC1 CEMENTO 2% ESTADO SECO



γ_w 4.3%

G_{max} 2.497

G_{min} 2.457

OBSERVACIONES:

Los equipos en Frío (termostato, medición, compactación) y (b) (b) (b) de agua a cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua a cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C en marco de carga a cual es capaz de mantener la muestra a las condiciones de deformación y carga con la mínima mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justina Castañeda Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castañeda Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1231, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Marzo 16 de 2018

MUESTRA:

MDF-20 RAP 100% RC2 CEMENTO 2%

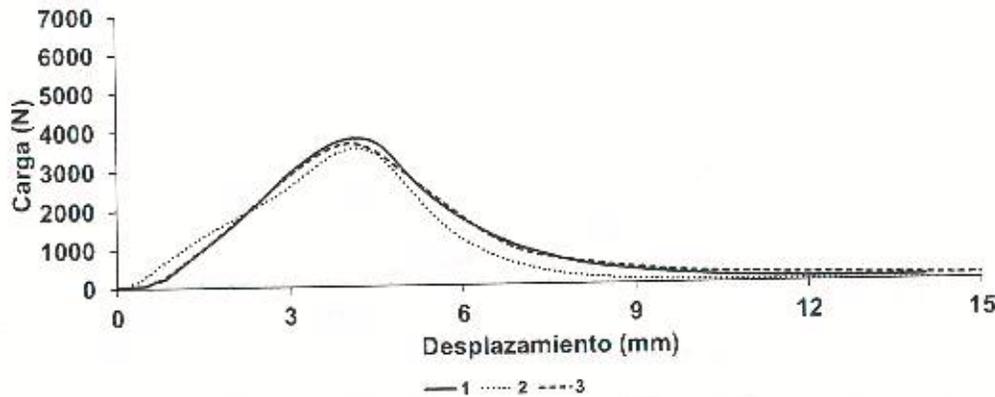
FECHA DE ENSAYO:

Marzo 20 de 2018

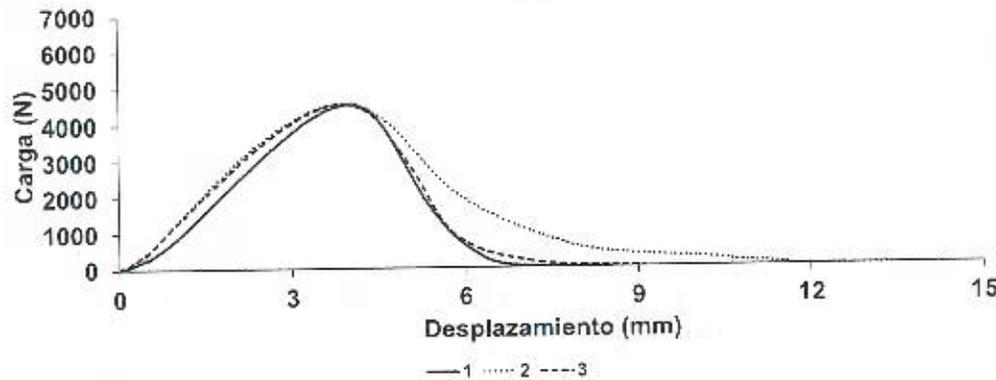
Tabla 1. Concluido

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.0	98.7	1202.1	5.1	3788.6	3259.2	84%
1	Seco	74.0	98.9	1199.5	5.0	4535.0	3905.4	
2	Humedo	74.0	100.3	1192.1	5.0	3540.6	3036.9	78%
2	Seco	74.0	100.3	1200.3	5.0	4554.3	3906.9	
3	Humedo	74.1	99.5	1200.5	4.8	3557.0	3145.0	80%
3	Seco	73.8	100.0	1203.1	5.1	4554.7	3929.0	

MDF - 20 RAP 100% RC2 CEMENTO 2% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC2 CEMENTO 2% ESTADO SECO



G_{max} 4.20%

G_{max} 3.51%

G_{max} 2.51%

OBSERVACIONES:

Los ensayos se realizaron en una mezcladora compactadora giratoria, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permito mantener la temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual se calibro previamente para medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Escalfo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación Geotecnia

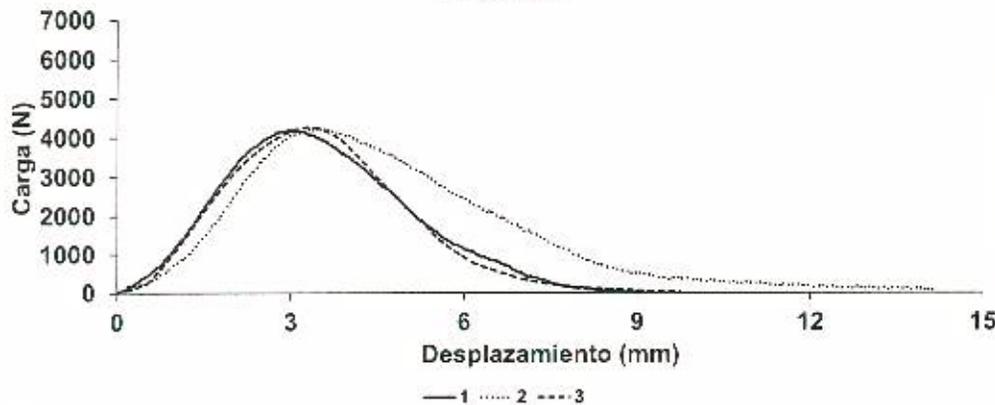
Cra 11 No. 101 - 80, B oque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1251, Fax: 1 6370557 NIT: 800.225.940-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC1 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

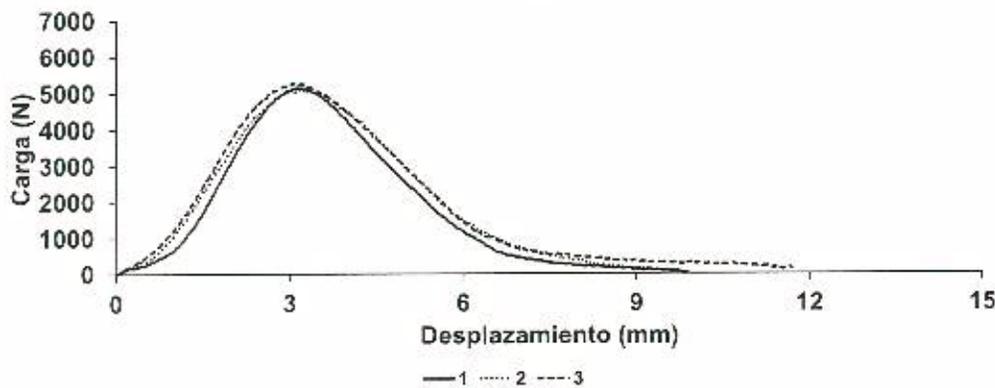
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.1	95.5	1202.3	5.3	4205.2	3632.8	82%
1	Seco	74.1	100.2	1202.8	5.3	5156.5	4421.3	
2	Humedo	73.8	95.5	1200.4	4.9	4770.5	3702.4	
2	Seco	72.9	100.2	1199.7	5.0	5101.0	4385.6	84%
3	Humedo	73.9	100.2	1204.1	5.0	4284.1	3688.2	
3	Seco	74.0	100.4	1199.4	4.9	5276.5	4521.2	81%

MDF - 20 RAP 100% RC1 CEMENTO 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC1 CEMENTO 3% ESTADO SECO



w_{vol} 4.30%

G_{max} 2.51k

G_{min} 2.51k

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: moldes, compactador y baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual le permite mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Acargio Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

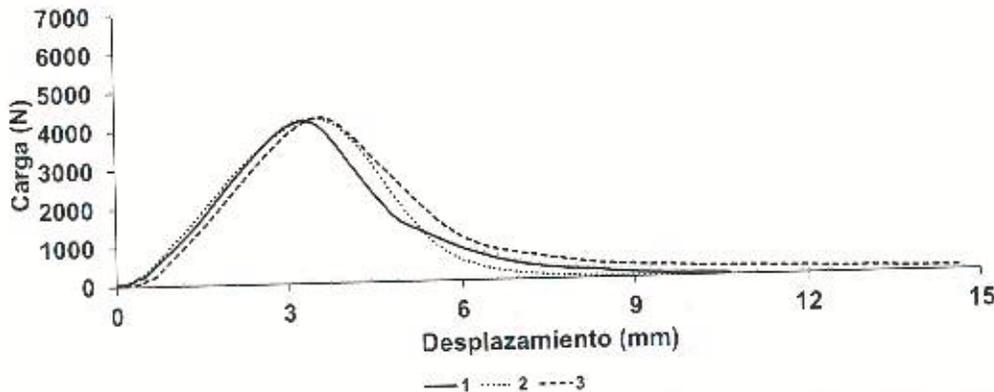
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.275.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC2 CEMENTO 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

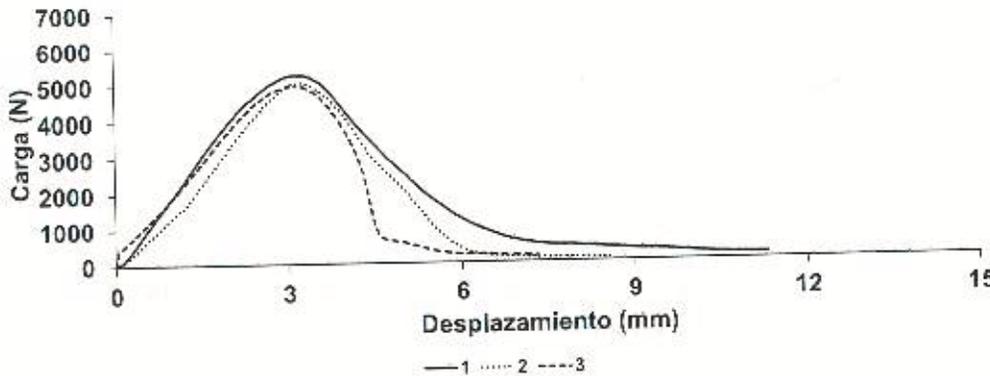
Tabla 1. Consolidación

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.3	103.7	1202.7	5.0	4201.1	3602.1	80%
1	Seco	74.1	99.5	1204.3	5.0	5245.1	4528.9	83.5%
2	Humedo	74.3	99.8	1199.8	5.0	4269.5	3680.7	
2	Seco	73.8	100.4	1204.1	5.0	5090.5	4316.3	85%
3	Humedo	74.1	100.4	1202.0	4.9	4277.2	3660.1	
3	Seco	73.8	100.5	1200.3	5.0	4981.4	4284.3	

MDF - 20 RAP 100% RC2 CEMENTO 3% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% RC2 CEMENTO 3% ESTADO SECO



σ_{100} 4.30% σ_{200} 2.43% σ_{300} 2.43%

OBSERVACIONES:

Los ensayos fueron realizados con parámetros de 200 mm de altura de la muestra y una temperatura de 40 ± 1°C, tanto de agua de ensayo como de la muestra. Se mantuvo una temperatura de 25 ± 1°C en un baño de control de temperatura para mantener a misma temperatura de deformación y medir la carga con la misma mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justa Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justa Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Castellan

Facultad de Ingeniería

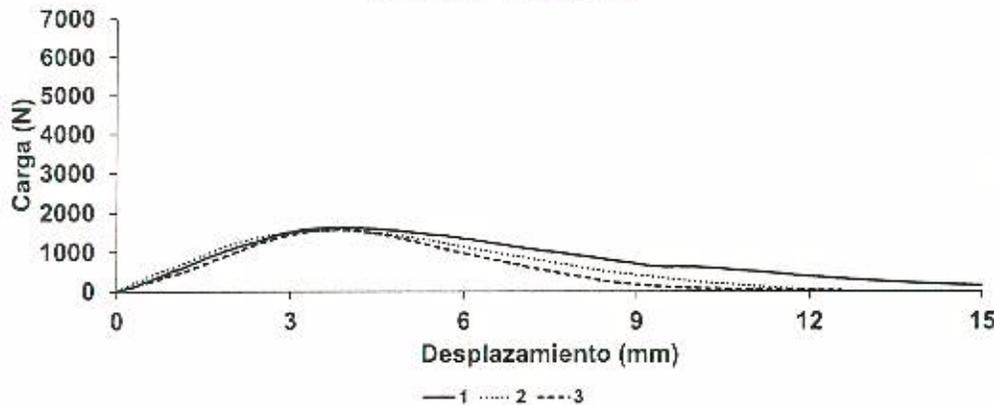
Cra 12 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557 NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MCF-20 RAP 100% RC1 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

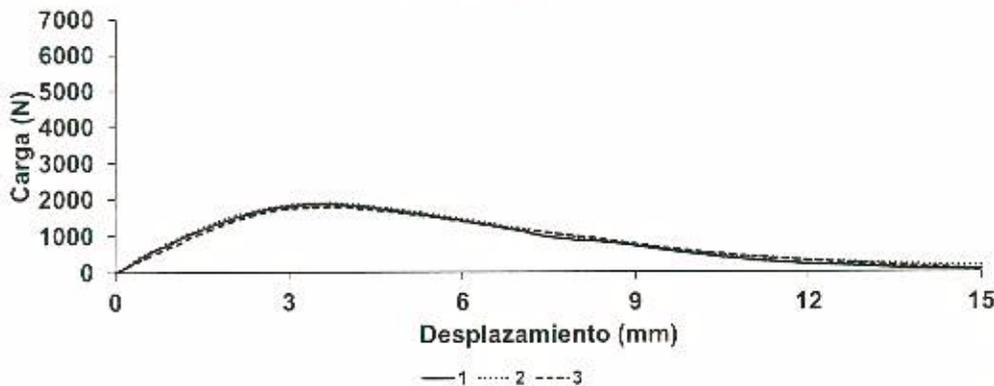
Tabla 1. Caracterización

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humeda	73.8	99.5	1231.7	5.3	1533.7	1416.4	88%
1	Seco	73.9	100.0	1231.2	5.1	1871.5	1612.2	
2	Humeda	73.8	100.0	1205.1	4.9	1560.0	1345.7	82%
2	Seco	73.8	99.5	1200.7	5.1	1901.0	1645.4	
3	Humeda	74.0	99.5	1204.6	5.0	1573.9	1360.8	88%
3	Seco	74.1	100.1	1205.7	5.0	1798.8	1545.9	

**MDF - 20 RAP 100% RC1 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 100% RC1 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO SECO**



RMV 4.33%

G_{max} 2.800

G_{max-10} 2.800

OBSERVACIONES:

Los equipos y Reactivos, mezcladora, compactador, probetas, báscula, etc. se mantienen a una temperatura de 50 ± 1°C, tanto de las probetas como de los equipos, para mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un rango de carga en la capa de mantillo, a ritmo lento de deformación y medida la carga con la misma velocidad de proceso.

Ejecutó: Franceth Justine Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

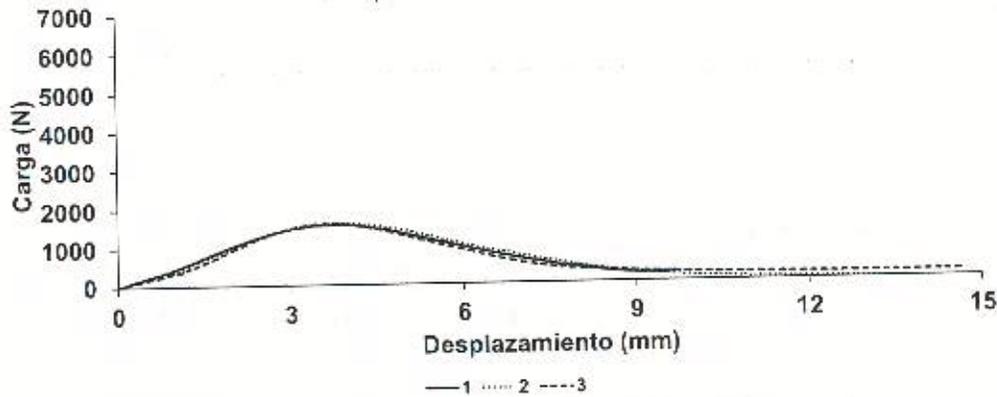
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC2 REJUVENECEDOR 1%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

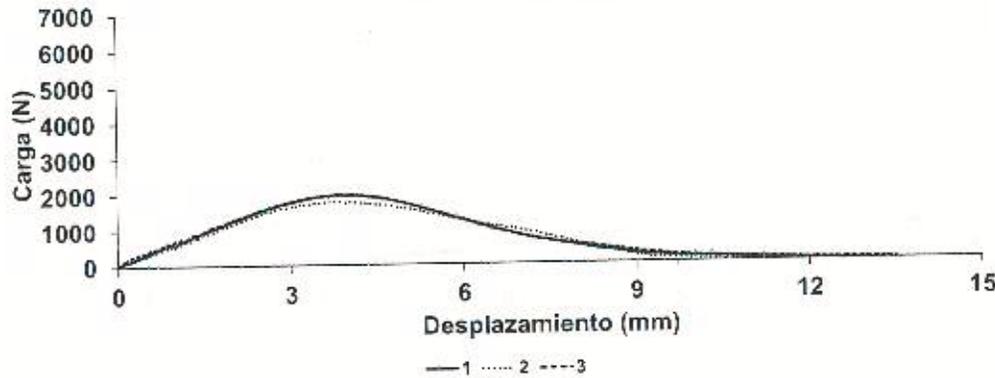
Tabla 1. Contabilidad

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.9	93.5	1159.7	5.1	1573.4	1363.9	81%
1	Seco	74.1	100.5	1209.2	5.0	1978.4	1691.2	
2	Humedo	74.1	99.7	1202.3	4.9	1603.5	1381.8	90%
2	Seco	73.8	100.3	1232.0	5.0	1795.2	1535.4	
3	Humedo	74.1	99.9	1205.0	4.9	1601.3	1377.1	80%
3	Seco	74.1	100.4	1204.5	5.1	2002.8	1713.8	

**MDF - 20 RAP 100% RC2 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 100% RC2 REJUVENECEDOR 1%
ESTADO SECO**



SVV: 4.518 G_{max}: 1.384 G_{min}: 2.384

OBSERVACIONES:

Los equipos de fabricación, mezclador, compactador giratorio, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua el cual permito mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un proceso de ensayo con el calor de mezcla (a misma tasa de deformación) medir la carga con la máxima precisión.

Ejecutó:	Franceth Justine Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justine Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de Investigación	Cargo:	Director Convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

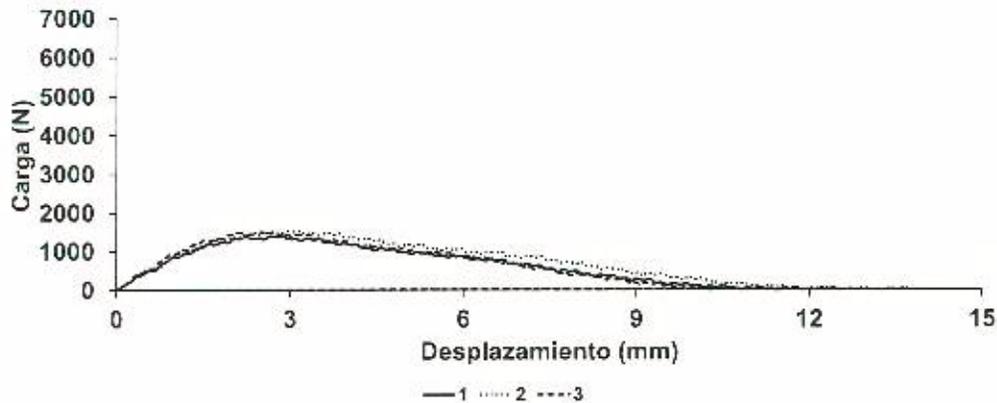
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6372557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

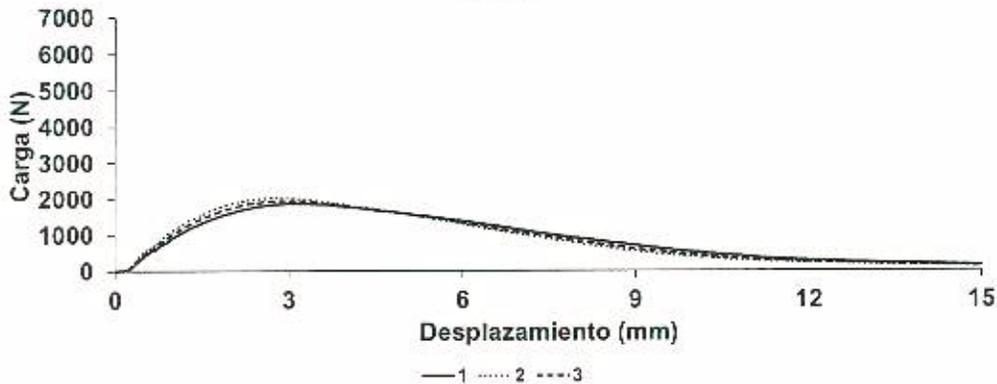
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	71.1	99.4	1204.1	5.0	1400.0	1725.0	75%
1	Seco	71.5	99.1	1194.0	5.0	1872.6	1635.0	
2	Humedo	73.1	99.2	1207.5	4.9	1540.0	1352.7	76%
2	Seco	73.7	98.6	1197.1	5.0	2028.6	1776.5	
3	Humedo	73.9	99.2	1202.2	5.0	1512.0	1313.9	77%
3	Seco	73.4	99.3	1189.3	5.0	1953.6	1704.7	

MDF - 20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



Ryv 4.55%

$R_{t,avg}$ 2.300

$G_{s,avg}$ 2.360

OBSERVACIONES:

Después de la compactación, se compactó la muestra de agua al 5% de humedad, se mantuvo a una temperatura de 60 ± 1°C, luego se agrió el 0.5% por hora y se mantuvo a una temperatura de 25 ± 1°C y un tiempo de carga de 48 horas para mantener la misma tasa de deformación y medir la carga con la misma o mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Castillo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

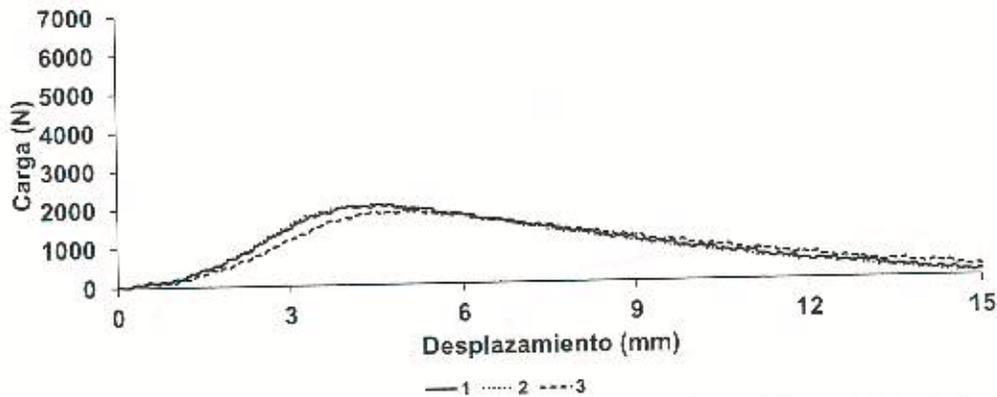
Cra 11 No. 101 - 80, Roque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, N.T. 802 225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

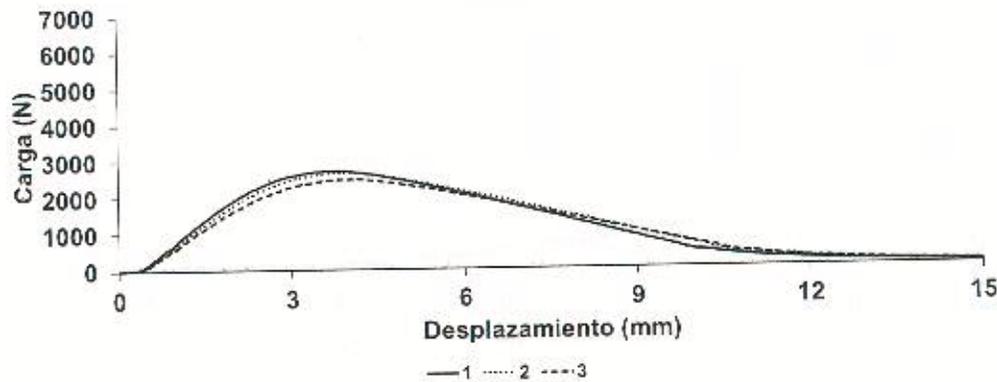
Tabla 1. Consolidada

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.5	99.7	1198.5	5.1	2058.8	1787.9	77%
1	Seco	74.0	100.2	1192.2	5.0	2714.9	2330.2	
2	Humedo	73.8	99.8	1201.1	4.9	2079.4	1795.5	
2	Seco	73.4	100.5	1188.4	5.0	2581.7	2298.4	
3	Humedo	73.6	99.8	1201.4	4.8	1854.1	1642.1	
3	Seco	73.5	100.1	1202.1	5.1	2475.4	2141.7	

MDF - 20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



σ_{ve} 4.51%

σ_{max} 2.384

σ_{res} 2.384

OBSERVACIONES:

En ensayos utilizados humed, mojado, compactado y RAP, como agua el cual permite mantener la temperatura de 20 ± 1°C, baño de agua el cual permite mantener una temperatura de 25 ± 1°C y un nivel de carga en las probetas de ensayo la rigidez de deformación y medida de carga con la misma mayor precisión.

Ejecutó: Franceth Justine Ed. Jairo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

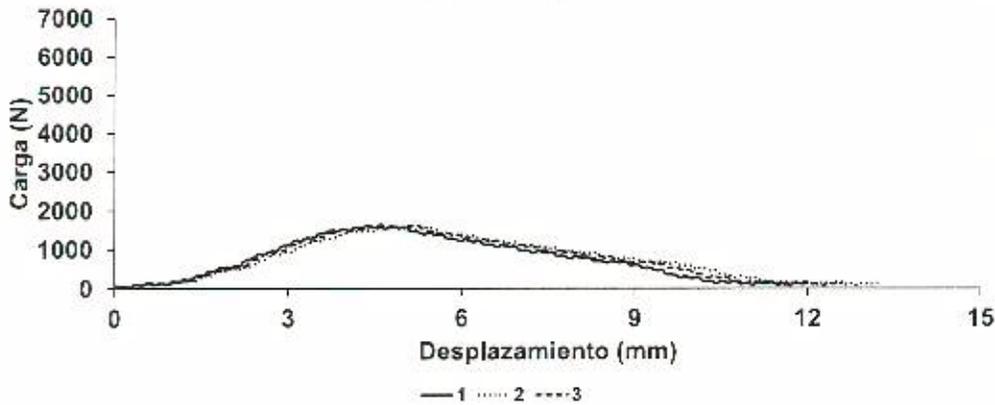
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1251, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

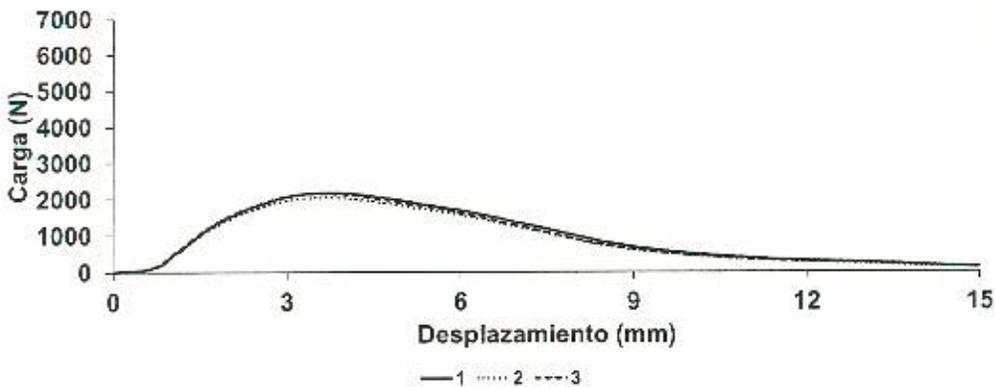
Tabla 1. Caracterización

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Vacios (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	73.2	99.1	1138.5	5.1	1526.9	1427.1	77.0%
1	Seco	73.5	99.7	1132.2	5.0	2178.6	1892.3	
2	Humedo	74.0	98.9	1101.5	4.9	1594.4	1385.4	
2	Seco	73.4	99.8	1192.4	5.0	2045.1	1781.9	
3	Humedo	73.6	98.8	1201.4	4.9	1643.2	1438.9	
3	Seco	73.9	100.5	1198.5	5.1	2157.0	1849.5	

MDF - 20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO HUMEDO



MDF - 20 RAP 100% REJUVENECEDOR 1.5% ESTADO SECO



R_{vv} 4.5% G_{max} 2.384 G_{max} 2.384

OBSERVACIONES:

Las especímenes fueron preparados, compactados y curados en agua a una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua a una profundidad de 25 ± 1°C y un tiempo de curado de 48 horas. Después de curar se mantuvo la misma tasa de deformación y velocidad de carga con la misma mayor velocidad.

Ejecutó:	Franceth Justo de la Jirga Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Franceth Justo de la Jirga Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

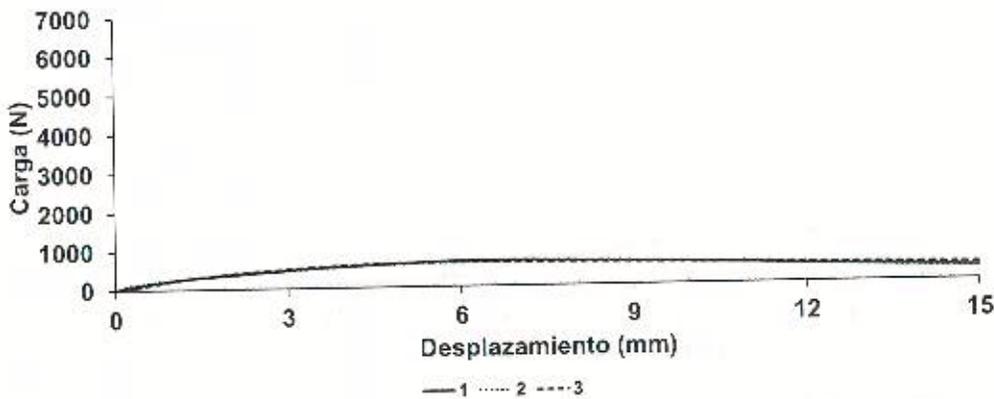
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1231, Fax: 1-6570557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC1 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

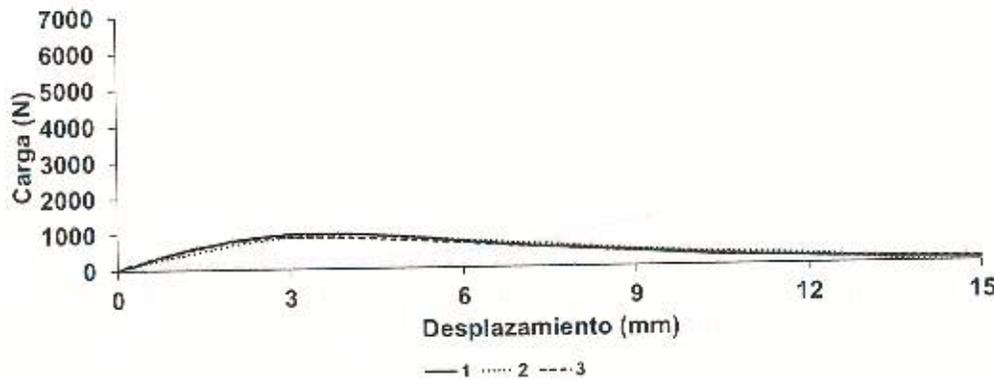
Tabla 1. Consolidado

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima [N]	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humedo	74.0	100.4	1203.0	5.0	658.3	564.1	67%
1	Seco	74.1	99.8	1195.5	5.1	984.8	847.8	
2	Humedo	73.8	100.2	1204.2	5.1	634.2	546.0	67%
2	Seco	74.0	99.8	1201.0	5.1	947.9	817.1	
3	Humedo	73.8	99.8	1205.5	4.9	625.8	539.3	70%
3	Seco	73.9	100.0	1204.4	4.9	892.4	758.8	

**MDF - 20 RAP 100% RC1 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 100% RC1 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO SECO**



Ww = 4.55% $R_{vol, w}$ = 2.309 $G_{vol, w}$ = 2.106

OBSERVACIONES:

Los equipos utilizados fueron: medidora, compactadora ratón, baño de agua a cual se hizo temperatura constante de 50 ± 1°C, baño de agua a cual se hizo temperatura de 25 ± 1°C y un marco de carga el cual es capaz de mantener la muestra caso de deformación y incidir a carga con la misma o mayor presión.

Ejecutó:	Francisco Justo Eduardo Castellanos	Revisó:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:		Firma:	
Nombre:	Francisco Justo Castellanos	Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	Auxiliar de investigación	Cargo:	Director convenio 469 de 2017



Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta INV E 725 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

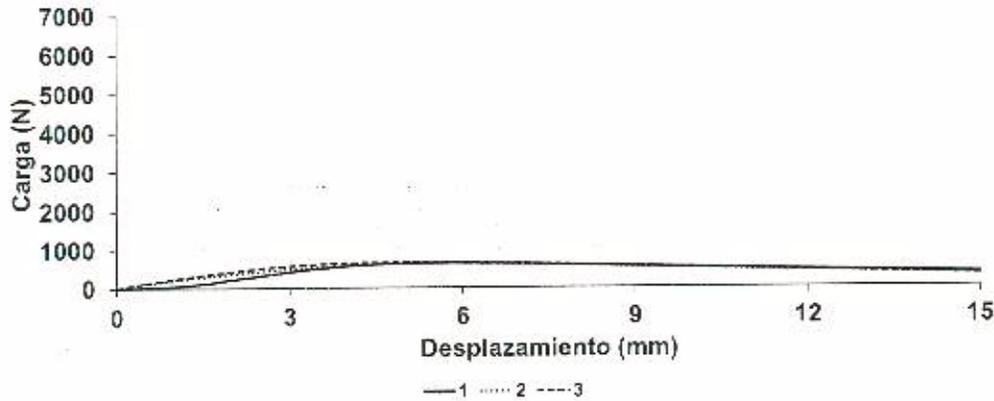
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE REC.BD:	Marzo 16 de 2018
MUESTRA:	MDF-20 RAP 100% RC2 REJUVENECEDOR 3%	FECHA DE ENSAYO:	Marzo 20 de 2018

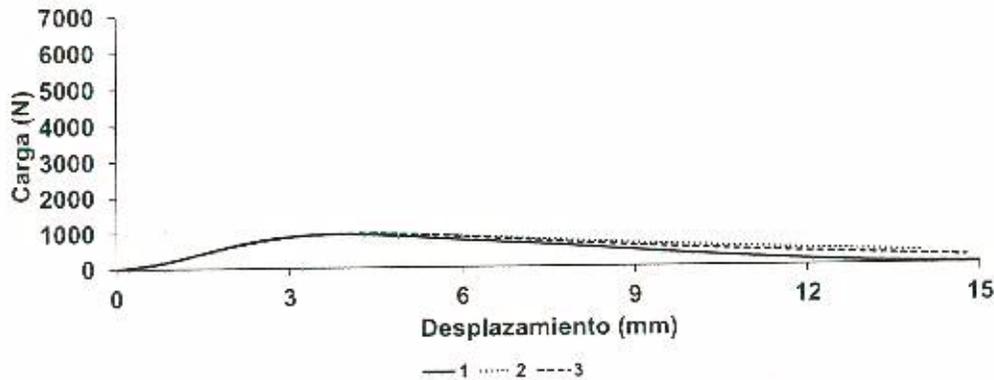
Tabla 1. Consorcio

Probeta	Estado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	vacíos (%)	Carga máxima (N)	RTI (kPa)	Resistencia Conservada (%)
1	Humeda	74.0	99.6	1705.4	4.9	529.5	543.7	67%
1	Seca	73.9	99.9	1198.8	5.0	945.2	815.1	
2	Humeda	73.9	100.4	1204.2	5.0	523.0	534.6	65%
2	Seca	74.1	99.8	1199.8	5.1	961.2	877.4	
3	Humeda	73.8	99.5	1201.1	5.0	547.3	561.7	67%
3	Seca	73.3	99.7	1201.4	5.1	964.5	833.2	

**MDF - 20 RAP 100% RC2 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO HUMEDO**



**MDF - 20 RAP 100% RC2 REJUVENECEDOR 3%
ESTADO SECO**



σ_{100} 4.23%

σ_{100-10} 2.04%

σ_{100-20} 2.44%

OBSERVACIONES:

Las espigas utilizadas fueron, inicialmente, compactadas en vacío, luego se preparó una muestra manteniéndola una temperatura de 60 ± 1°C, baño de agua a 100 ml permitiendo mantener una temperatura de 25 ± 1°C en un marco de carga a una tasa de compactación y masa la carga con la misma a mayor presión.

Ejecutor: Franceth Justine Eduardo Castellanos
Firma:
Nombre: Franceth Justine Castellanos
Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
Firma:
Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo: Director convenio 469 de 2017

ANEXO 12

Ensayos de laboratorio Deformación plástica

SOLICITUD: MEZCLA ASFALTICA TIPO UIMV

MULTITRA: CONVENIO 469 DEL 2017

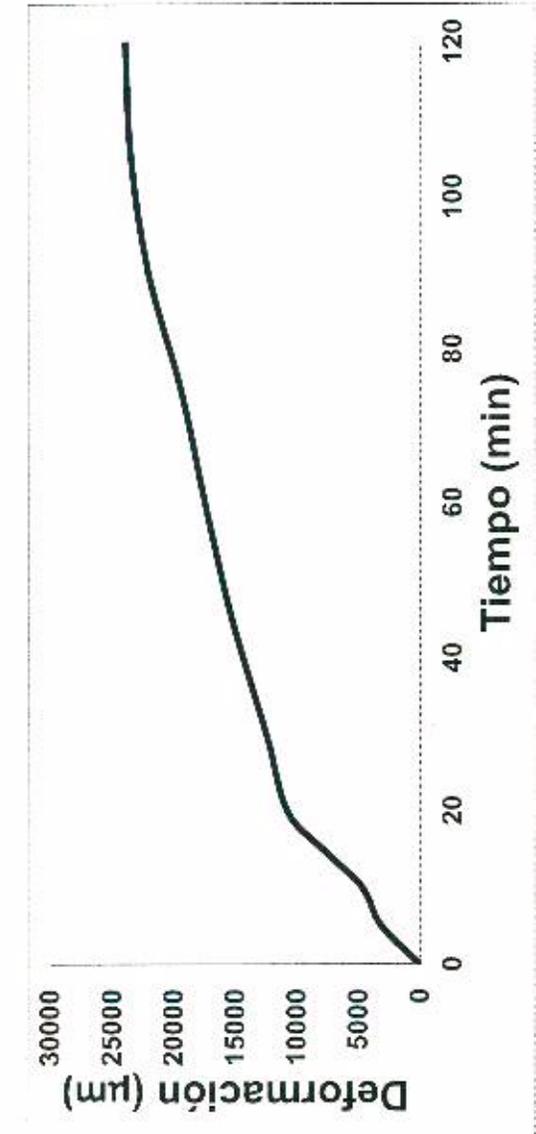
C/ra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: +573000000 ext. 1203, Fax: +57300557, NIT: 800 275 340-8.

FECHA DE FABRICACION: viernes, 11 de junio de 2018

FECHA DE ENSAYO: viernes, 5 de julio de 2018

MDE - 70

TIPO DE EMULSION: CR - 1



Deformación total al final del ensayo: 2995 µm

[V30/45] 187 µm/min [V75/90] 173 µm/min [V105/120] 171 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	<u>15</u> µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	<u>20</u> µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 100% y BEJUVENECEADOR 3% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UIMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m².

Revisó: 

Firmó: 

Nombre: FRANCISCO JOSÉ GARCÍA PARRAMONOS

Cargó: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PARRAMONOS

Revisó: OSCAR JAVIER ESPINOSA CHIBO

Firmó: 

Nombre: OSCAR JAVIER ESPINOSA CHIBO

Cargó: DIRIGENTE LABORATORIO DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y PUESTA DE LAS OBRAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA UMB-4
DE ESTACIÓN INDUSTRIAL UMBE 750-11



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá E. Bogotá D.T., Tel. 1 6502000 ext. 1791, Fax: 1 6370557 VIT. 500.225.340-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DEL 2017
RAP-100-0-0-03 ES PZ

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

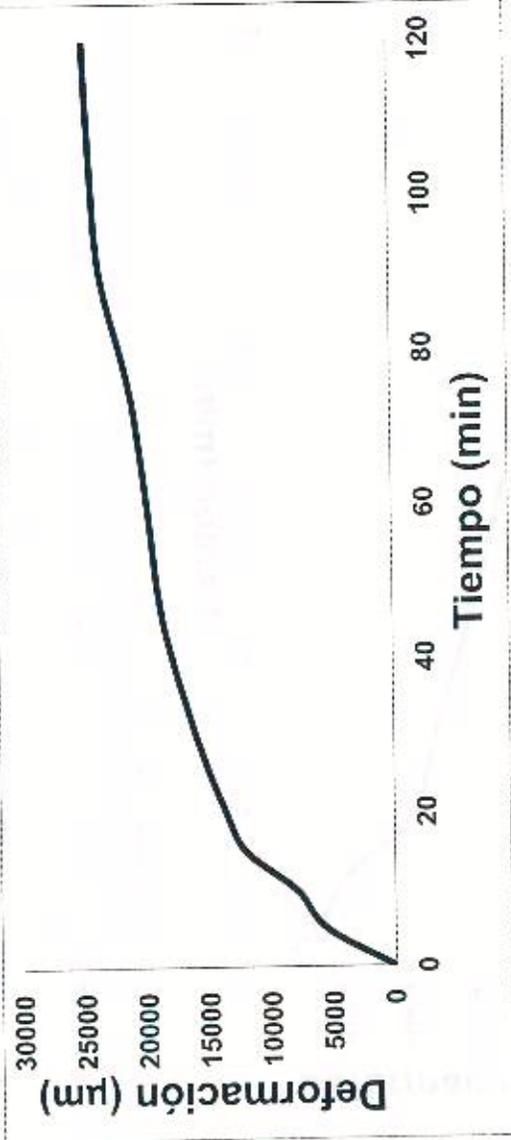
MIÉRCOLES 15 DE JUNIO DE 2016
VIERNES 5 DE JULIO DE 2016

MELCLA ASFÁLTICA TIPO UIMV

MDP - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CAL-1



Deformación total al final del ensayo

24600 µm

V30/45 175 µm/min

V75/90 155 µm/min

V105/120 31 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 30s a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

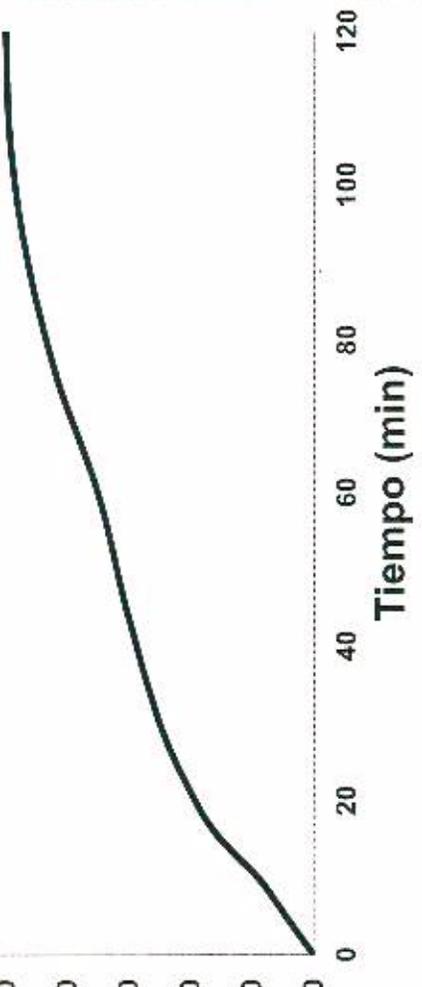
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDP-20 con contenido de RAP 100% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMY para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como la estipula la norma E-750. La presión de contacto fue de 990 kN/m².

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firmado: Justine Elyse Cortázar Torres
Nombre:
CARGO: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisado: José Javier Buitrago
Nombre:
CARGO: DIRECTOR ASISTENTE DE 1981 DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE ENGENNERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>																								
<p>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE ENGENNERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>																										
<p>SOLICITUD:</p>	<p>MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV</p>	<p>MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV</p>																								
<p>MAUESTRA:</p>	<p>MDF: 70</p>	<p>TIPO DE EMULSION: CIL-1</p>																								
<p>CONVENIO 469 DE 2017</p>	<p>FECHA DE FABRICACION: 11 de junio de 2018</p>	<p>FECHA DE ENSAYO: 11 de junio de 2018</p>																								
<p>RAPID 66 C 43 E2 P1</p>	<p>REF: 800 735 540-R</p>	<p>REF: 800 735 540-R</p>																								
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> <p>Deformación total al final del ensayo: 25092 µm</p> <table border="1" data-bbox="990 693 1201 1575"> <tr> <td>V10/45</td> <td>183 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>160 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>25 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> </tr> </table> </div>			V10/45	183 µm/min	V75/90	160 µm/min	V105/120	25 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire >24°C						Valor para temperatura media anual del aire <24°C					
V10/45	183 µm/min	V75/90	160 µm/min	V105/120	25 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire >24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire <24°C																										
<p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el taller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el libro para la mezcla MDF-20 con contenido de RAV 100% y BLENDEADOR 3% con amulsión LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo establece la norma L. 756. La presión de contacto fue de 400 kN/m².</p> <p>OBSERVACIONES:</p> <p>Revisó:  Firmó:  Nombre: FRANCISCO JOSÉ ESPINOSA BALLESTEROS Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN GEOTECNIA</p> <p>Revisó:  Firmó:  Nombre: OSCAR JAVIER REYES DÍAZ Cargo: DIRECTOR LABORATORIO DE ENGENNERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>																										



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE LOS MECLOS ESPANTADOS SUDAN 1. LA ETIQUETA
DE NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN INV-756-11



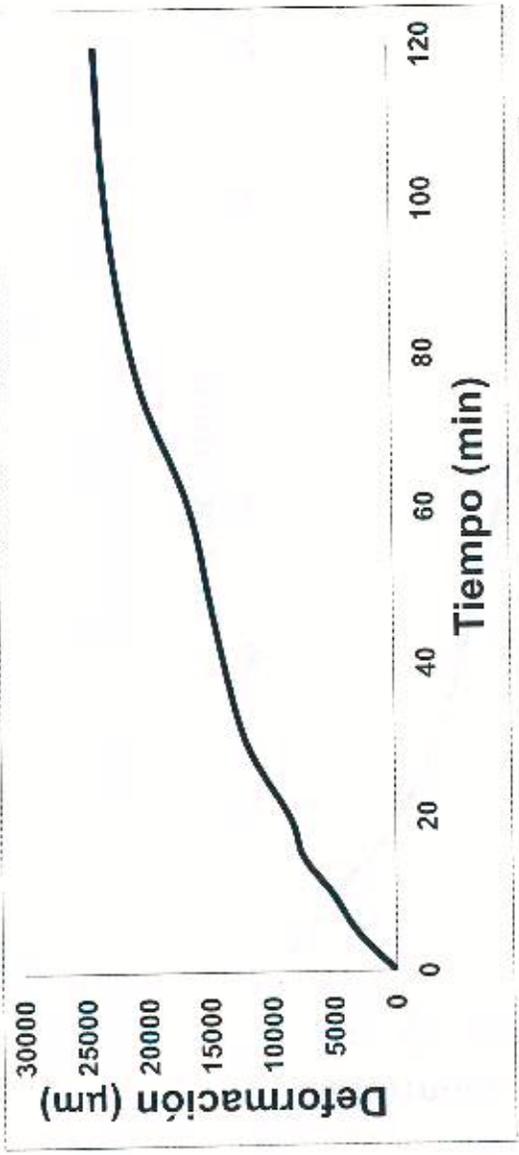
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnias

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8
 CONVENIO 469 DE 2017
 BAPTISTO BARRERA S4-103

Jueves, 11 de junio de 2018
 10:00 AM

FECHA DE FABRICACIÓN:
 FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW
 MDF - 20
 TIPO DE EMULSION
 CRL-1



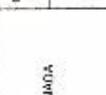
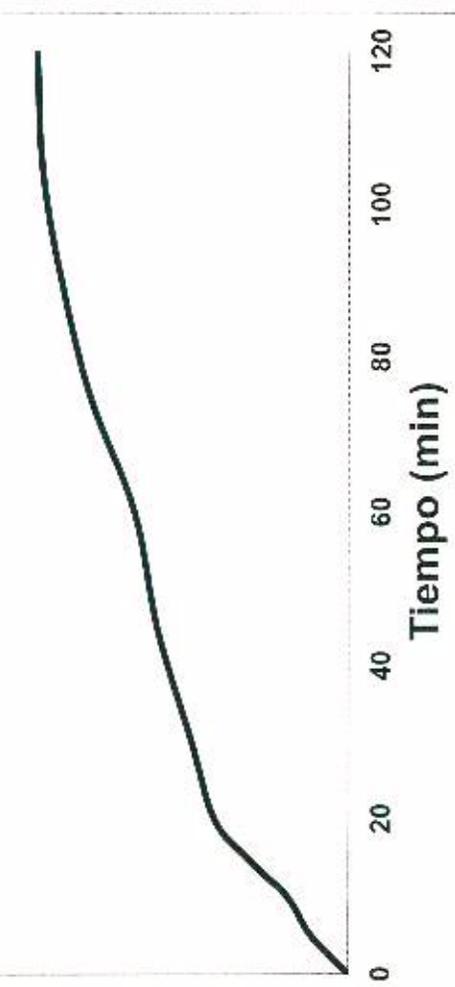
Deformación total al final del ensayo 23794 µm

V30/46 150 µm/min V75/90 130 µm/min V105/120 95 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tollo compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 6.0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionados por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 40°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Observaciones:
 Firmado:
 Nombre: FRANCIS JUSTINO BARRERA BALECEROS
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS
 Revisó:
 Firmado:
 Nombre: OSCAR JAVIER REYES OJEDA
 Cargo: OFICIAL EN COMPETENCIA DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PLUS VALOR DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA RPA RF INSTRUCCIÓN ADMINISTRATIVA 756-13</p>	 <p>Grupo de Investigación Genética</p>						
<p>Cito 31 No. 103 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6370552 INT. 800.225.370-8</p>								
<p>SOLICITUD: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 RAPIDOCOR-CL-92</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>						
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNV</p>								
<p>MDF: 20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN</p>	<p>GRUPO</p>						
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>30000 25000 20000 15000 10000 5000 0</p> <p>Deformación (µm)</p> </div> <div style="flex: 2; text-align: center;">  <p>Deformación total al final del ensayo: 25340 µm</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>187 µm/min</p> <p>775/90</p> <p>156 µm/min</p> <p>9205/120</p> <p>29 µm/min</p> </div> </div> <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%;"> <tr> <td>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> <td>35 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> <td>20 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> <td>20 µm/min</td> </tr> </table>			Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	35 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	35 µm/min							
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min							
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min							
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDSE-20 con contenido de RAP 100% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión LENTO proporcionado por la UNV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 50°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 950 kN/m².</p> <p>Revisó:  Firmó: Francisco Justino López Castellanos Ballesteros Nombre: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN POSGRADUADOS Cargo:</p> <p>Revisó:  Firmó: Oscar Iván Hoyos Ortiz Nombre: DIRECTOR GENERAL DE I+D+D Cargo:</p>								



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

PROYECTO DE ASISTENCIA A LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS VECES EN ALTA ESCALA MEMORIA DE PIEZA
DE ESTUDIO: MDS-2018-01-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



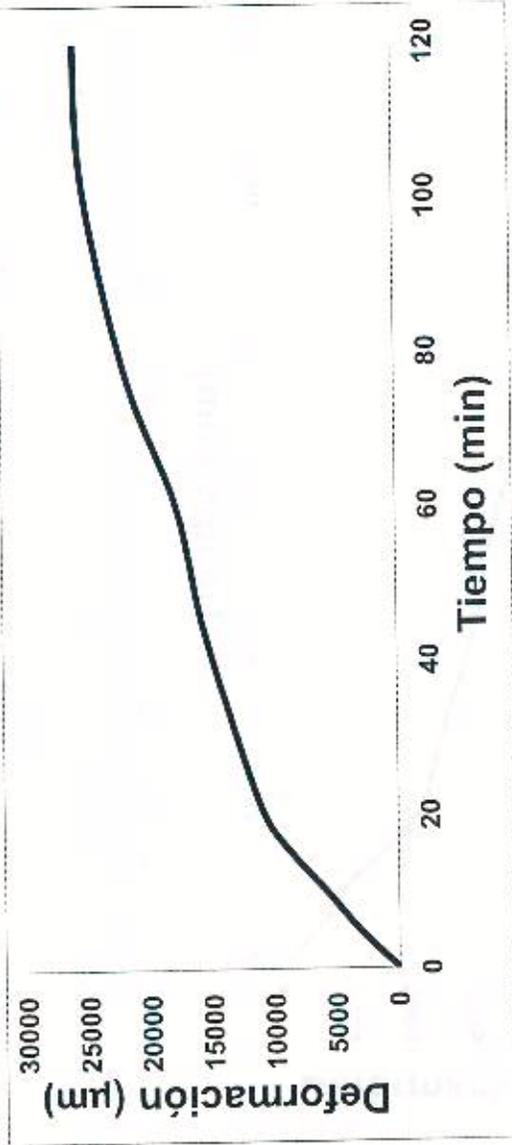
Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1201, Fax: 1 6370227, NIT: 860.725.340 8

lunes, 11 de junio de 2018
miércoles, 4 de julio de 2018

CONVENIO 469 DEL 2017
R4P-2018-08-0-RE-EL-91

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MUESTRA: MIECMA ASFÁLTICA TIPO UMW MDR - 20 TIPO DE EMULSIÓN: CR-1



Deformación total al final del ensayo: 25716 µm

V30/45: 197 µm/min

V75/90: 160 µm/min

V105/120: 24 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 x 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 23°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDR-20 con contenido de RAP 160% y REUNIVENEEDOR 3% con emulsión LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

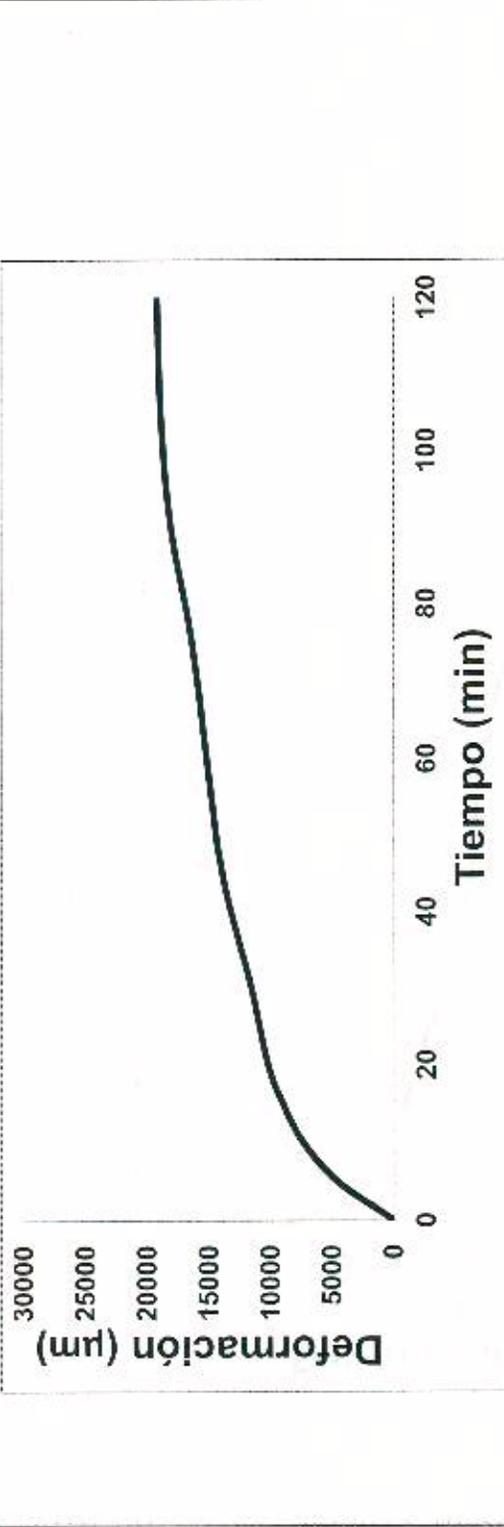
Locutor:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francoeur Julián Patiño Castellanos
Asistente de Investigación Pavimentos

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Óscar Javier Rodríguez
DIRECTOR LABORATORIO DE GEOTECNIA

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE INGENIERÍA CIVIL Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN DE ENSAYO DE PAVIMENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMYV</p>	<p>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE INGENIERÍA CIVIL Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>
<p>Cra 11 No. 203 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: 1-5500000 ext. 1291, Fax: 1-6370657, MT. 806.275.340-8</p>		
<p>SOLUCIÓN: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 459 DEL 2017 RAP: DD-86.D-SLS-E2-FS</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>
<p>MELZCLA ASFÁLTICA TIPO UMYV</p>		
<p>MDF - 20</p>	<p>MDP - 20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN: CBL 1</p>



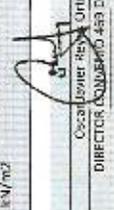
Time (min)	Deformation (µm)
0	0
20	~2000
40	~8000
60	~15000
80	~22000
100	~26000
120	~28000

Deformación total al final del ensayo	28002 µm
V30/95	156 µm/min
V75/90	115 µm/min
V120/120	20 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller-compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y RELUVENEDOR 1,5% con emulsión S205 de ROMPIMENTO LENTO preparado por la UMYV para el desarrollo del CONVENIO 459 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como se estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

<p>Revisó:</p>  <p>Francisco Javier Restrepo Castellanos Ballesteros Nombre: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS Cargo:</p>	<p>Revisó:</p>  <p>Oscar Javier Restrepo Ortiz Nombre: DIRECTOR ACADÉMICO 459 DE 2017 Cargo:</p>
---	---



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN POR AFILICIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRUEBA
DE TRAYE DE LASERBAUMO INV E-756 - 11



Laboratorio de Ingeniería Civil Geotécnica

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque 7, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1191, Fax: 1-6370557 MT. 800.325.340-R

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAP-100 B50/RL-5E2-29

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

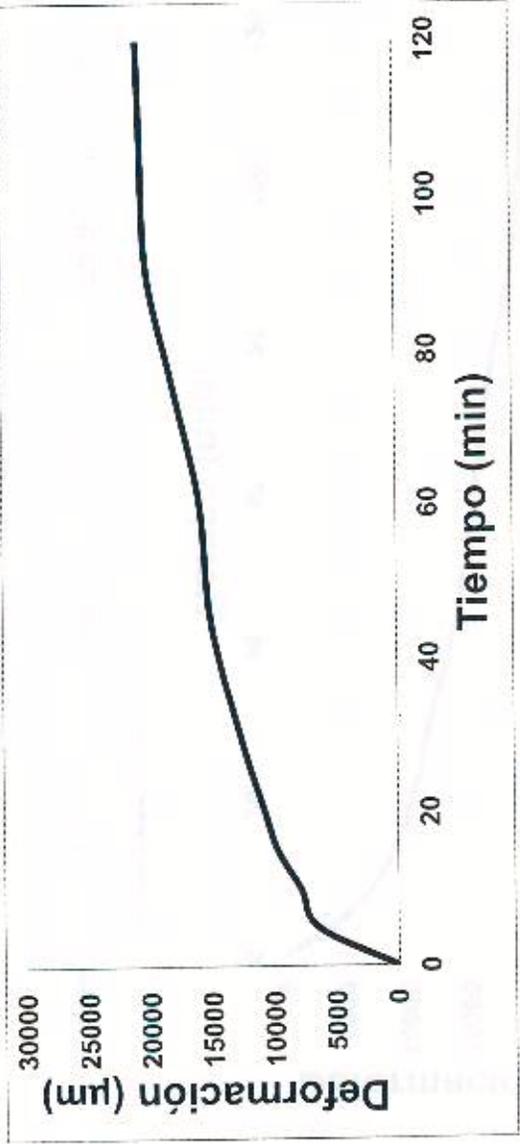
viernes, 8 de junio de 2017
miércoles, 3 de julio de 2015

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MOD - 70

TIPO DE EMULSIÓN

CR. 1



Deformación total al final del ensayo 20710 µm

V20/45 136 µm/min

V75/90 141 µm/min

V105/120 20 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roler compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MOD-20 con contenido de RAP 100% y REEMPLAZADOR 1.5% con emulsión B08 de ROMPLIMIENTO LENTO autorizada por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m²

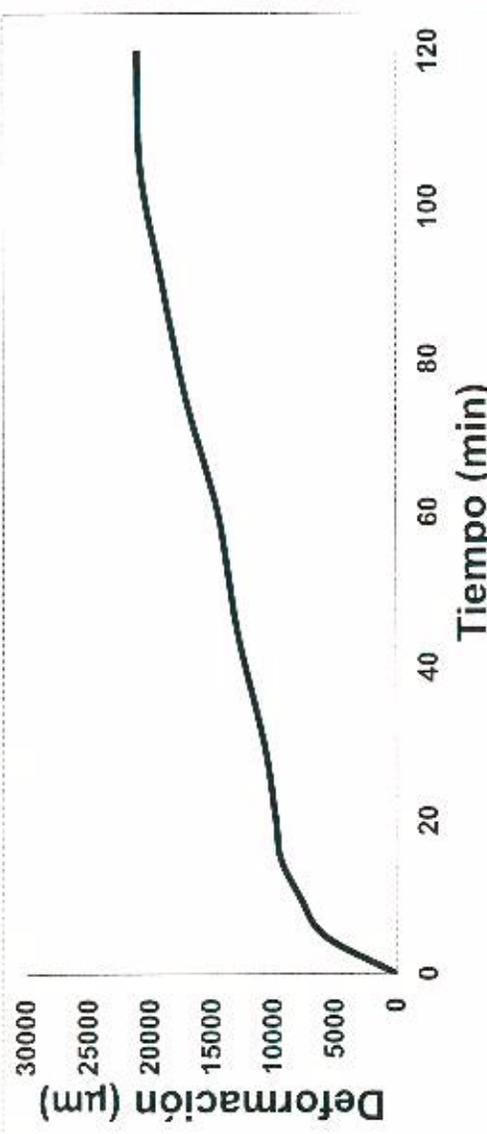
OBSERVACIONES:

Leído:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS Y SERVICIOS Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia	 Grupo de Investigación Geotecnia
Cra. 13 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: 3-6200000 ext. 1291, Fax: 3-6370557, NIT: 800.225.540-8		
SOLICITUD: MUESTRA:	CONVENIO 469 DE 2017 PAF-2004-ES-DHRU-542-PI	viernes, 8 de junio de 2018 martes, 3 de julio de 2018
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV		
		MDT - 20
		TIPO DE EMULSIÓN CR. 1



Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	19 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	125 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	130 µm/min

Deformación total al final del ensayo: 28037 µm

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min

Valor para temperatura media anual del aire >24°C

Valor para temperatura media anual del aire <24°C

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roter compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDT-20 con contenido de RAP 100% y REJUVENECEDOR 1,5% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-756, la presión de contacto fue de 300 kN/m².

Firmado:  Francisco Espinoza Castellanos Salazar ASESOR DE INGENIERÍA EN PAVIMENTOS	Revisó:  Oscar Iván Reyes Ortiz DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO
---	--



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN AJUSTADA DE LOS MEZCLADOS ASFÁLTICOS MEDIANTE LA PÉD.
DE FLEXIÓN EN AMPLIACIÓN DE 1 - 256 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Genética



Cra 11 No. 103 - 80, Bogotá D.C., Tel: 3-6200000 ext. 1291, Fax: 3-6270057. NIT: 800.275.340.8

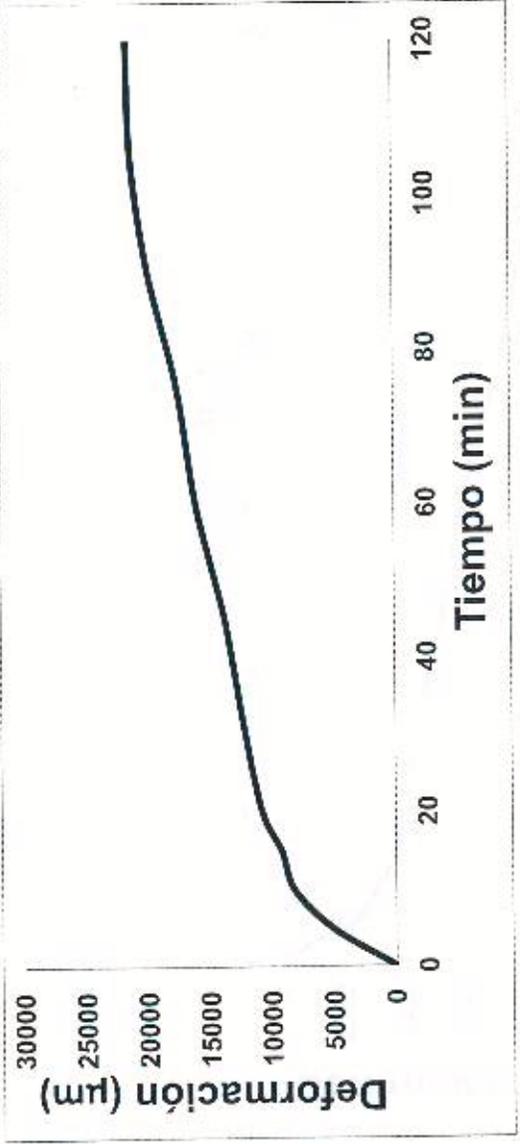
viernes, 8 de junio de 2017
lunes, 2 de julio de 2017

CONVENIO 469 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN:
RFP 100 66/940.5-1-1-13
FECHA DE ENSAYO:

SUBCUESTO:
MUESTRA: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF - 20

TIPO DE EMULSIÓN: C31-1



Deformación total al final del ensayo: 25007 µm

V70/45: 109 µm/min

V75/90: 153 µm/min

V105/120: 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 x 120 minutos, µm/min: 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire +24°C: 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire +25°C: 20 µm/min

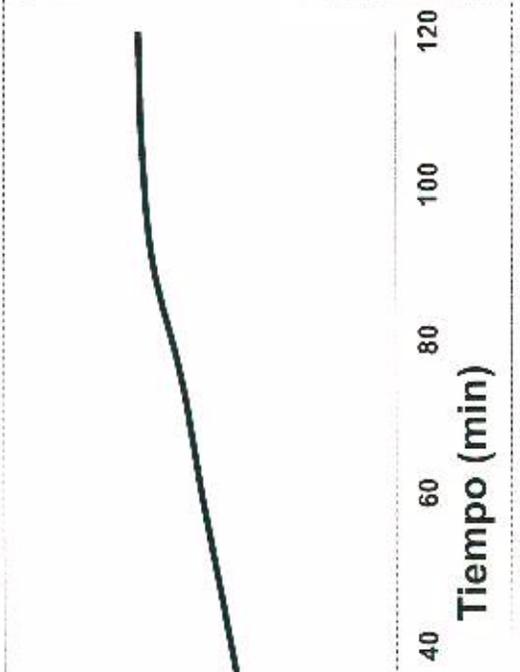
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compacter. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y BEJUNECEDOR 3,5% con emulsión 5,0% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m²

Firma: Francisco Justino Ceballos Ballesteros
Nombre: FRANCISCO CEBALLOS BALLESTEROS
Cargo: AUXILIAR DE SERVICIOS TÉCNICOS EN PAVIMENTOS

Firma: Oscar Iván Reyes Ortiz
Nombre: OSCAR IVÁN REYES ORTIZ
Cargo: DIRECTOR GENERAL 469 DE 2017

Observaciones:

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>CONCORDIA RESOLUCIÓN A LA DEBERACIÓN PÚBLICA DE LAS MEDIDAS RESOLUCIONES MEDIANTE LA FIRMA de Ricardo Rodríguez 0011-76-13</p>	 <p>Grupo de Investigación Civil</p>
<p>Car II No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1 8500000 ext. 1291, fax: 1 6370557. NH: 800.225.340-8</p>		
<p>SOLUCIÓN: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 RAP-100 15/0-14.3-12</p>	<p>FECHA DE FABRICACION: ECC IVA DE ENSAYO:</p>
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>		
<p>MDF: 20</p>	<p>TIPO DE EMULSION:</p>	<p>UMV-1</p>



Tiempo (min)

Deformación total al final del ensayo: 20931 µm

V30/45	123 µm/min	V75/90	156 µm/min	V105/120	20 µm/min
--------	------------	--------	------------	----------	-----------

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF 20 con contenido de RAP 100% y REUVENECEDOR 1.5% con emulsión 6.0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-755. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Elaboró:	Rodrigo
Firmó:	
Nombre:	Francisco Jiménez Cárdenas Espinosa Ballesteros
Cargo:	ALUMNOS DE INGENIERIA CIVIL UNPAM-UMV

Revisó:	
Nombre:	Oscar Javier Reyes Ortiz
Cargo:	DIRECTOR COMITÉ 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Laboratorio de Ingenierías Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá F, Bogotá D.C., Tel.: 5000000 ext. 3291, Fax: 45370557 - MT: 800.225.240-9

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DEL 2017
RAP100-5E-C-B1.S-E1.P1

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

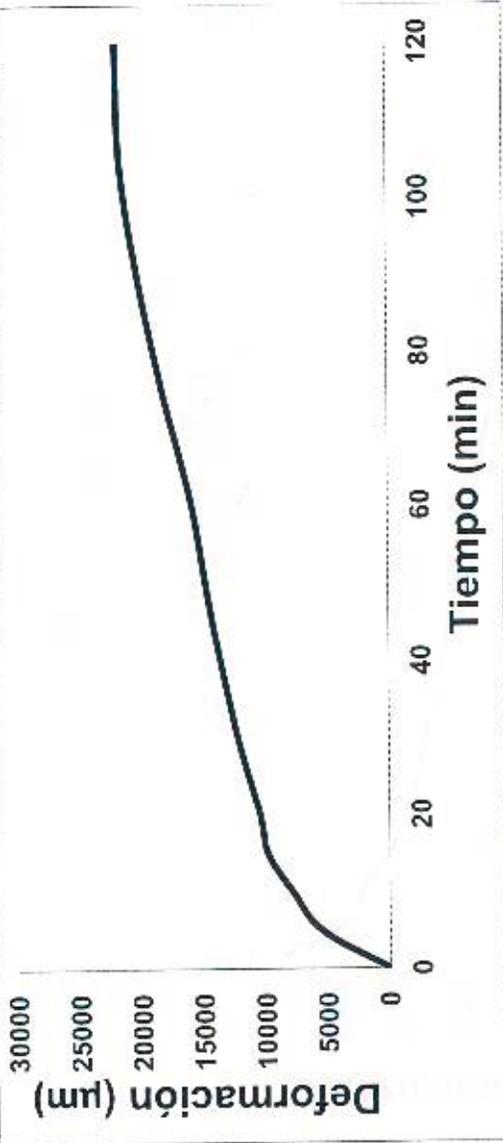
viernes, 8 de junio de 2018
lunes, 2 de julio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MDF: 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR1.1



Deformación total al final del ensayo

21821 µm

V30/45 135 µm/min

V75/90 137 µm/min

V105/120 19 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C 15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C 20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por inyección de la mezcladora y el taller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 100% y REJUVENECEDOR 1.5%, con emulsión 5.0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionados por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INstituto de Investigación y Desarrollo de las Ciencias Exactas, Físicas y Químicas
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS EXACTAS



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geniería

Cra 11 No. 201 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1251, Fax: 1 6370557 - N.I. 800.225.2018

SOLICITUD:
MUESTRA

CONVENIO 469 DE 2017
RAPIDO B6.0 R1 E2 P9

FECHA DE FABRICACION:
FLUJA DE ENSAYO

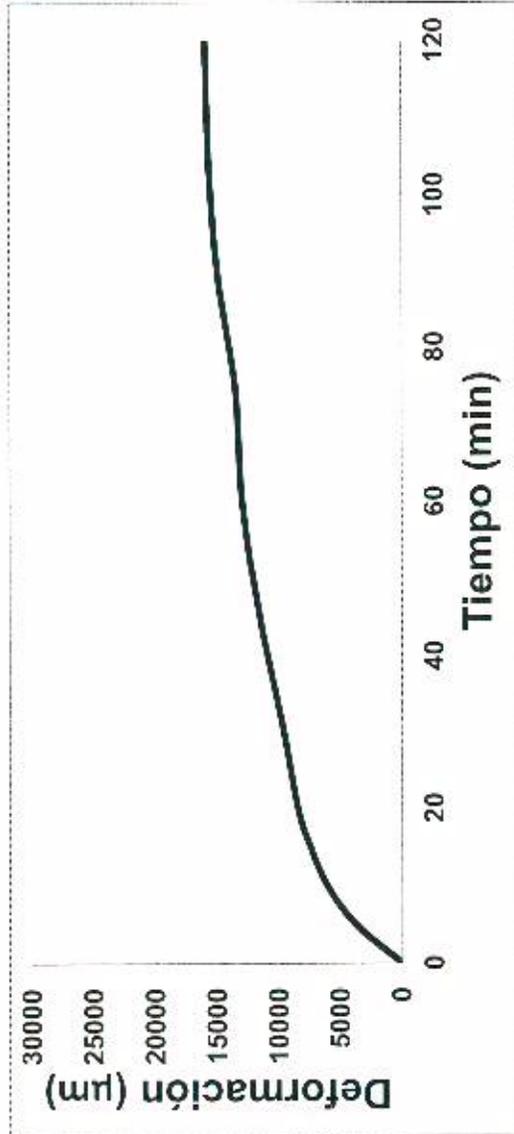
Jueves, 21 de mayo de 2018
Viernes, 26 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF: 20

TIPO DE EMULSION

CR-1



Deformación total al final del ensayo

15982 µm

175 µm/min

95 µm/min

1005/220

19 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 25°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

Observaciones

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollover compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y REJUVENECEDOR 1% con emisión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo de CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 20°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Escuela:
Ferre:
Nomarc:
Cargor:

Revisó:
Franceth Justiza Luján; Catalina Salas
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PARAMÉTRICAS

Revisó:
Escar Justiza Reyes Ortiz

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

CENSO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO (1) - 76 - 11



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel. 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6570557, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
BAP100-55.0.8.1 E2 P2

Jueves, 11 de mayo de 2018
viernes, 29 de junio de 2018

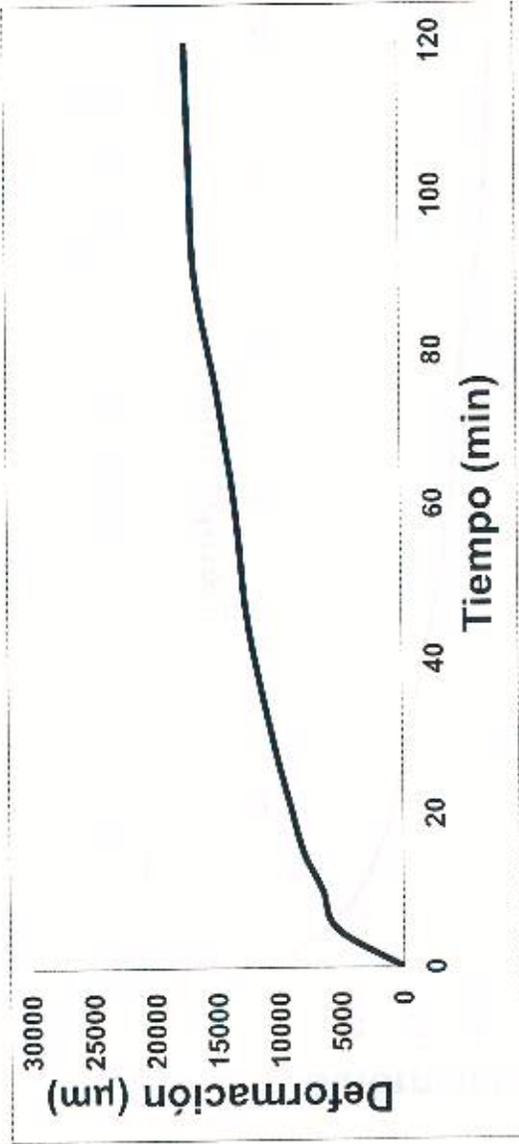
LÍNEA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UIMV

MDF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

UHL-1



Deformación total al final del ensayo

17195 µm

V30/45

175 µm/min

V75/90

116 µm/min

V105/120

79 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactar. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de BAP 100% y REJUVENECEDOR 2% con emulsión 6,0% de ROMPIEIMIENTO LENTO proporcionado por la UIMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-754. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Elaboró:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA TIRA
DE ENSAYO DE LABORATORIO Nº 1 - 25 - 15

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 int. 1591, Fax: 1-6370557 - NT: 800-775-340-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO SUB-DL 2017
RAP 100-ESUR-1-E-1

JURADO: 20 de mayo de 2018
viernes, 29 de junio de 2018

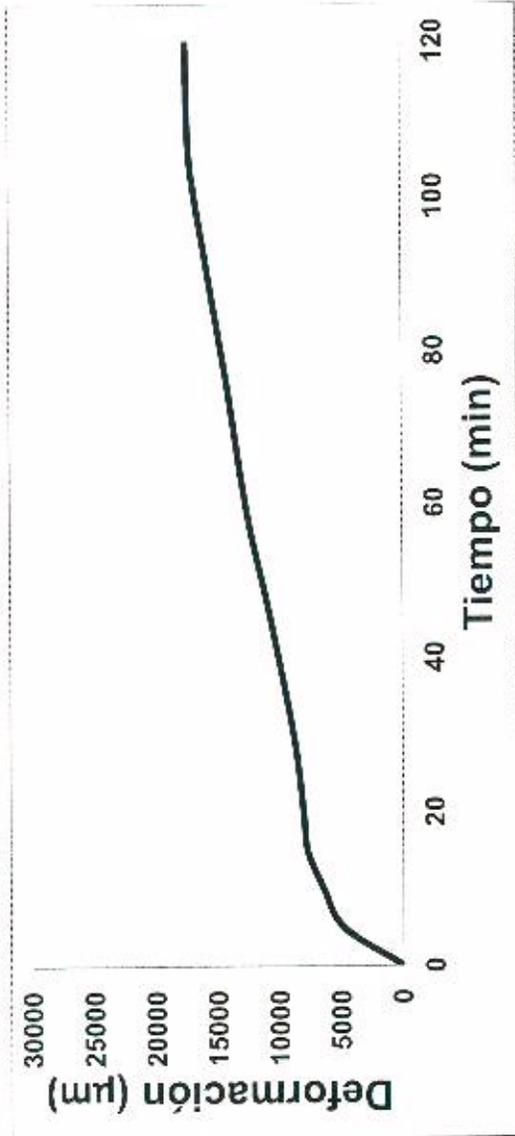
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF: 20

TIPO DE EMULSIÓN

UMV-1



Deformación total al final del ensayo:

17412 µm

V30/45

174 µm/min

V75/50

304 µm/min

V105/120

19 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	19 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 25°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 20°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La resaca de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF 20 con contenido de RAP 100% y REUVENEADOR 3% con emulsión 6,0% de BOMPIMENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Escrito:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francisco José Pineda Castellanos
Auxiliar de Investigación Pavimentos

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Darel Villacortino
DIRCC VILLACORTINO 060 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

POSICIÓN DE REFERENCIA LA DETERMINACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS DE ALUMBRADO EN LA PISTA DE ENSAYO DE INSTRUMENTACIÓN Nº 1-299-12
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



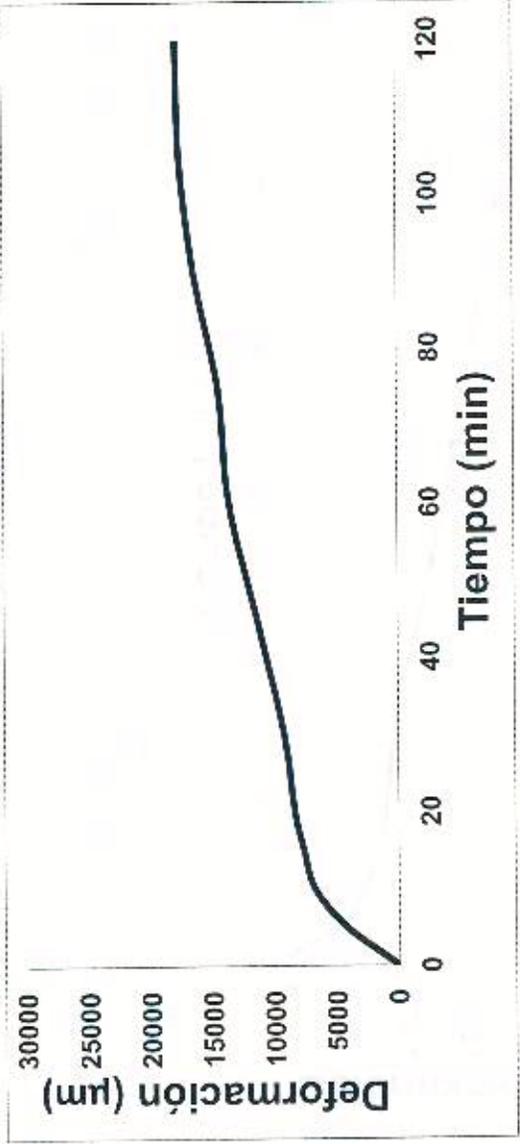
Cra 31 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6570000 ext. 1791, Fax: 1-6570551. Nit. 890.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
MUESTRA: 9001001003403-E1-299

FECHA DE FABRICACIÓN: viernes, 21 de mayo de 2018
FECHA DE ENSAYO: jueves, 28 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV M21 - 20

TIPO DE ENVOLCIÓN: CRU-1



Deformación total al final del ensayo: 27756 µm

VR0/AS: 143 µm/min VR5/90: 127 µm/min VR105/120: 10 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el colier compactar, la fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla M21-20 con contenido de RAP 100% y REEMPLAZADOR 3% con emisión 5,0% de BOMBAMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el testarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Ficudo: Francisco José Estrella Ballesteros
Firma: [Signature]
Nombre: FRANCISCO ESTRELLA BALLESTEROS
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó: [Signature]
Firma: [Signature]
Nombre: Oscar Jaimes Reyes Ortiz
Cargo: DIRECTOR GENERAL UMV DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A DEFORMACION PLASICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS
DE ENAYO DE LABORATORIO INT - 752 - 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 3-6500000 ext. 1791, Fax. 1-5572557. Nit. 900.225.309-9

SUBCUIDAD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RMP100-EG-04-ET-EP2

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

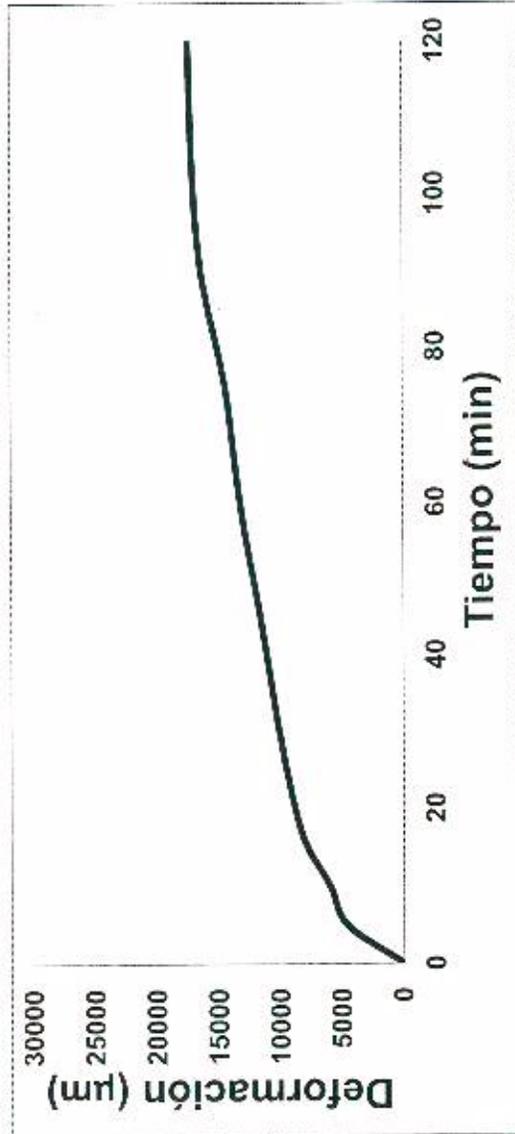
MIÉRCOLES 21 DE JUNIO DE 2017
JUEVES 22 DE JUNIO DE 2017

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV

MOD : 20

TIPO DE EMULSION

CRI-1



Deformación total al final del ensayo

17863 µm

V30/45

100 µm/min

V75/90

129 µm/min

V105/120

18 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min

15 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire 24°C

Valor para temperatura media anual del aire 24°C

CONCLUSIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MOD-20 con contenido de RMP 100% y REJUVENECEDOR 1% con emulsión 60% de BOMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 KN/m².

Especialista:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francisco José Fajardo Arístides Balcázar
ALCALDIA DE JAVES FIGUEROA PAVIMENTOS

Revisor:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oscar Jairo Torres Cortés
DIRECTOR COMITÉ ASESOR DEL 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

RESUMEN RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE ASFALTOS ASFÁLTICOS MUEBLES Y LA OETA
DE INGENIEROS DE LABORATORIO INV. 4 - 2018

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 33 No. 301 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6550000 ext. 1293, Fax: 1-6370557 INT. 800-225-340-8

lunes, 21 de mayo de 2018
jueves, 28 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

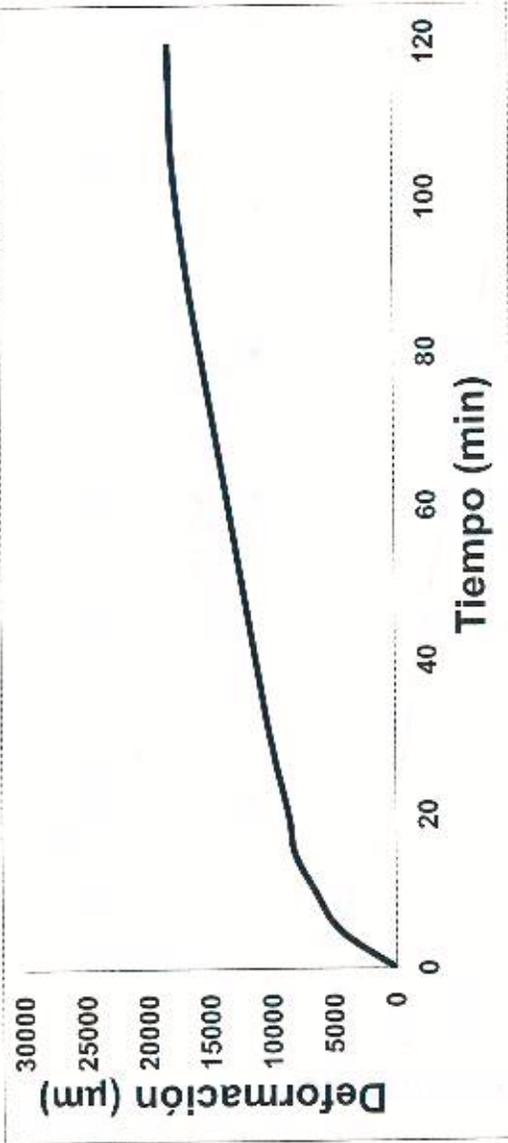
MDT - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR1-1

CONVENIO 469 DE 2017
RUP-300-16340-E-1-15

FFC-A DE FABRICACIÓN:
FLICIA DE ENSAYO:



Deformación total al final del ensayo 28.000 µm

112 µm/min

119 µm/min

108 µm/min

15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDT-20 con contenido de RAP 100% y BLENDEADOR 1% con emulsión LENTO de BOMBIENTO LENTO apropiadamente por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-256. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Quiébralo:
Firma: 
Nombre: FRANCISCO JUSTINO RODRÍGUEZ CASTELLANOS
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN - MATERIAS

Revisó:
Firma: 
Nombre: OSCAR IVÁN ÁLVAREZ ORDOÑEZ
Cargo: DIRECTOR LABORATORIO 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN PRÁCTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRISTA
DE ENSAYO DE LASERES (OMG) INVE - 75 - 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Te. 1-6500000 ext. 2951, Fax: 1-6578557. BIT: B01.225.340-3

SOLICITUD:
MULTIMA:

CONVENIO 469 DE 2017
R0975-E5-2-16-12-93

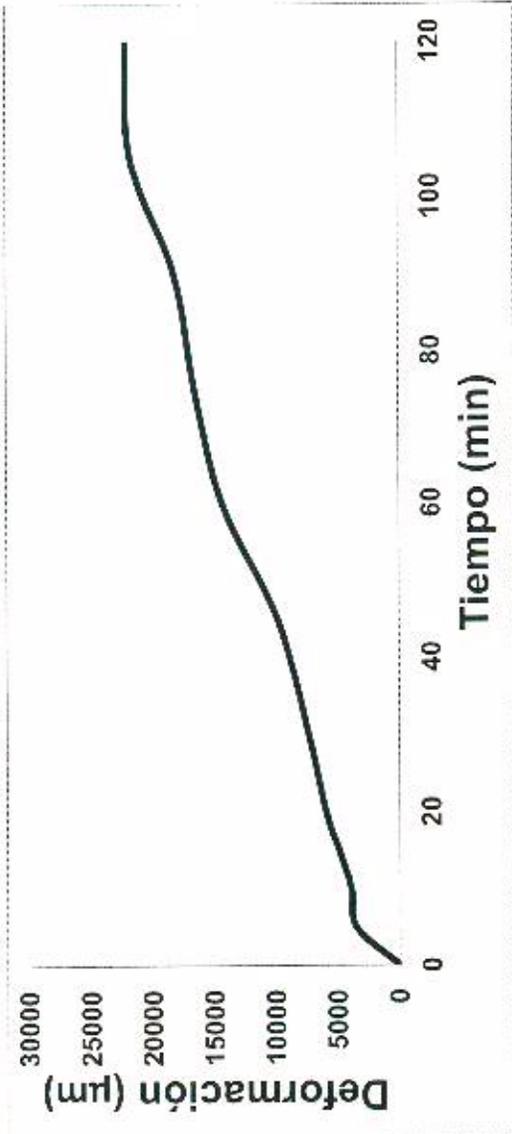
FECHA DE EMISIÓN:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE VIGENCIA:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY

M31 + 20

TIPO DE EMULSION

OM-1



Deformación total al final del ensayo

27000 µm

V30/45 168 µm/min

V75/90 108 µm/min

V105/120 76 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >34°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rolador compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla M31-20 con contenido de RAP 75% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO preparado por la UMY para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue 900 kN/m².

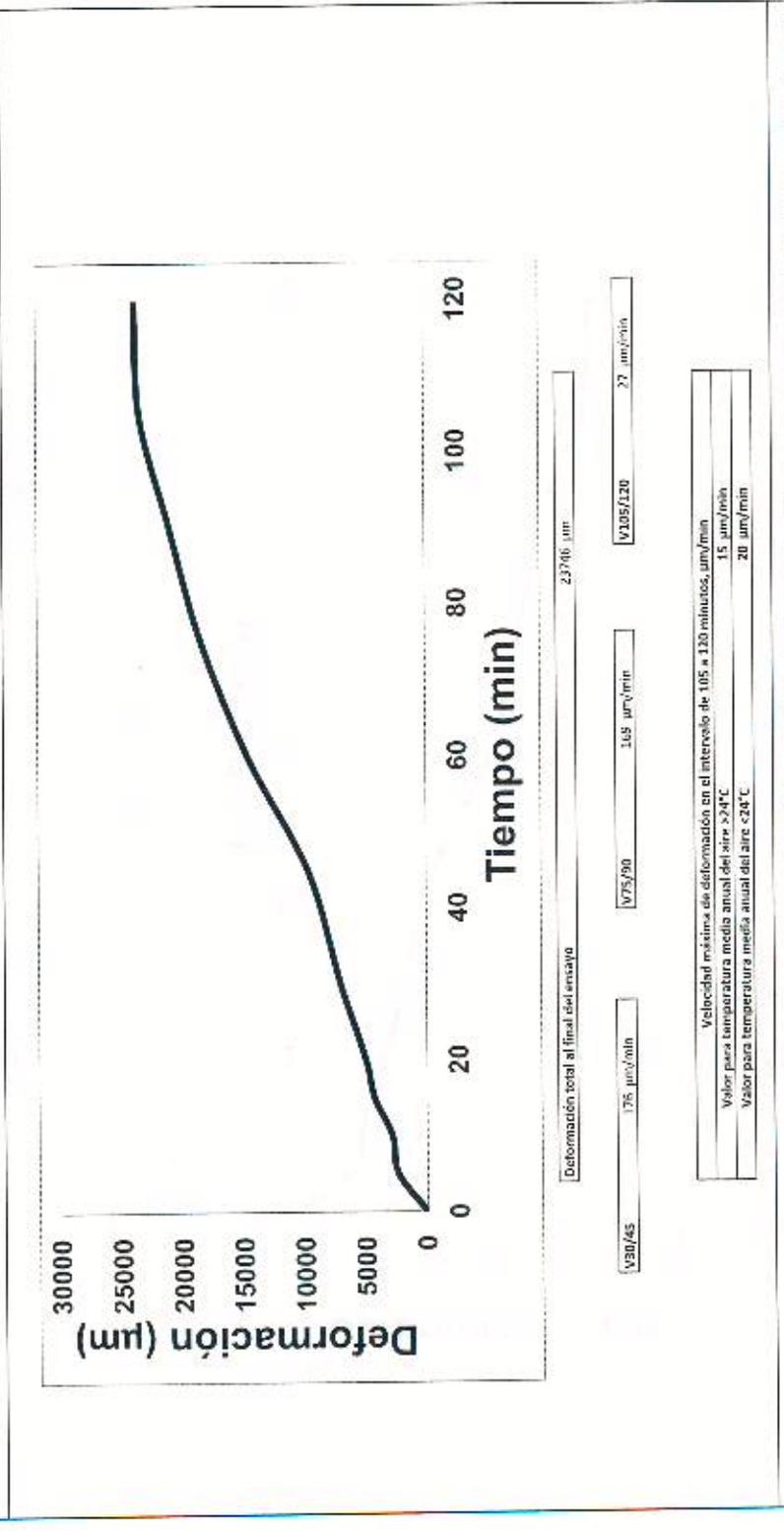
Escrito:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franceth Justine Labrador Castellanos
ALUMNA DE INVESTIGACIÓN PAF-MEVIOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Vicario Administrativo Ortiz
DIRECCIÓN GENERAL DE 469 DE 2017

ENSAYO DE EFECTENCIA A LA DEFORMACION PLÁSTICA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MEDIANTE LA LAMINA DE ENSAYO DE LABORATORIO INVI E - 041 - 24
 Cua 11 No. 101 - 60, Bogotá D.C., tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557. NI: 800.225.340-8
 CONVENIO 469 DE 2017
 RAPIS-LS-3-03-E2-02
 FECHA DE FABRICACION: 17 de mayo de 2018
 FECHA DE ENSAYO: 17 de mayo de 2018
 MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW
 MDT - 20
 TIPO DE EMULSION
 CR. 1



OBSERVACIONES:
 La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDT-20 con contenido de RAP 75%, y REJUVESCEDOR 3% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Firmado: 
 Nombre: FRANCISCA ESTHER BALLESTEROS
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Firmado: 
 Nombre: OSCAR GONZALEZ URTEGA
 Cargo: DIRECTOR GENERAL DE OBRAS DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENCUENTRO 4856: ENCUESTA A LA PERFORMANCIA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS RESISTENTE LA FIEBRE
DE LOS VEHÍCULOS DE LA FUERZA ARMADA NACIONAL

Laboratorio de Ingeniería Civil - Cementos

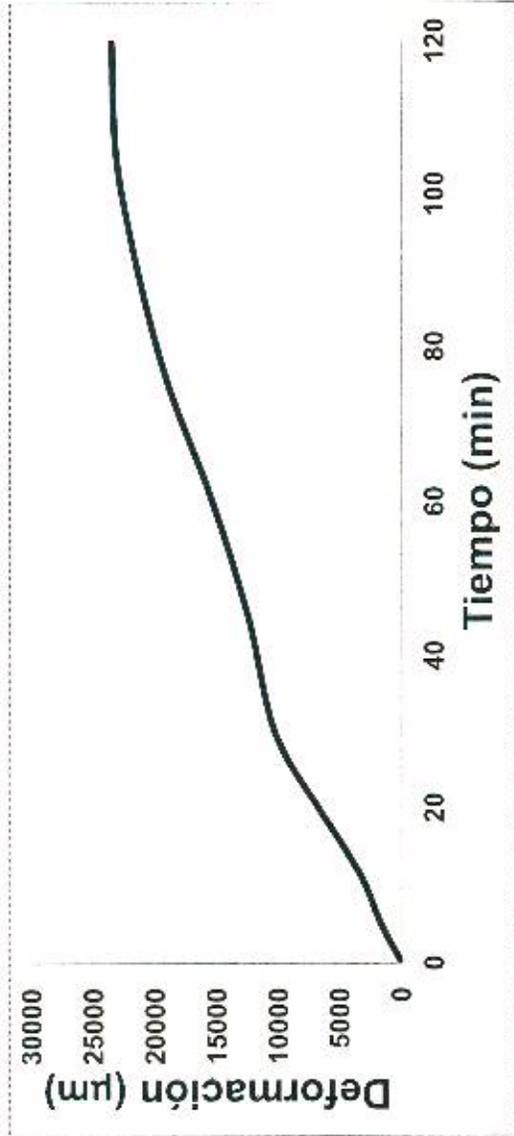


Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6000000 ext. 1291, Fax: 1 6370557, Nit: 890.225.340-9

miércoles, 30 de mayo de 2018
miércoles, 27 de junio de 2018

CONVENIO 460 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV
MDF-20
TIPO DE EMULSIÓN
GR-1



Deformación total al final del ensayo

26011 µm

V30/45

143 µm/min

V75/90

168 µm/min

V105/120

26 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 100 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rallador compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de BAF 75% y BLENDEADOR 3% con emulsión 5.5% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 460 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma F-758. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Speciador:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Francisco Justo López Górriz Balcarlos
Nombre:
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS
Cargo:

Firma:
Diciembre 2017
Nombre:
DIRECTOR MONITOREO 460 DE 2017
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PUNTEO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PSTD DE ENSAYO DE LABORATORIO DE TRC E - 248 - 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6000000 ext. 1371, Fax: 1 6032057 - Nit: 899 225 310-8

máximas, 20 de mayo de 2018
martes, 26 de junio de 2018

CRU-1

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

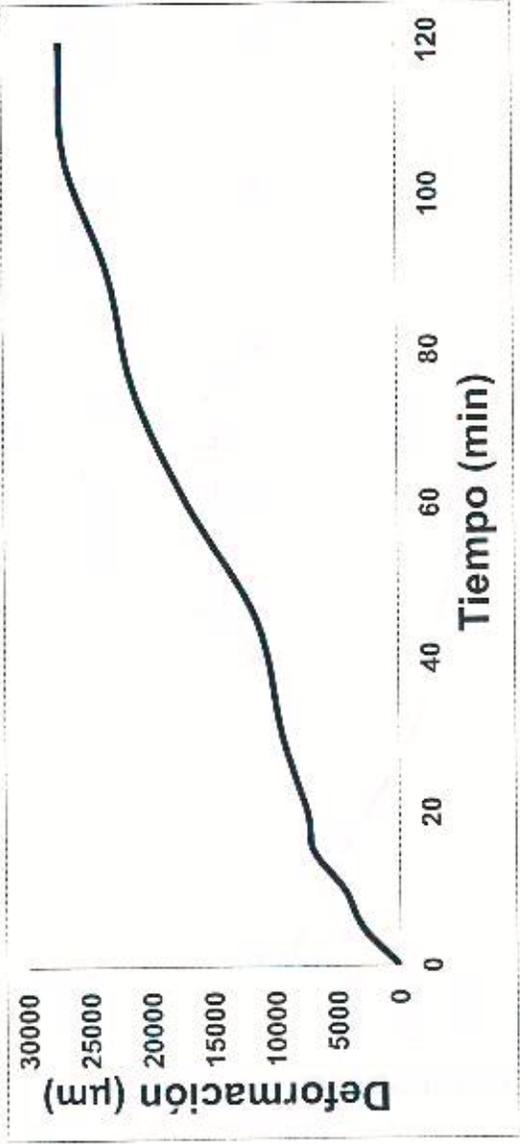
MDF-20

TIPO DE EMPUSIÓN

CONVENIO 469 DE 2017

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE ENSAYO:



Deformación total al final del ensayo

27191 µm

V00/05 137 µm/min

V75/90 137 µm/min

V105/120 26 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire T_{air}	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el colador compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y REFINEDOR 3% con emulsión 5,5% de ROMERILLENTO LENTO proporcionado por la UMY para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PRESENTES EN LA TABLA DE ENSAYOS DE LABORATORIO. PÁG. 2. 756. 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra. 12 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel.: 3-5000000 ext. 1201, Fax: 3-6370957, NIT: 800.225.340 B

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
BAP75-25-5-33-FU-03

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

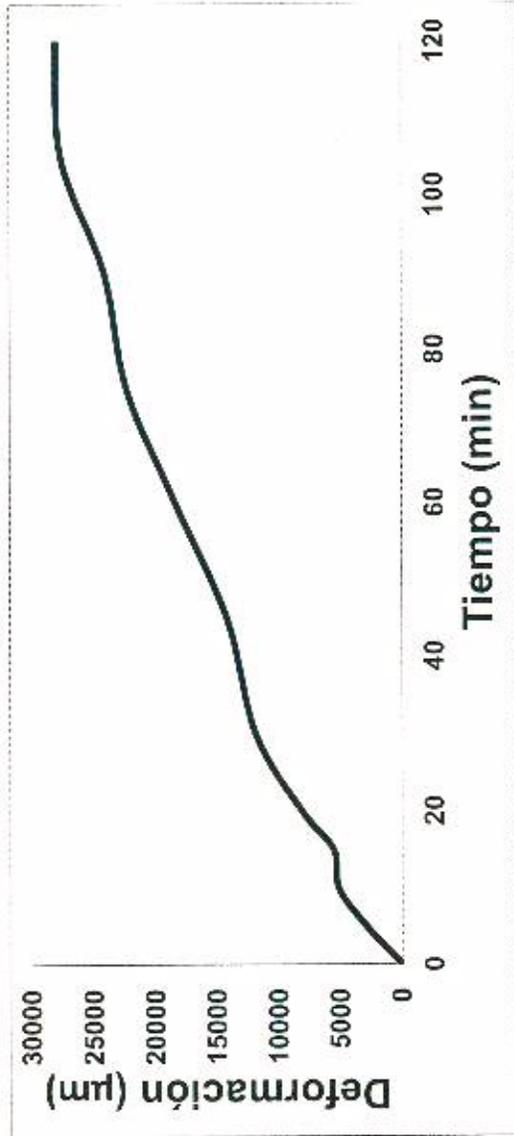
martes, 30 de mayo de 2017
martes, 26 de junio de 2017

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR1.1



Deformación total al final del ensayo

28000 µm

V30/45 155 µm/min

V75/50 120 µm/min

V105/120 20 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el molar compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el albeo para la mezcla MDF-20 con contenido de BAP 75% y BEJUNTECEDOR 3% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Cesónd:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LAS VOS DE ESTE ENCUENRA LA CERTIFICACIÓN A PARTIR DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LA RED
DE ENLACE DE LABORATORIO Nº 2. 256. 15

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 301 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 8500000 ext. 3291, Fax: 1-6370557 NT 800.225.340 8

SOLUCIÓN: MAESTRAL

CONVENIO 469 DE 2017

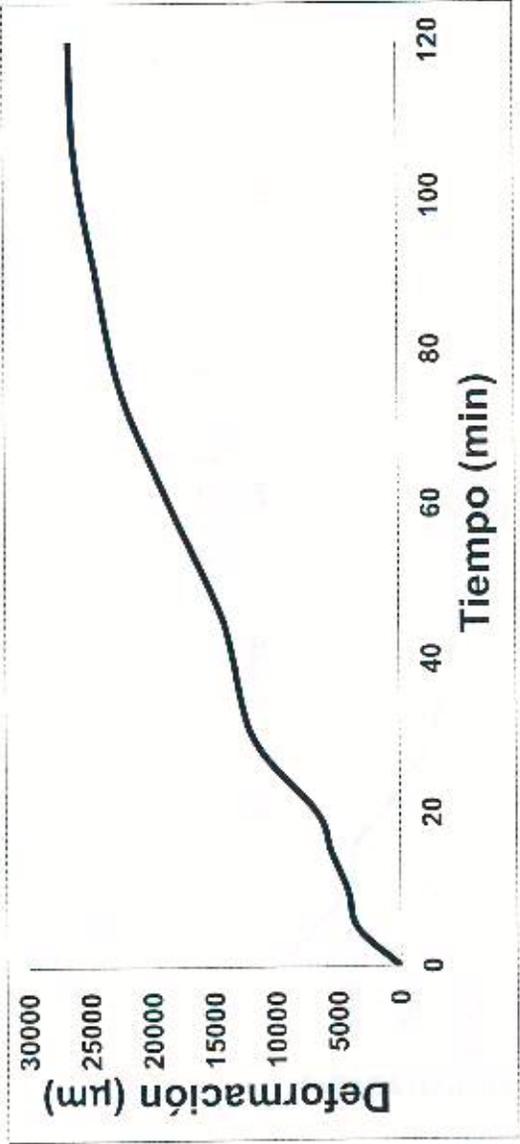
FECHA DE FABRICACIÓN: miércoles, 30 de mayo de 2018

FECHA DE ENSAYO: martes, 26 de junio de 2018

MDP: 20

TIPO DE EMULSIÓN: C10-L

MELZOLA ASFALTICA TIPO UMIV



Deformación total al final del ensayo

930/05 226 µm/min 7689 µm

975/90 178 µm/min 9105/120 28 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de 2 mezcladoras y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDP-20 con contenido de RAP 25% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5,5% de ROMPIEMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 40°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m²

Observaciones:

Locuó: _____

Firma: _____

Nombre: FRANCESCO LUIS CASTAÑO BAILESTRO

Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó: _____

Firma: _____

Nombre: Oscar Javier Ortiz

Cargo: DIRECTOR CONVENIO 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA DEFORMACIÓN A TRACCIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO LA RITTA,
DE INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL - 2013



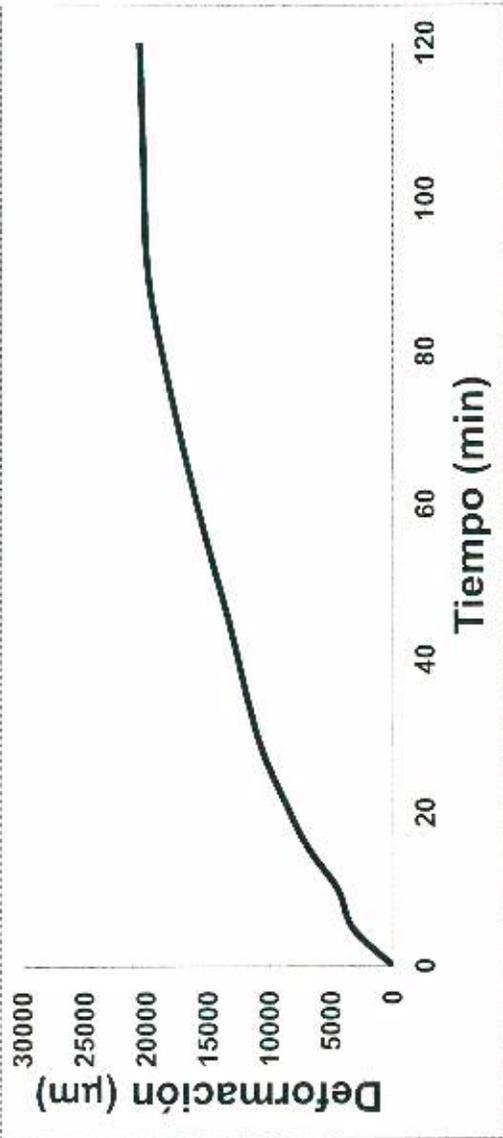
Laboratorio de Ingeniería Civil - Bogotá

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá F. Bogotá D. C., Tel: 3 6200000 ext. 2491, Fax: 3 6330557 - INT. 800.225.300-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 FECHA DE LABOR CONCLUSIÓN: martes, 29 de mayo de 2017

MUESTRA: P0675-E5-5-31-5-E2-P3 FECHA DE ENSAYO: jueves, 25 de junio de 2017

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV TALL - 20 CILC-1



Deformación total al final del ensayo 20554 µm

V30/M5 157 µm/min V75/90 116 µm/min V105/120 20 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire 24°C 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire 29°C 20 µm/min

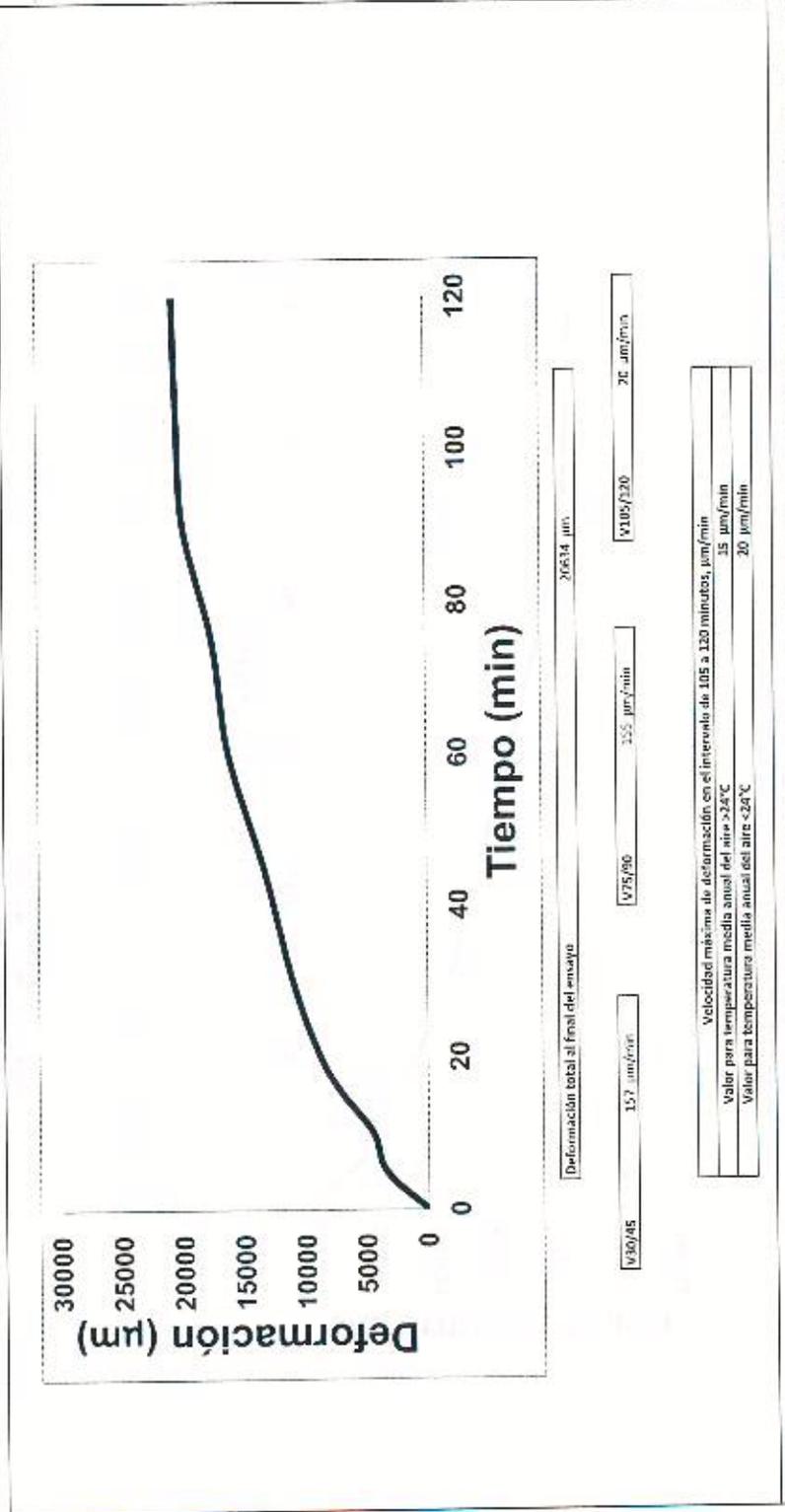
La mezcla asfáltica fue fabricada en las laboratorias de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el relleno compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDPE 20 con contenidos de RAP 75% y BELUVENEDEDOR 1,5% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporciónado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo establece la norma E-163. La presión de contacto fue de 90 kN/m².

OBSERVACIONES:

Revisó:
 Firmó:
 Nombre: Francisco José Rodríguez Ballesteros
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
 Firmó:
 Nombre: Oscar Jarama Reyes Ortiz
 Cargo: DIRECTOR DEL CONVENIO 469 DE 2017

Cra 11 No. 101 - 80, Grupo F. Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340.8
 CONVENIO 469 DE 2017
 FECHA DE FABRICACIÓN: martes, 29 de mayo de 2018
 PAFI 2-15-113-5-E2-27
 FLUIDO DE ENSAYO: arena, 25 de junio de 2018
 MCF - 20
 TIPO DE EMULSIÓN: CR-1



OBSERVACIONES:
 La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 75% y REJUVENECEDOR 1,5% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Revisó:
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: Francisco Justino F. Salazar Ballesteros
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: Oscar Revilla Reyes Onto
 Cargo: DIRECTOR GENERAL DE 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS TIPO UMW
DE ENSAYO DE LABORATORIO 469 DE 2017

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel. 1-6560000 ext. 1291, Fax: 1-6570557. MIT: 800.735.346-R

CONVENIO 469 DE 2017
RMP75 ES 5 R1.3 E2 P1

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

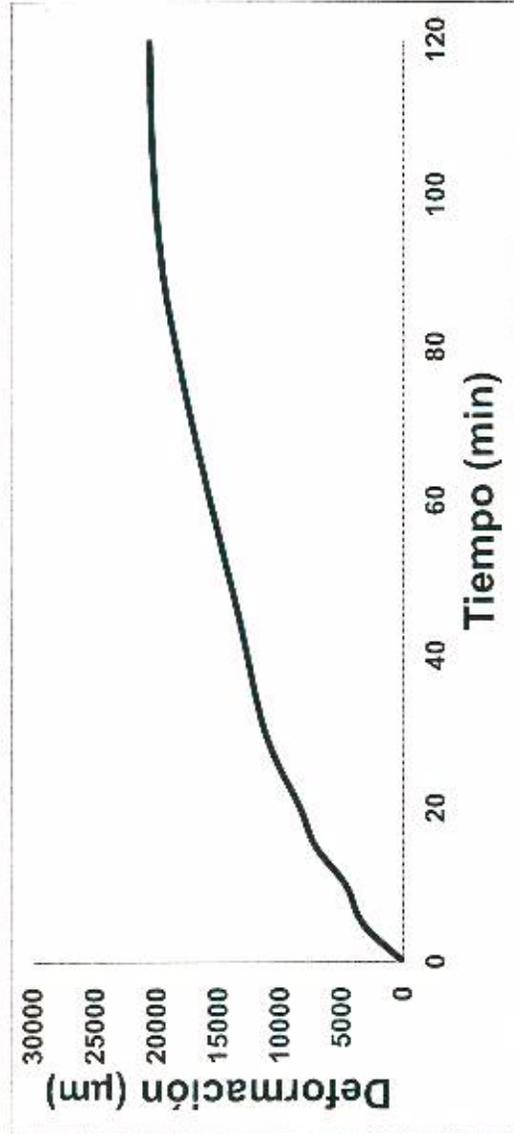
WIDE - 20

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

SOLICITUD:
MUESTRA:

martes, 29 de mayo de 2018
miércoles, 28 de junio de 2018

(R-1)



[Determinación total al final del ensayo

20070 µm

V90/95 142 µm/min

V75/90 115 µm/min

V105/120 35 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 26°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 28°C	20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tollo computador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla WIDE-20 con contenido de RAP 75% y REAJUVENECIDOR 1.5% con emulsión 5.5% de ROMPIEMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-155. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Creado:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
D-REINTEC/CONVENIO 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

CENTRO DE RESERVA LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS
ET TRABAJO DE LABORATORIO EN E-756-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

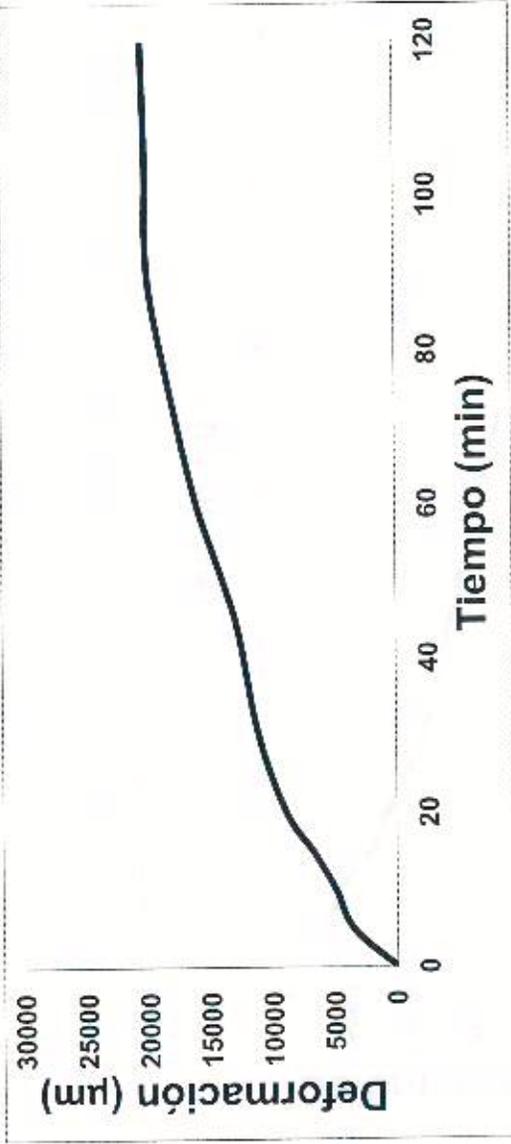
Cra 11 No. 191 - 80, Buzoque F. Bogotá D.C. - Tel: 35500000 ext. 1251, Fax: 1-61-00557 NIT: 800.225.340-8

mañes, 29 de mayo de 2018
viernes, 22 de junio de 2018

CONVENIO 469 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN:
R02/24/15, 24/01/18
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UINIV MCF-76 TIPO DE EMULSIÓN CR1-1

SOLICITUD:
MUESTRA:



Deformación total al final del ensayo 26377 µm

V30/45 124 µm/min V75/90 136 µm/min V105/120 139 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MCF-20 con contenido de RAP 75% y REJUVENECEDOR 1,5% con emulsión 5,5% de ROMPIEUNTO LENTO proporcionado por la UINIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 200 kN/m²

OBSERVACIONES:

Brevedad:
Firma: *[Signature]*
Nombre: Francisco Justinequillo Castellanos Beltrán
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Brevedad:
Firma: *[Signature]*
Nombre: Oscar Javier Torres Quijano
Cargo: DIRECTOR COMPLEMENTOS DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

SECTOR DE RESISTENCIA A DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PRESENTES EN LA CARRETERA
DE ENSAYO DE LABORATORIO INVE-745-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-65080000 ext. 1207, Fax: 1-5370557, MIT: 830.225.340 B

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
S0075-ES-SRI-SF-CP

LÍNEA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

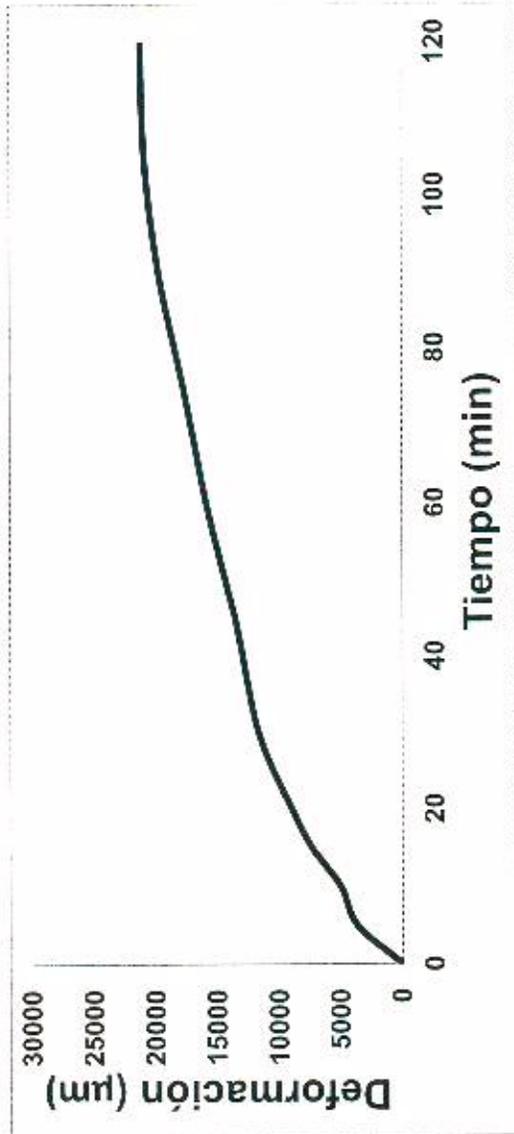
miércoles, 29 de mayo de 2018
viernes, 27 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDf - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CRL-1



Deformación total al final del ensayo

21150 µm

VBI/45 127 µm/min

V75/50 135 µm/min

V105/120 20 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDf-20 con contenido de RAP 75% y BLDVERDECEDOR 1.2% con emulsión 5.5% de BOMPIMENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-746. La presión de contacto fue de 500 kN/m².

Licitud:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franco J. Gallo - Especialista en Boleados
ADJUNTO DE INVESTIGACIÓN DAVIMIENTOS

Fecha:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oscar Javier Rodríguez
INGENIERO CIVIL - 463 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN ELÁSTICA DE LAS MICHES DE ASFALTICAS INCLUIDAS EN LA PASTA DE ENMAZCADO DE LADRILLO PARA PAVIMENTOS

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

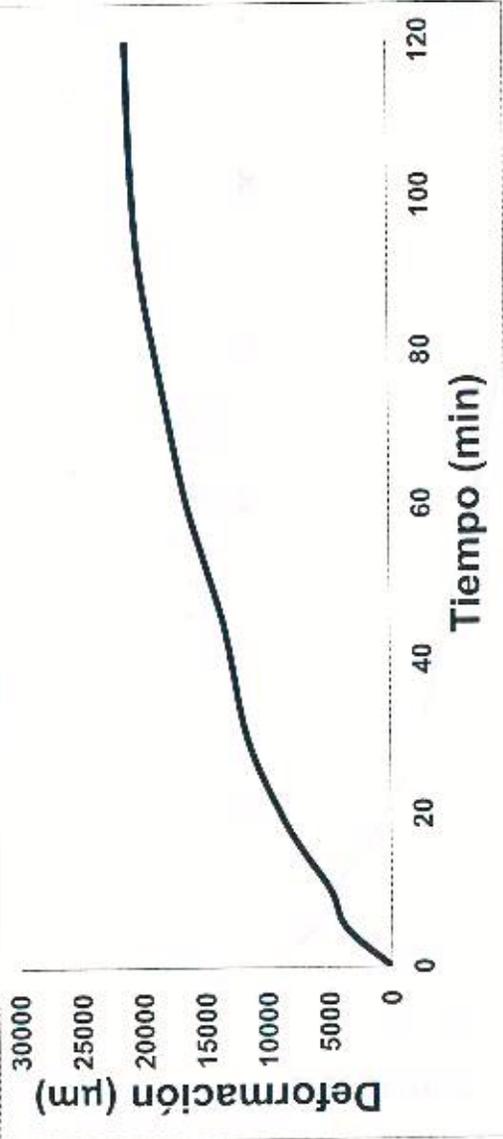


Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá F. Bogotá D. C., Tel: 3-6060000 ext: 1791, Fax: 3-6310257, NIT: 800.225.340.8

martes, 23 de mayo de 2017
viernes, 23 de junio de 2017

CONVENIO 460 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN: 15-03-17
FECHA DE ENMAZADO: 15-03-17

SOLUCIÓN: MEZCLA ASFALTICA TIPO UNV MÓF - 20 TIPO DE EMULSIÓN: CR1-1



Deformación total al final del ensayo: 32115 µm

Velocidad: 128 µm/min

Velocidad: 175/90

Velocidad: 11.7 µm/min

Velocidad: 100/120

Velocidad: 70 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	75 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

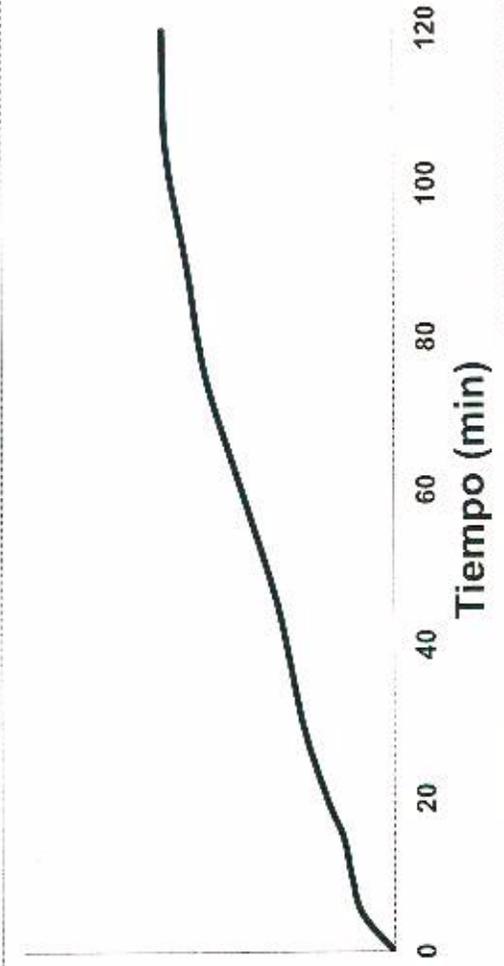
La mezcla asfáltica fue fabricada en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet compactor. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDPE-20 con contenido de RAP 75% y REJUVENECEDOR 1.5% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 460 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-755. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Leído por:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN ELÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PUNTA DEL ENSAYO DEL LABORATORIO CRUPTON E-156 JS</p> <p>Administración de Ingeniería Civil - Geotécnico</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotécnico</p>																								
<p>Ca 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6240000 ext. 1291, Fax: 1-5370557 - NT: 800.275.340 B</p>																										
<p>SOLICITUD: MUESTRA</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 RVP/2-E5-31-E2-P3</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>																								
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>		<p>MDF - 20</p>																								
<p>TIPO DE EMULSIÓN</p>		<p>CRL-1</p>																								
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> <p>Deformación total al final del ensayo: 28785 µm</p> <table border="1" data-bbox="974 1260 1201 1554"> <tr> <td>V30/45</td> <td>132 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>105 µm/min</td> <td>V105/170</td> <td>19 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire 24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire 24°C</td> </tr> </table> </div>			V30/45	132 µm/min	V75/90	105 µm/min	V105/170	19 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire 24°C						Valor para temperatura media anual del aire 24°C					
V30/45	132 µm/min	V75/90	105 µm/min	V105/170	19 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire 24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire 24°C																										
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el molino compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y BLENDEADOR 1% con emulsión 5.5% de ROMPIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo de CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756, la posición de contacto fue de 900 kN/m².</p> <p> Ejecuto:  Firma: Nombre: Cargo: </p> <p> Ejecuto:  Firma: Nombre: Cargo: </p>																										



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

EMPRESA DE INGENIERÍA DEPARTAMENTAL PLÁSTICA DE LAS REDESAS ASÉPTICAS INYECTADAS LA 15 4
DE INGENIEROS DE LABORATORIO INV.F. 773 - 1

Laboratorio de Ingeniería Civil Geotécnica



Cra 11 No. 101, 80, Bogotá D.C., Tel: +5700000 ext. 1191, Fax: +57010557 NIT: 800.226.340-8

SOLICITUD:
PAULSTIDA:

CONVENIO 469 DEL 2017
RAP 75-55, 5-81, F2, P2

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

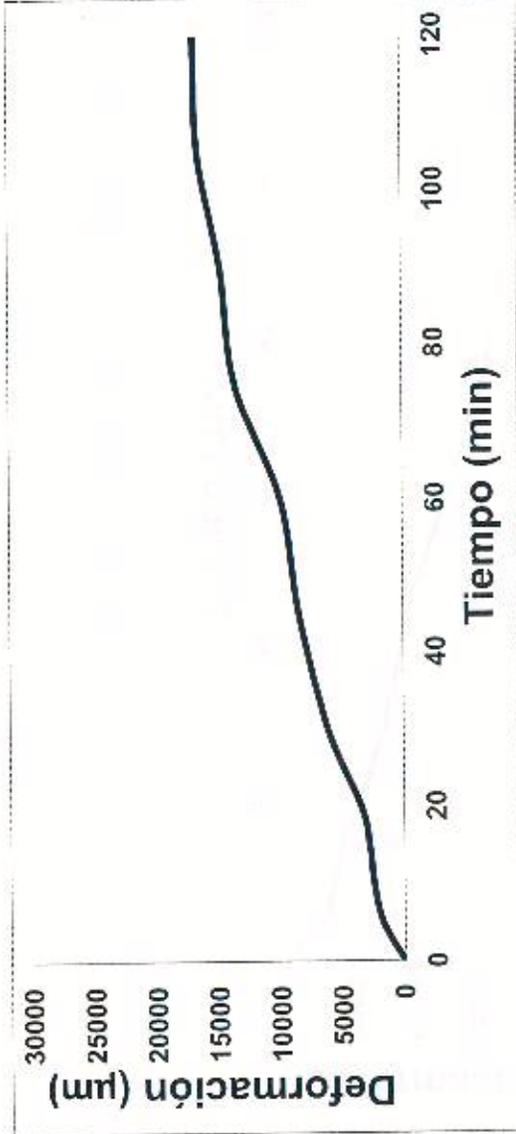
lunes, 28 de mayo de 2018
jueves, 21 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MOE: 26

TIPO DE EMULSIÓN

CRI: 1



Deformación total al final del ensayo

18712 µm

V20/05 154 µm/min

V75/50

75 µm/min

V105/120

105 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos: µm/min

15 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire 20°C

20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MD-E-20 con contenido de RAP 75% y REUVENECEDOR 10% en emulsión 5,5% de BOMBIQUEO LENTO proporcionado por la UMN para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como se estipula en la norma F-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m²

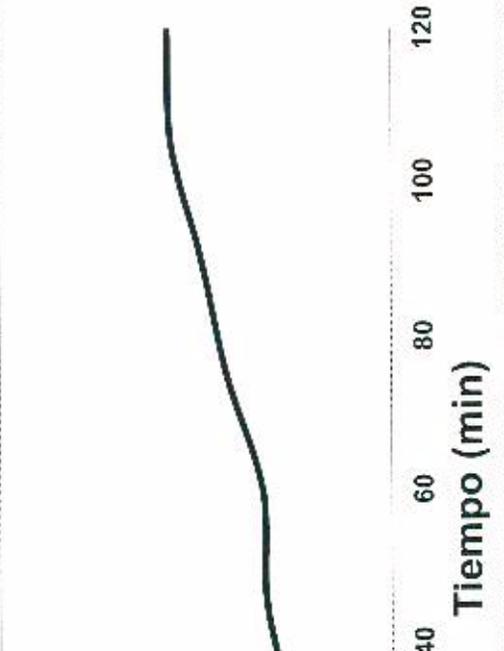
OBSERVACIONES:

Fuecub:
Hmo:
Nombre:
Cargo:

Franceth Justine López de Estebanos Balazaros
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN - AVIACIONES

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oscar Javier Hernández
DIRECTOR LABORATORIO 689 DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y ALUMINOS METÁLICOS LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO Nº 104 - 13</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>				
<p>Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá F. Bogotá F. Bogotá F. Tel. 1 6500000 ext. 1294, Fax: 1 6500000. NIT. 800.275.340 8</p>						
<p>SOLICITUD: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 RAP75 E5.2-R1-L-E-F1</p>	<p>FECHA DE EMISIÓN: 14 de mayo de 2018</p>				
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>	<p>MID - 20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN C1U-1</p>				
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center;">Deformación (µm)</p> <p style="text-align: center;">Tiempo (min)</p> </div> <div style="flex: 1; margin-left: 20px;"> <p>Determinación total al final del ensayo: <input type="text" value="18150 µm"/></p> <p>Velocidad: <input type="text" value="153 µm/min"/> <input type="text" value="157 µm/min"/> <input type="text" value="30 µm/min"/> <input type="text" value="1105/1100"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> <td>15 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <math>24^{\circ}\text{C}</math></td> <td>20 µm/min</td> </tr> </table> </div> </div>			Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min					
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min					
<p>Observaciones: La mezcla está lista para ser fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MID-20 con contenido de RAP 75% y REJUVENECEDOR 1% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMY para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 50°C, con lo estipulado en la norma E-104. La presión de contacto fue de 300 kN/m².</p>						
<p>Uso: <input type="text"/></p> <p>Firma: </p> <p>Nombre: Francisco Justino López Castellanos Ballesteros</p> <p>Cargo: ALUMINOS DE INVESTIGACIÓN EN PAVIMENTOS</p>	<p>Revisó: </p> <p>Firma: Oscar Javier</p> <p>Nombre: Oscar Javier</p> <p>Cargo: DIRECTOR DE PAVIMENTO 469 DE 2017</p>	<p>Fecha: <input type="text"/></p> <p>Lugar: <input type="text"/></p>				



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

OFICINA DE RESELECCIÓN Y ASESORIA TÉCNICA DE ASISTENTES AL TALLER PARA LA RPA
OFICINA DE LABORATORIO No. 1 - 748 - 23
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 161 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 2261, Fax: 1-5370527, INT: 800 225 346-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
MUESTRA: R0775-ES-53-LE1-P3

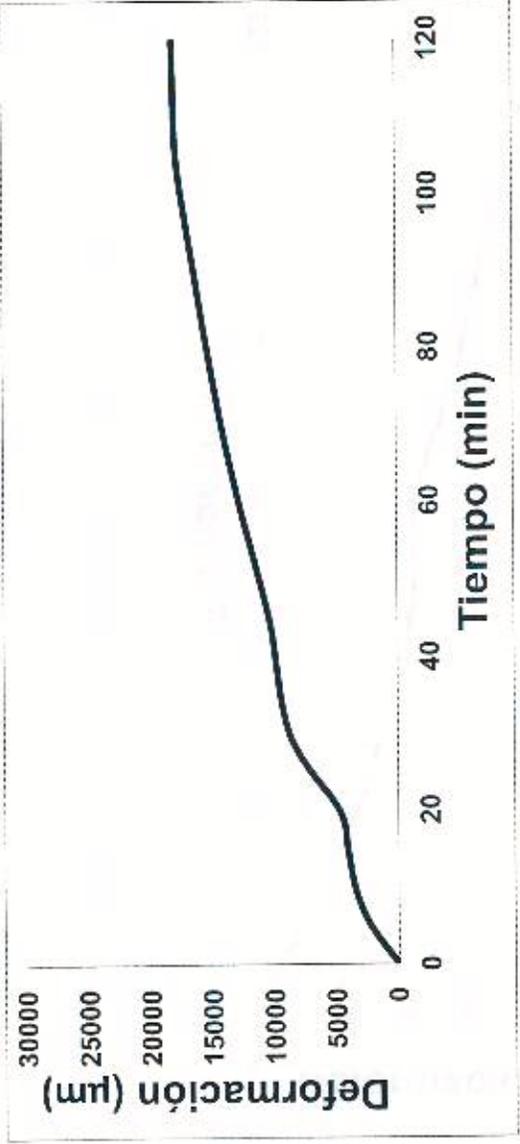
FECHA DE FABRICACIÓN: Lunes, 28 de mayo de 2018
FECHA DE ENSAYO: miércoles, 20 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MDF-20

TIPO DE EMULSIÓN

CEM-3



Deformación total al final del ensayo: 28007 µm

VAL/45: 108 µm/min

VAL/90: 103 µm/min

VAL/120: 10 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MBF-20 con contenido de RAP 75% y RELUCECEDOR 3% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO, proporcionada por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 80°C como lo estipula la norma E-756 (a presión de contacto fue de 300 kN/m²)

Ejecutó:

Firma: Francisco Espinoza

Nombre: FRANCISCO ESPINOZA RAMILLETOS

Cargo: Asesor

Revisó:

Firma: Oscar Javier Reyes Ortiz

Nombre: OSCAR JAVIER REYES ORTIZ

Cargo: DIR. LOG. COM. Y FIN. 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

UNIDAD DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA Y ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y LABORAL
REPOSICIONAMIENTO DE LA OROGRADUACIÓN 2017 - 2018

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



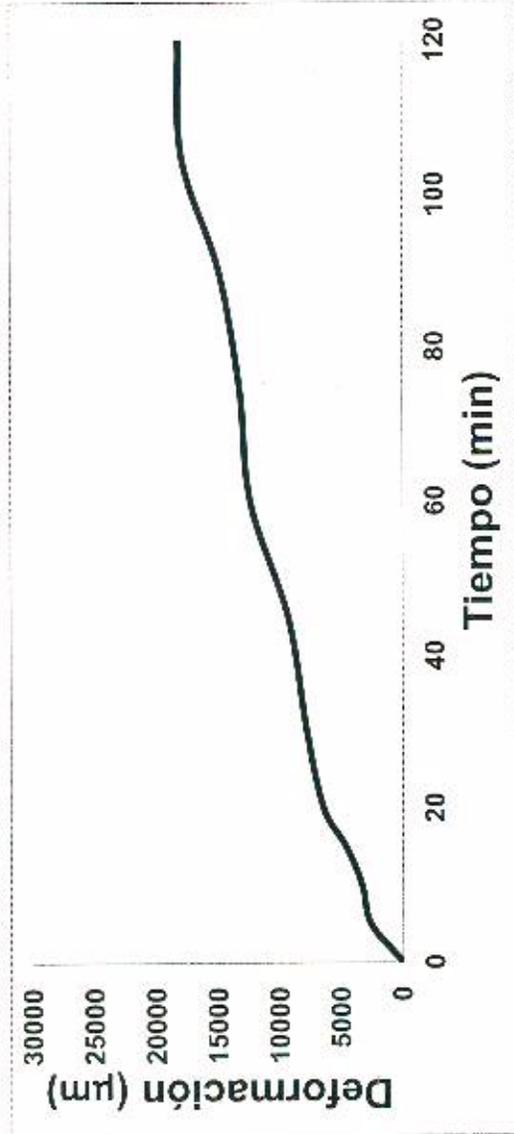
Cra 12 No. 101 - 80, Bogotá E. C., Tel. 1 800 001 1000, NIT. 800 295 300-8

Fecha: 28 de mayo de 2018
Muestras: 20 de junio de 2018

CONVENIO 469/DF 2017
R4975 ES-3-13-11-92

FSC-A6 DE FABRICACION
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV MDP - 20 TIPO DE EMULSION CR. 1



Deformación total al final del ensayo

101.75 µm

V30/45 100 µm/min

V75/90 105 µm/min

V105/120 110 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

La muestra asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactador. La realización de la prueba se hizo de acuerdo con el método para la muestra MDP-20 con contenido de RAP 75% y BLENDEADOR 1% con emulsión LENTO proporcional por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C versus lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 500 kN/m²

Observaciones:

Revisó:
Firma:
Nombre:
CARGO:
Francisco Javier Plata de Castellanos Salazar
ALUMNO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

Revisó:
Firma:
Nombre:
CARGO:
Luz Jiménez Ortiz
DIRECTOR COMPETENCIA DF 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TÍTULO DE BACHILLERÍA A LA DEBERACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA
DE ENSAYO DE LABORATORIO EN E-200-23

Laboratorio de Ingeniería Civil - Giococena



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: +573003000 ext. 1291, Fax: +573003007, NIT: 800.775.540.8

UNES, 28 de mayo de 2018
miércoles, 10 de junio de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
LULIA DE ENSAYO

CR-1

TIPO DE EMULSION

MDF-20

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RMP75-45-531-01-PI

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, $\mu\text{m}/\text{min}$
Valor para temperatura media anual del aire $>24^{\circ}\text{C}$
Valor para temperatura media anual del aire $<24^{\circ}\text{C}$

121 $\mu\text{m}/\text{min}$ 117 $\mu\text{m}/\text{min}$ 15 $\mu\text{m}/\text{min}$ 20 $\mu\text{m}/\text{min}$

V750/95 V775/90 V105/120

Deformación total al final del ensayo 18779 μm

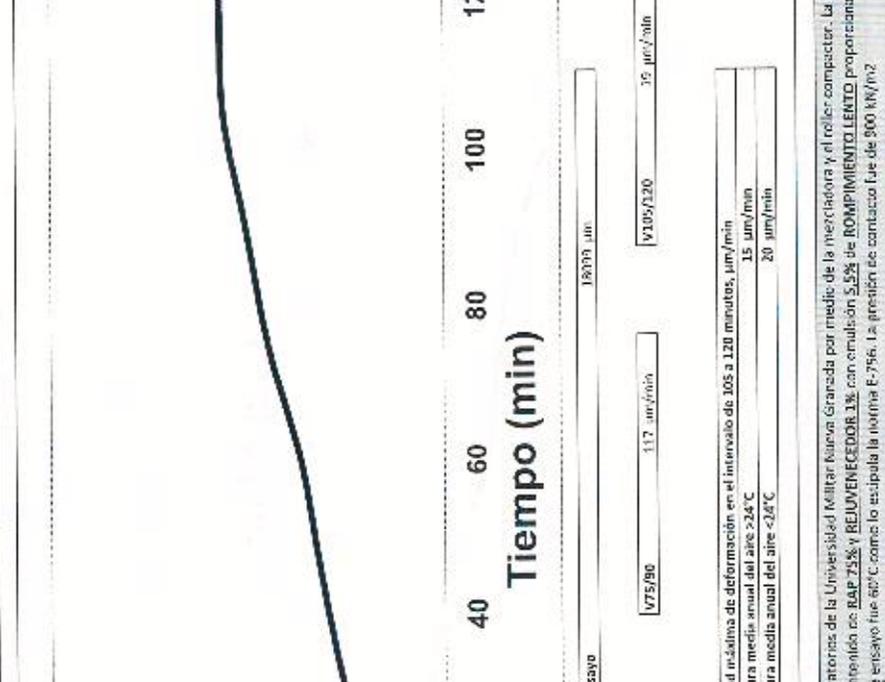
Observaciones:
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el relleno compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y BEDUENEDOR 3% con emulsión 5,5% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de $500 \text{ kN}/\text{m}^2$

Localidad:
Finca:
Nombre:
Cargo:

Resultado:
Finca:
Nombre:
Cargo:

Francisco Jussara Loraño Castellanos
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Diego Ismael Rojas Ortiz
DIRECTOR GENERAL 469 DE 2017



Observaciones:
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el relleno compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y BEDUENEDOR 3% con emulsión 5,5% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de $500 \text{ kN}/\text{m}^2$

Localidad:
Finca:
Nombre:
Cargo:

Resultado:
Finca:
Nombre:
Cargo:

Francisco Jussara Loraño Castellanos
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Diego Ismael Rojas Ortiz
DIRECTOR GENERAL 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

CUESTIONARIO DE RESPUESTA A LA SOLICITUD DE LAS MEDIDAS DE MONITOREO DE LA PISTA
DE ENSAYO DE LABORATORIO INVI - 004 - 11

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101, 89. bloque 1, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 125-5, Fax: 1-6479557, RUT: 900.225.300-8

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DEL 2017
TIPO DE ENSAYO:

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

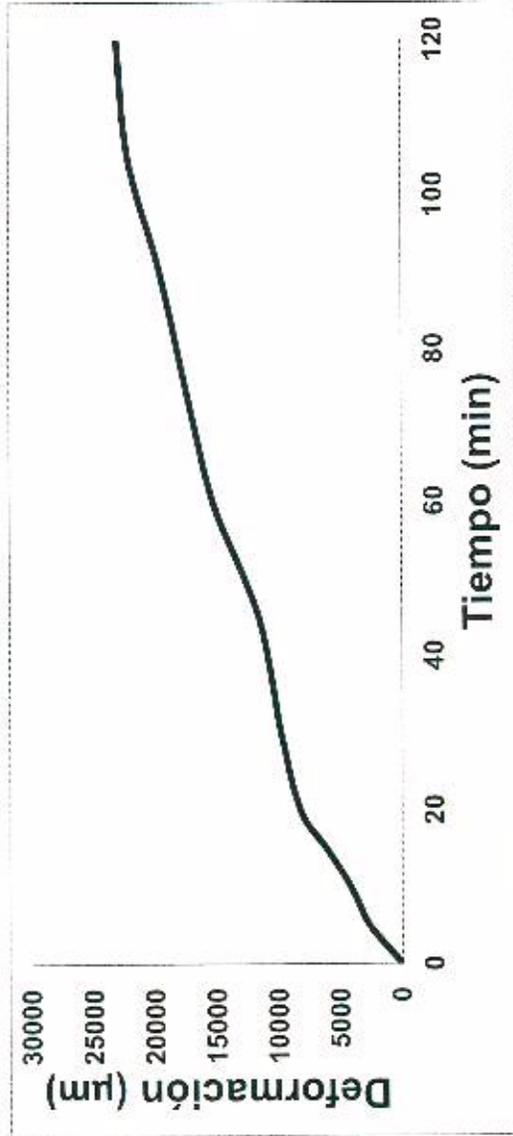
miércoles, 9 de febrero de 2017
martes, 19 de junio de 2017

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF-20

TIPO DE EMULSIÓN

CEL-1



Deformación total al final del ensayo

28055 µm

V30/45

119 µm/min

V75/90

117 µm/min

V105/120

60 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	60 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de BAP 50% y REJUVALECIDOR 3% con emisión 5,68% de BOMBIENTO LEVIGADO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DEL 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Escritó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Escritó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE EFECTIVIDAD A LA DUREZ DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRUEBA DE ENSAYO DE ABASTO O RMC - 756 - 11

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F Bogotá D.C., tel: 1-6500000 ext. 1271, Fax: 1-5370557, MIT: 800.225.340-8

SOURCE:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAPS-45.3-13-E2-P2

FECHA DE FABRICACION:

miércoles, 9 de mayo de 2018

FECHA DE ENSAYO:

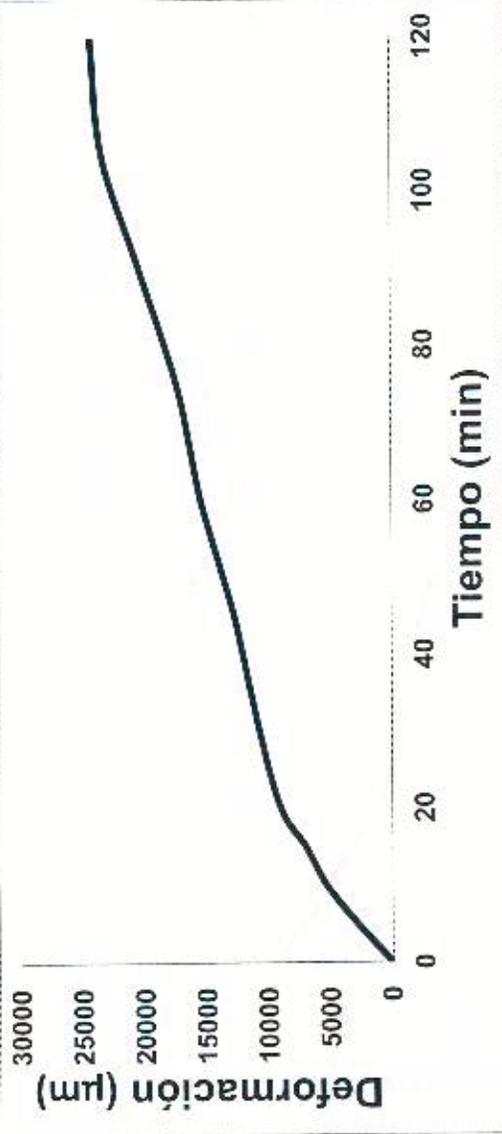
martes, 19 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MPI - 20

TIPO DE EMULSION

CR-1



Deformación total al final del ensayo

24225 µm

135 µm/min

1775/08

200 µm/min

14.05/130

58 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min

15 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire 24°C

Valor para temperatura media anual del aire 24°C

Observaciones:

La mezcla estática fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rellen compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 50% y REUVENEDICOR 3% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo de CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Lección:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franco J. J. Rodríguez Castellanos Vallejos
ALUMNOS DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Diego Javier Torres Ochoa
DIRECTOR COMITÉ 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Laboratorio de Ingeniería Civil - Soledad



Cra 12 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel.: 1 85000000 ext. 1294, Fax: 1 6370057 INT. 800 225 310-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469/DE 2017
RAPSU E5.3-R3-L4-P1

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

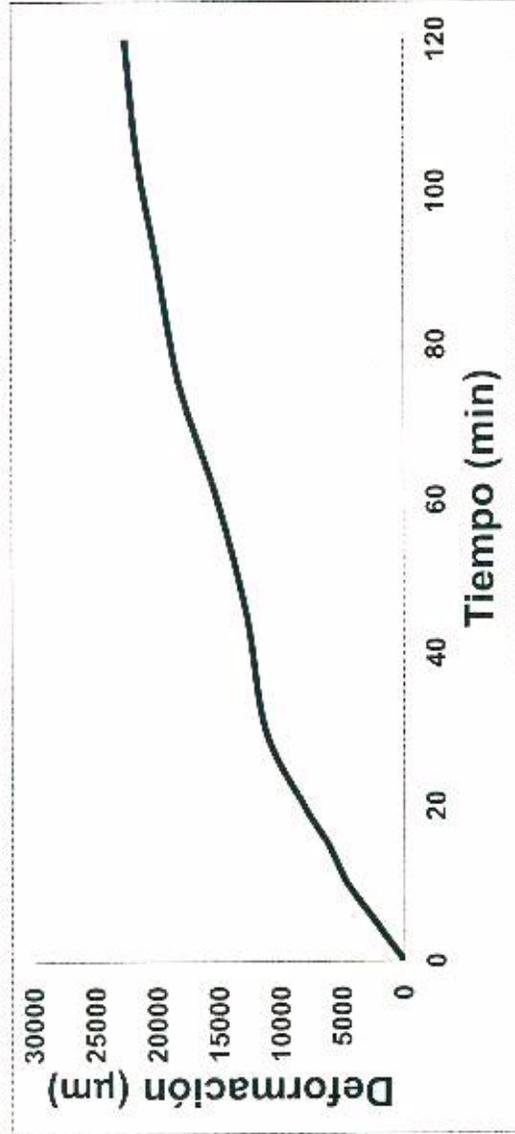
miércoles, 9 de mayo de 2018
miércoles, 25 de junio de 2018

MALZOLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MD- 20

TIPO DE EMULSIÓN

CIL-1



Deformación total al final del ensayo

29002 µm

V30/45 100 µm/min

V75/90 115 µm/min

V305/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

OBSERVACIONES:

La muestra asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MD-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5.5% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Firma:
Nombre:
Cargo:

Francochet Justina
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Firma:
Nombre:
Cargo:

Osvaldo Javier Restrepo
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

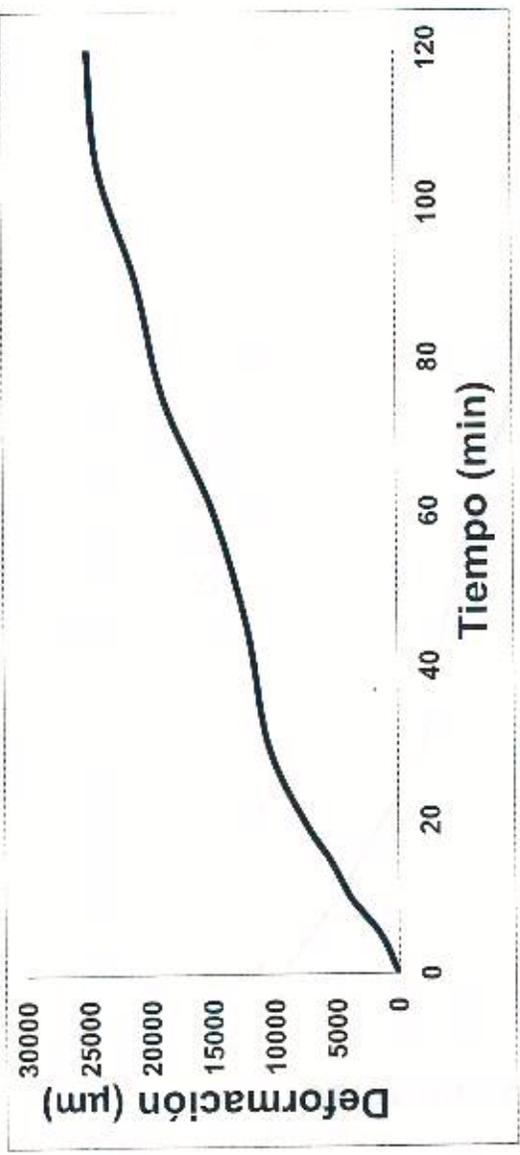
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRUEBA DE ENSAYO DE LABORATORIO MDT-20

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Crs 33 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 1291, Fax: 1-470557 INT. 800.225.349-8
 SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
 FECHA DE FABRICACIÓN: miércoles, 9 de mayo de 2018
 MUESTRA: MDP-ES-5-RS-F1-P3
 FECHA DE ENSAYO: lunes, 18 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO LUMV MDT-20 TIPO DE EMULSIÓN CRI-1



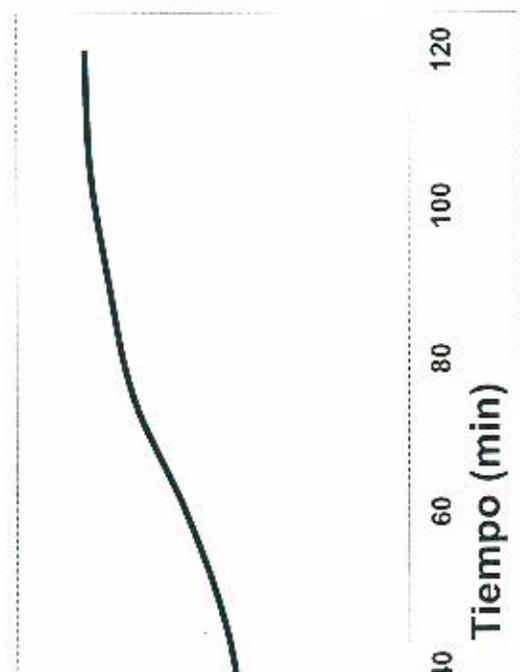
Deformación total al final del ensayo 24859 µm

V250/MS 110 µm/min V775/90 143 µm/min V105/120 32 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire >24°C 20 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire <24°C

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDT-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5,2% de ROMIMIENTO LENTO proporcionado por la LUMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-704. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Ficució:
 Firma: [Signature]
 Nombre: Francisco J. López Gutiérrez
 Carga: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN CAMPOS
 Revsado:
 Firma: [Signature]
 Nombre: Oscar J. Pérez
 Carga: DIRECTOR GENERAL

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS Y DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>																								
<p>Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6000000 ext. 1291, Fax: 1-6370567, Nit: 800.275.340 B</p>																										
<p>SOLUCIÓN: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 468 DE 2017 RMPSC-E-5-03-E-1-PT</p>	<p>VALOR DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>																								
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>	<p>MDF - 20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN GEL-1</p>																								
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 28335 µm</p> <table border="1" data-bbox="974 1260 1185 1533"> <tr> <td>V30/45</td> <td>113 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>156 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>30 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire 24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire 24°C</td> </tr> </table>			V30/45	113 µm/min	V75/90	156 µm/min	V105/120	30 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire 24°C						Valor para temperatura media anual del aire 24°C					
V30/45	113 µm/min	V75/90	156 µm/min	V105/120	30 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire 24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire 24°C																										
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50%, y REJUVESCEDOR 3% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO (proporciones) por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 468 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 50°C como lo estipula la norma E-156. La presión de contacto fue de 300 kN/m².</p> <p>Escritó: _____ Firma: _____ Nombre: _____ Cargo: _____</p> <p>Revisó: _____ Firma: _____ Nombre: Oscar Iván Rey Sánchez Cargo: DIRECTOR GENERAL DE 2017</p>																										



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

PRÁCTICA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIÓN DE JUNTAS DE LAS MEZCLAS DE ASFALTOS VIEQUES Y LUMVA
DE ENSAYO DE LABORATORIO Nº 256-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Urb. 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1263, Fax: 1-6570597, NIT: 800 125 340 8

mércoles, 9 de mayo de 2018
Lima, 18 de junio de 2018

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAP-5045-503-E-LP1

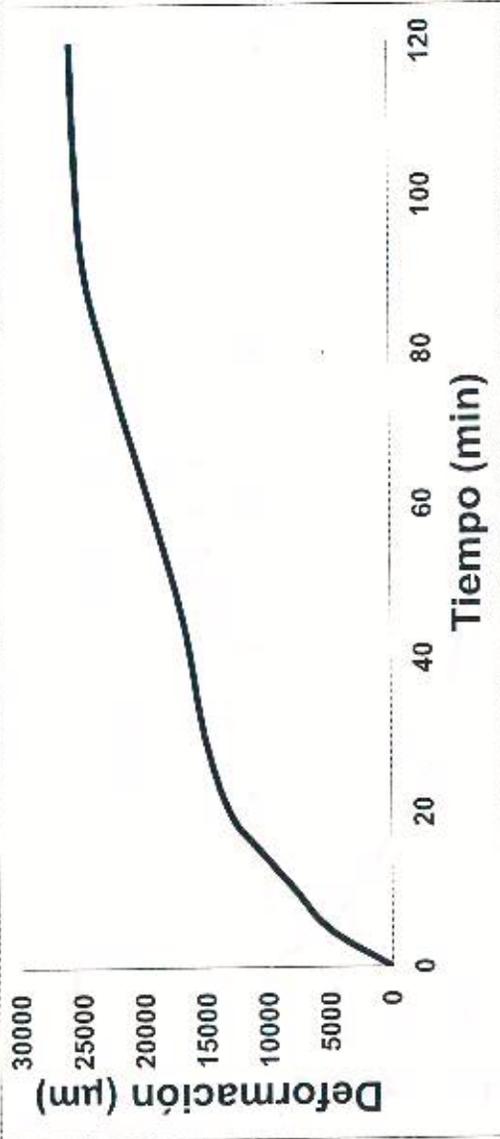
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MOT - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CPH-1



Deformación total al final del ensayo

25740 µm

VAB/AS 115 µm/min

V75/90 162 µm/min

V105/120 24 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDH-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5,5% de ROMPIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m^2 .

Facultad:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Facultad:
Firma:
Nombre: FRANCISCO JAVIER LOPEZ ORTIZ
Cargo: ASESOR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revista:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revista:
Firma:
Nombre: DIRECTOR GENERAL
Cargo: DIRECTOR GENERAL



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INVESTIGACIÓN EN LA DEFENSAS: ANÁLISIS DE LOS MEDIOS DE FORTALECIMIENTO A BETA
DE TRAYECTO DE INGENIERÍA #V1-156-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 2293, Fax: 1 6370257. (NIT. 900.225.361-9)

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RMP39-L5-R1-2-L2-FJ

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

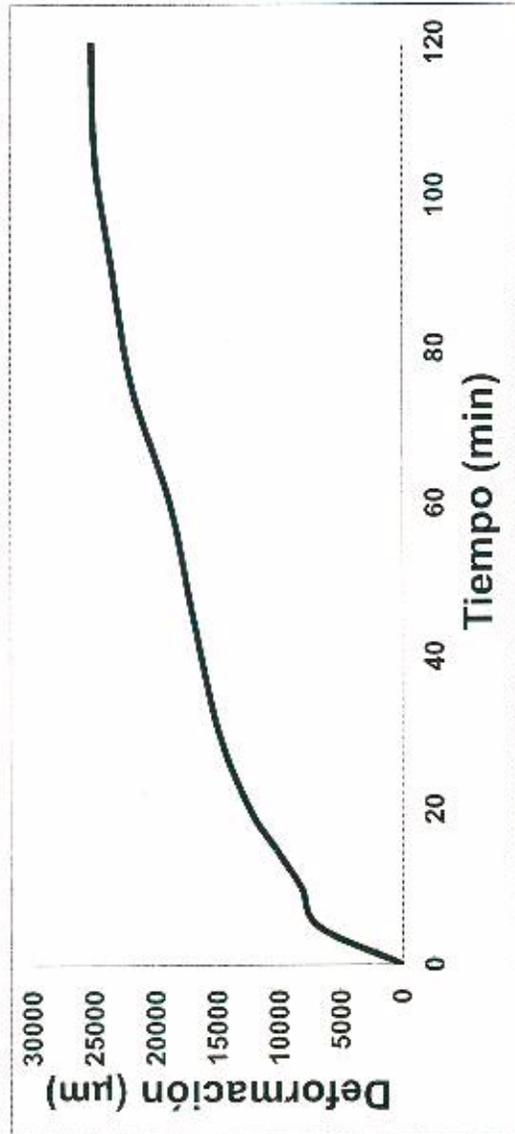
miércoles, 8 de mayo de 2018
viernes, 15 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDR - 20

TIPO DE EMUSIÓN

CR1-1



[Deformación total al final del ensayo

25217 µm

V30/45

2.19 µm/min

V75/90

107 µm/min

V105/120

2.7 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 224°C 15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 224°C 20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDR-20 con contenido de BAP 50%, BLENDEADOR 3.5%, con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma F-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Ejecuto:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franco Escobar
Asistente de Investigación
Módulo de Pavimentos

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Diego Javier Orozco
DIRECTOR ASISTENTE 409 DEL 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

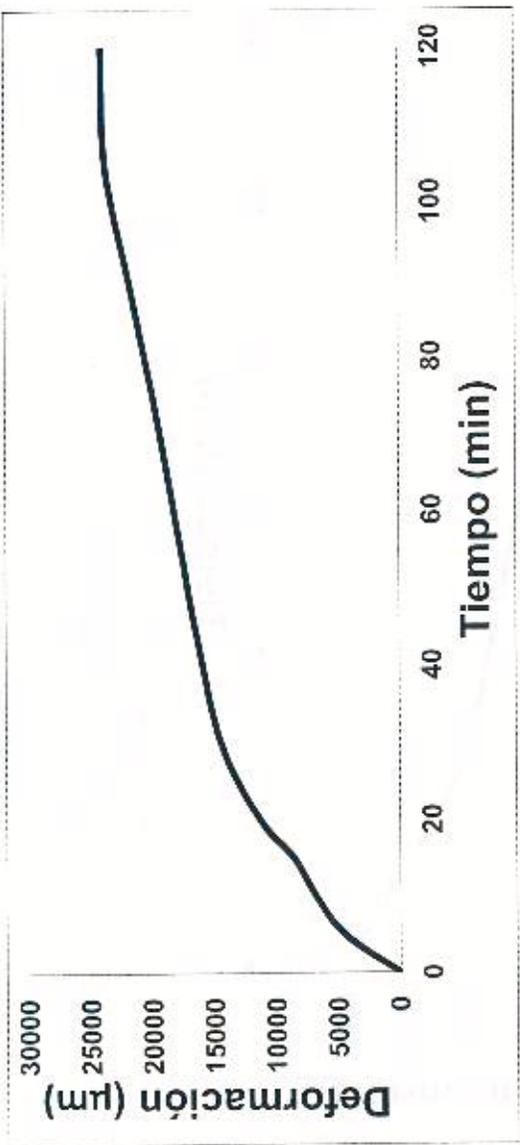
ENSAJO DE EFECTENCIA A LA DEFORMACIÓN TRAS LA USE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PÉLA DE ENSAJO DE LABORATORIO HNT-1 - 256 - 13
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 1791, Fax: 1-8570557, Nit: 800 225 3015-8

SOLUCIÓN: CONVENIO 469 DE 2017
MUESTRA: RAP-50-15-5-101-5-E2-P2
FECHA DE FABRICACIÓN: mayo 8 de mayo de 2018
FECHA DE ENSAYO: viernes, 26 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MDI - 20 TIPO DE EMULSIÓN CR-1



Deformación total al final del ensayo 22973 µm

V30/45 139 µm/min V75/90 120 µm/min V105/120 10 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min 15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C 20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 1.5% con emulsión 5.5% de BOMBEQUEO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 80°C como la requiere la norma E-756. La presión de contacto fue de 940 kN/m².

Observaciones:
Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Recibió:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franceth Susper López de Castellanos Ballesteros
AUXILIAR INVESTIGACIÓN ASISTENTES

José Iván Boyer Ortiz
DIRECTOR LABORATORIO 809 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

MANUAL DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN ELÁSTICA DE LAS MEZCLAS DE TIPO UNIV. ANTE LA PISTA
DE UN PASO DEL LABORATORIO DE I+D+D - 198-12

Laboratorio de Ingeniería Civil - Construcción



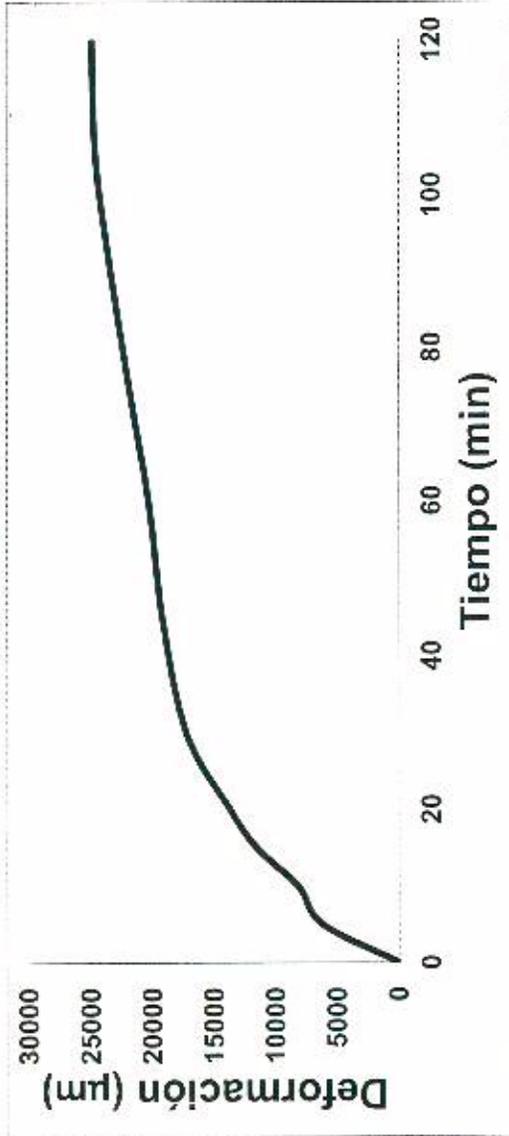
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: 2-6200000 ext. 1293, Fax: 2-6270657. NIT: 900.225.340-8

martes, 8 de mayo de 2018
viernes, 15 de junio de 2018

CONVENIO AER DE 2017
RVP-50-55-RS-5-E-2-1

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV M2H - 20 CR-1



Deformación total al final del ensayo

24520 µm

V30/95 131 µm/min

V75/90 87 µm/min

V105/120 31 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La labridación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 1.5% con emulsión 5.2% de ROMPIEIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo establece norma E-7031. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA DEFORMACIÓN ELÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INFLUENCIADAS POR LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO LABORATORIO MDE 256-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: +573002030 ext. 1291, Fax: +57300557 - MT: 860.225.340-8

SOLICITUD:
MUESTRA

CONVENIO 469 DE 2017
RMP50-45-5-01 S.F.I.P.S

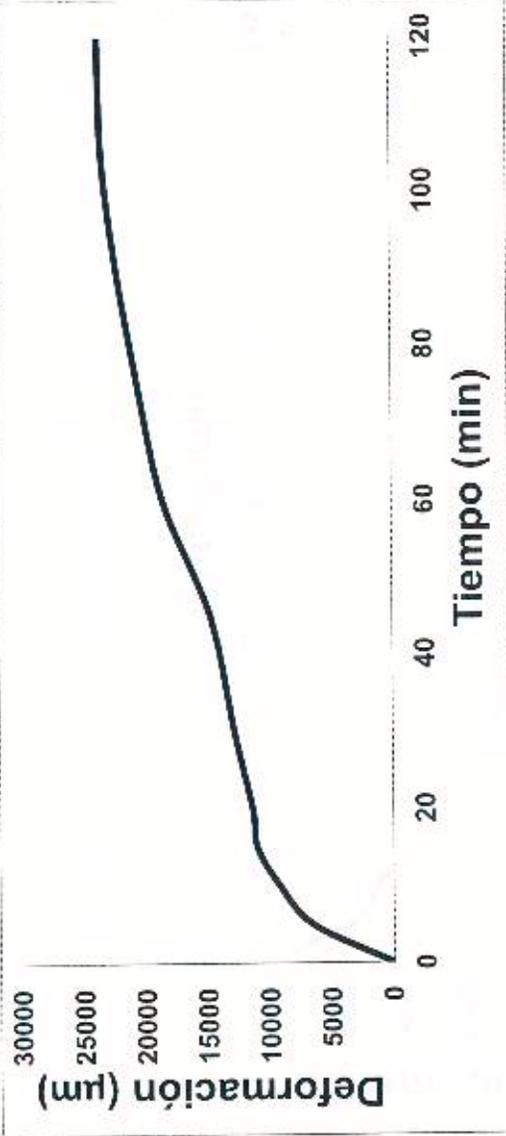
FECHA DE FABRICACIÓN:
Martes, 8 de mayo de 2018

FECHA DE ENSAYO:
Jueves, 14 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

TIPO DE EMULSIÓN

CR-5



Deformación total al final del ensayo

25811 µm

V20/05 176 µm/min

V75/90 112 µm/min

V105/130 19 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el colador conector. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECIDA 1.5% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma F-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Fijado:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franco Justino Rodríguez Ballesteros
NOMBRE DE INVESTIGACIÓN INVARIANTES

Recibido:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francisco Justino Rodríguez Ballesteros
DIRECTOR GENERAL INVARIANTES 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
OFICINA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Surte F. Bogotá D.C., Tel: 3 5000000 ext. 1291, Fax: 3 63 60337, Nit: 899.225.390-8

mañes, 9 de mayo de 2018
jueves, 14 de junio de 2018

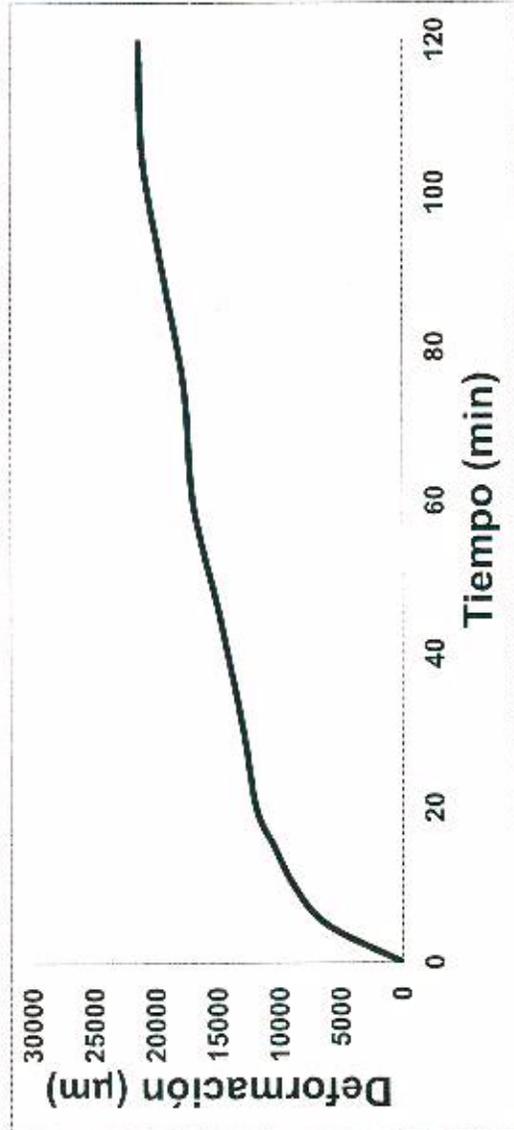
CONVENIO: 059 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN:
RAPS0-05-01-0-03-72
FECHA DE ENSAYO:

MIXTA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF-20

TIPO DE EMULSIÓN

CRI-1



Deformación total al final del ensayo

21.031 µm

VBI/05 1.20 µm/min

V75/70 1.17 µm/min

V135/120 1.8 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	1.8 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 20°C	1.5 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 25°C	2.0 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 1.5% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C (como lo estipula la norma 8.756. La presión de contacto fue de 900 kN/m²

Observaciones:
Leónid:
Firma:
Nombre:
Cargo:

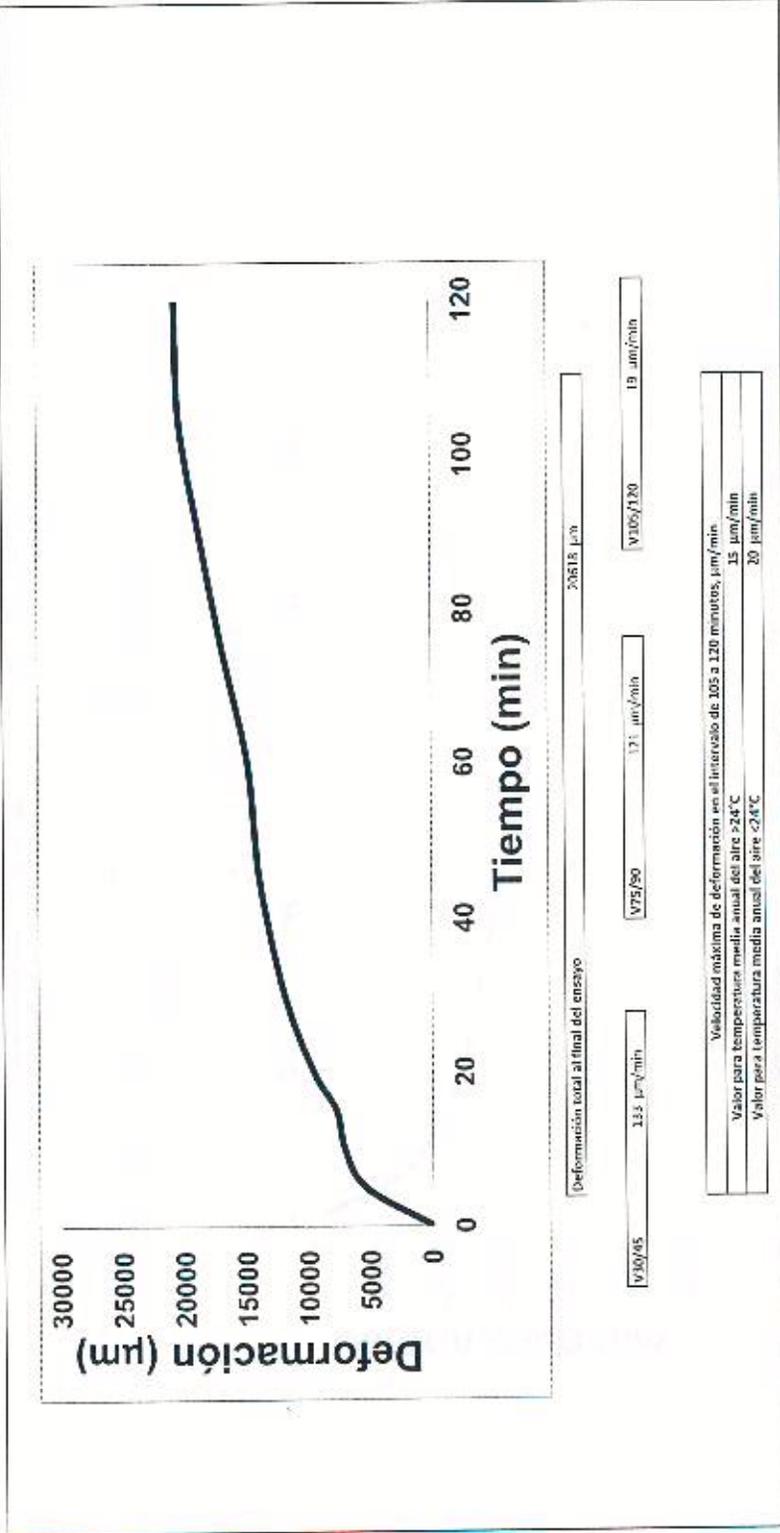
Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

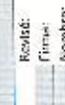
Gra 11 No. 101 - BU, bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, fax: 3-6370537 - MIT-800-225-3402-8
 CONVENIO 469 DE 2017
 FOMSPDES, 5 DE 15 DE 13

FECHA DE FABRICACIÓN: martes, 8 de mayo de 2018
 FECHA DE ENSAYO: viernes, 14 de junio de 2018

MUESTRA: MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV
 MDf-20
 TIPO DE EMULSIÓN: CR-1



OBSERVACIONES:
 La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roler compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDf-20 con contenido de RAP 50% y REJUVENECEDOR 1.5% con emulsión 5.5% de ROMPIEMIENTO LENTO preparada por la UMV para el desarrollo de CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma F-756. La presión de contacto fue de 500 KN/m².

Realizó: 
 Firmó: 
 Nombre: FRANCISCO ESTEBAN BALLESTEROS
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PASAPASENTO

Realizó: 
 Firmó: 
 Nombre: DEIVIS RIVERA ORTIZ
 Cargo: DIRECTOR GENERAL 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería



LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL - GEOTECNIA

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel.: 3002000 ext. 2292, Fax: 3-670557, NIT: 800 275 340-8

Revista, 7 de mayo de 2018
miércoles, 13 de junio de 2018

CONVENIO 469 DE 2017
80950-15-103-E-23

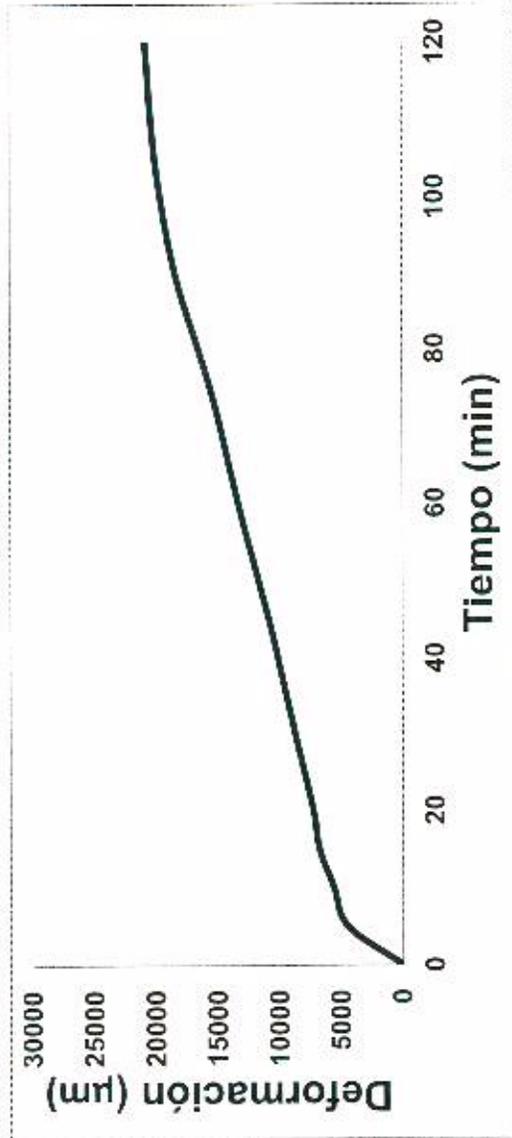
FECHA DE EMISIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CRL 1

TIPO DE EMULSIÓN

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDI - 20



Deformación total al final del ensayo

29524 µm

Valor/45 142 µm/min

Velocidad 175/90 150 µm/min

Velocidad 1105/120 34 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	34
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RMP 50% y RENUNERADOR 1% con emulsión 5,5% de ROMPIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Ejecutó:
Firmó:
Norma:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE VIBRACIÓN A LA OPERACIÓN PÁVIDA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INFRAVITA PÁVIDA
DEL INGENIERO DE INVESTIGACIÓN INV. F. 2017 - 17



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá, D.C., Tel.: 5900000 ext. 1201, Fax: 46370557, Nit: 800.225.340 8

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAPSO-E.S. R1 E1 P2

FECHA DE FABRICACIÓN:

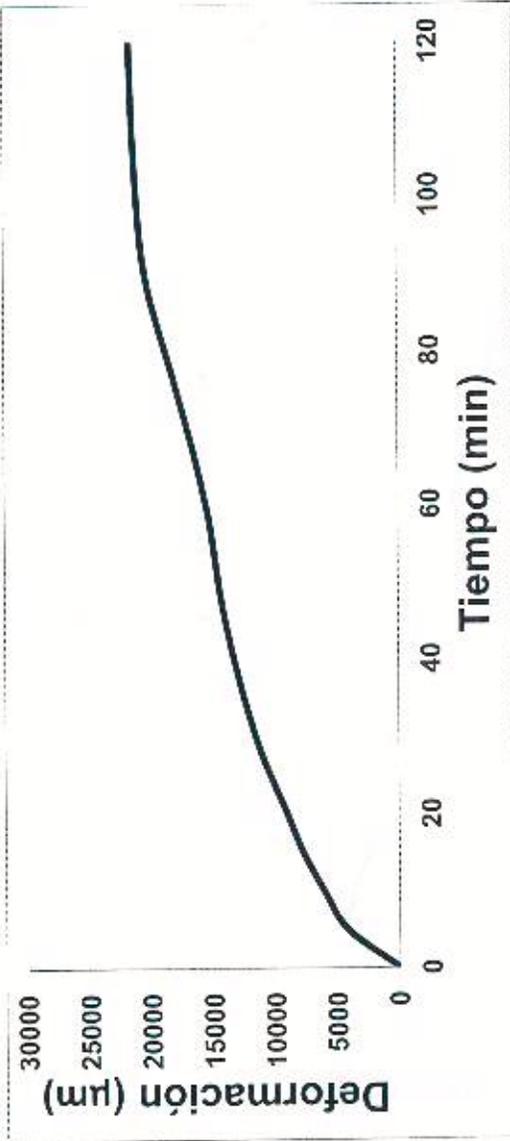
lunes, 7 de mayo de 2018
miércoles, 13 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF: 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR1-1



Deformación total al final del ensayo: 21600 µm

VIBRAS: 153 Emulsión

V75/90 169 µm/min

V105/120 25 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	25
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50% y RELLEVENEDEDG 10% con emulsión 5,5% de BOMBIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 KN/m².

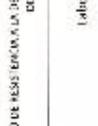
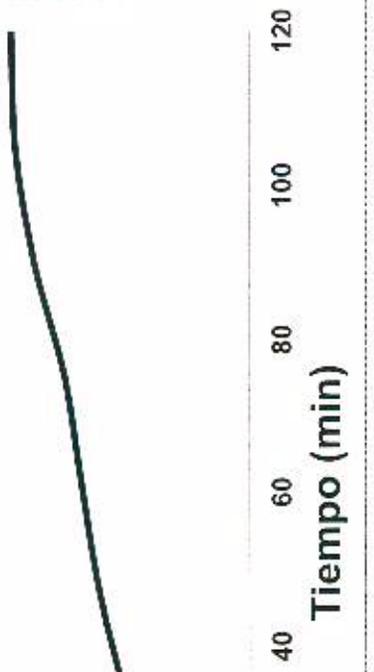
OBSERVACIONES:

Firma:
Número:
Cargo:

Firma:
Nombre:
CARGO: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
CARGO: DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>ESQUEMA RESUMIDO DE LA DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS ASISTIDAS DURANTE LA PRUEBA DE ENSAYO DE LOGO (MDF-20) - (SCL-1)</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>								
<p>Pro 11 No. 201 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6500557 - N.I. 9001 225 369-8</p>										
<p>SOLICITUD: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO AÑO DE 2017: MAPS-ES-5-13-E2-P3</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENVÍO:</p>								
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY</p>										
<p>IND - 20</p>										
<p>TIPO DE EMULSIÓN</p>										
<p>SCL-1</p>										
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 28000 µm</p> <table border="1" data-bbox="1023 1323 1185 1533"> <tr> <td>V30/45</td> <td>175 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>28 µm/min</td> </tr> <tr> <td>V75/90</td> <td>166 µm/min</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min: 28 µm/min Valor para temperatura media anual del aire <24°C: 15 µm/min Valor para temperatura media anual del aire <24°C: 20 µm/min</p>			V30/45	175 µm/min	V105/120	28 µm/min	V75/90	166 µm/min		
V30/45	175 µm/min	V105/120	28 µm/min							
V75/90	166 µm/min									
<p>Observaciones:</p>										
<p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el hollero conector. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de BAP 50% y REJUVENECEDOR 3% con emulsión 5.5% de ROMPIIMIENTO LENTO proporcionado por la UMG para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 50°C como lo estipula la norma E-736. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p> <p>Revisó:  Firma: Oscar Javier Reyes Ortiz Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz Cargo: DIRECTOR GENERAL DE 469 DE 2017</p>										



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTOS DE LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN LOS MATERIALES ASFÁLTICOS SELECCIONADOS EN LA PRUEBA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN TIPO LUMV

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 161 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: 55000000 Ext. 1293, Fax: 55000000 Ext. 3400-8

SOLICITUD:
MULTIPLIC

CONVENIO 469 DEL 2017
RAP-2015-5-31-FI-PB

lunes, 7 de mayo de 2018
mañana, 12 de junio de 2018

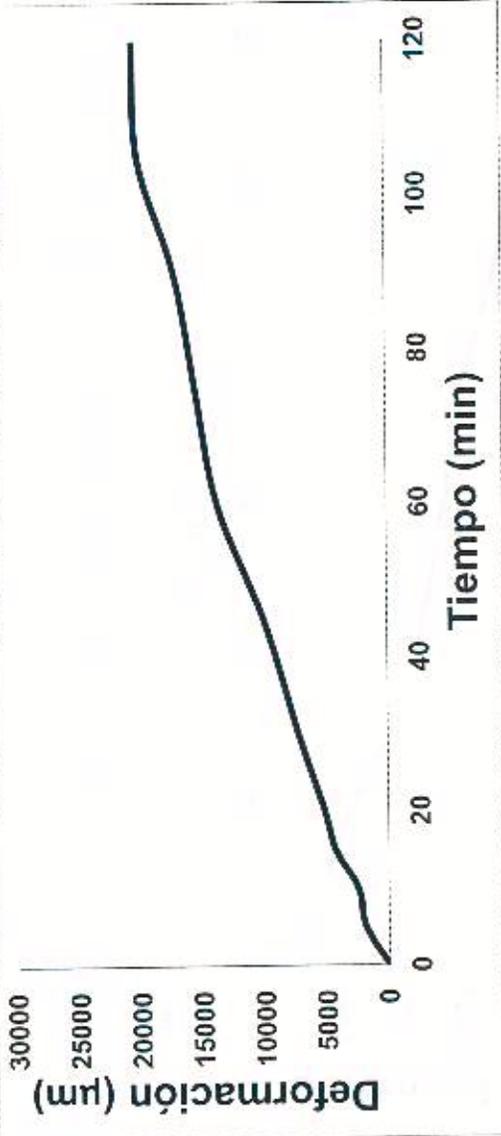
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO LUMV

MDI: 20

TIPO DE EMULSIÓN

CIL-4



Deformación total al final del ensayo

24000 µm

V30/45 185 µm/min

V75/90 110 µm/min

V105/120 74 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min

15 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire t_{air}

Valor para temperatura media anual del aire t_{air}

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 50% y REHUVENECEDOR 1% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la LUMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como se estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m²

Operario:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Operario:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Operario:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Operario:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MATERIAS PLÁSTICAS Y COMPOSICIONALES

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 14 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6588000 ext. 1293, Fax: 1 65879597, RH: 890 225 300-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAPS-043-9-08141-02

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

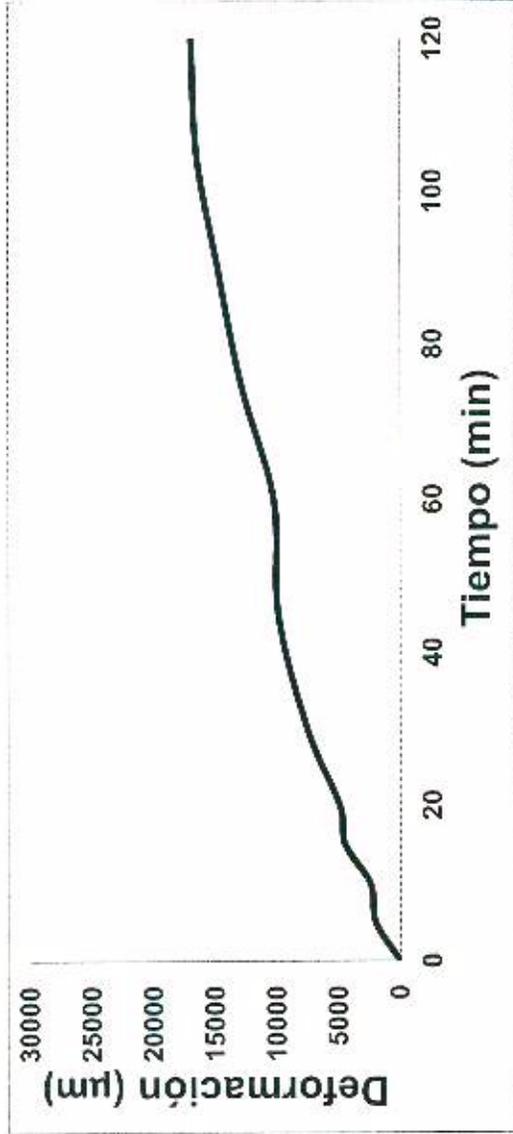
Junio, 7 de mayo de 2018
marzo, 17 de julio de 2018

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV

MDF- 20

TIPO DE EMULSION

CRU-1



Deformación total al final del ensayo

16892 µm

V30/45

127 µm/min

V75/90

126 µm/min

V105/120

51 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 30s a 120 minutos, µm/min	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	30 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rolar compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el plan para la mezcla MDF-20 con contenidos de RAO 50% y BLENDEDOR 1% con emulsión 5.5% de BOMBIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 KN/m²

Elaboró:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oscar Iván Reyes Ortiz

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES DE 2017



INSTRUMENTO RESOLUCIÓN A LA OBSERVACIÓN PLÁSTICA DE LAS MASAS ASPÁLTICAS MEDIANTE LA PISA 4
DE TIPO DE LA 400040860000 T - 750-13

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería



Laboratorio de Ingeniería Civil - Secretaría

Cra 11 No. 101 - 80, Buzaque F. Bogotá D. C., Tel: +573055577, Fax: +573055577, MIT: 900.225.340-8

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAPS-045-5-31-FI-71

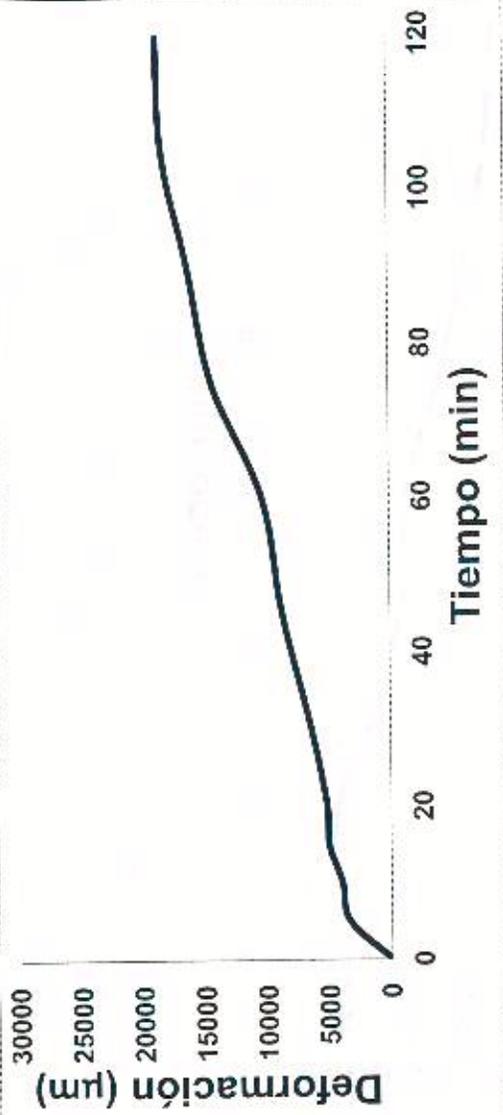
lunes, 7 de mayo de 2018
martes, 12 de junio de 2018

MF70LA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF: 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR. 1



Deformación total al final del ensayo: 18850 µm

V30/45: 155 µm/min

V75/90: 135 µm/min

V105/120: 65 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La masa asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido por RAP 50% y REUVENECORR 2% con emulsión 5.5% (se ROMPIE LENTO en el laboratorio por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017, a temperatura de ensayo fue 60°C como la estipula la norma E-736). La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francieli Jassine Rodríguez Ballesteros
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Diego Iván Reyes Ortiz
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INstituto de Investigación y Desarrollo de Materiales y Tecnología Metálica MEDMATEC S.A.S.
DE INGENIERÍA DE MATERIALES Y TECNOLOGÍA METÁLICA MEDMATEC S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil - Soledad



Cra 71 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-5370557 INT. 800.275.340.8

SOLICITUD:
MUESTRA

COMPROBANDO DE 2017
849139-00-0-0-0-0-0-0

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

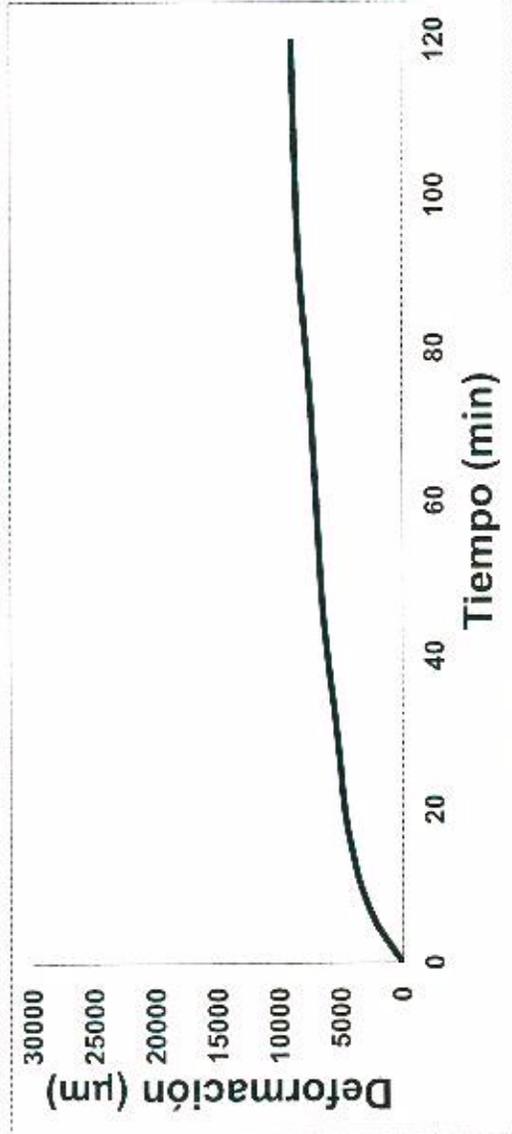
Miércoles, 4 de mayo de 2017
viernes, 18 de mayo de 2017

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CRL 1



Deformación total al final del ensayo

8905 µm

V30/45

72 µm/min

V75/90

53 µm/min

V200/230

17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el disco para la mezcla MDf-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 3% con emulsión 6,0% de BOMBIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del COMVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oscar Javier Reyes Ortiz
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

CONVENIO DE RESERVA A LA DEDICACIÓN PUESTA DE LAS MATRIZAS ASISTIDAS POR LA LEY 4
DE 2010 DEL TRABAJO (ART. 145 - 22)

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica

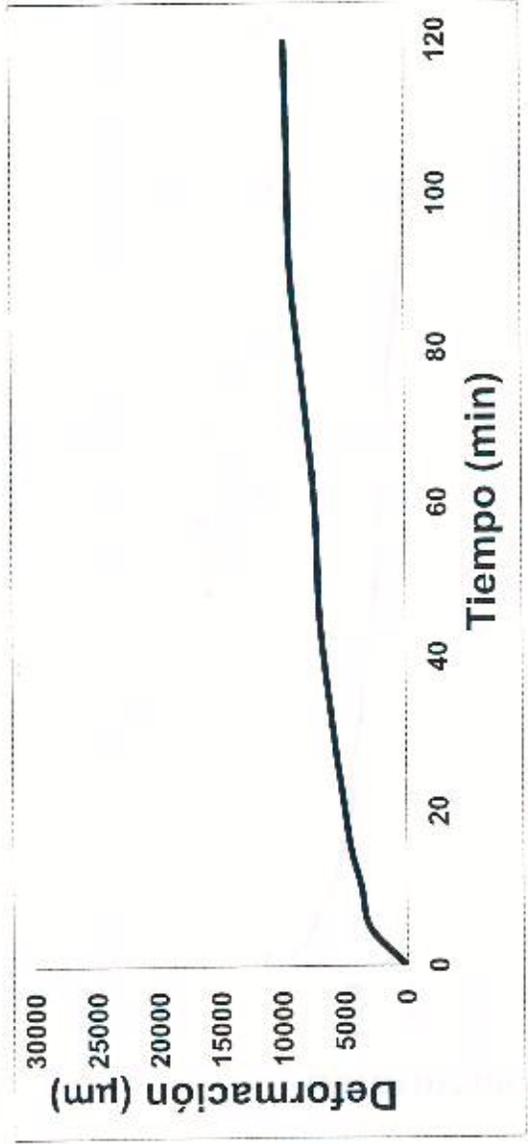


Cra. 11 No. 181 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 1791, Fax: 1-5370551, INT. 800.225.340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN: viernes, 4 de mayo de 2018

MUESTRA: 90493040030C542295
PLUMA DE ENSAYO: viernes, 26 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMMV M01 - 20
TIPO DE ENVOLUCIÓN: CIR 1



Deformación total al final del ensayo: 9633 µm

VEB/45: 72 µm/min V75/90: 65 µm/min V105/120: 16 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla estática fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla M01-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 3% con emisión 6,0% de EDMPIMIENTO LENTO al rotor, onado por la UMMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Realizó:

Firma: Oscar Jairo Reyes Ortiz
Nombre: Oscar Jairo Reyes Ortiz
Cargo: DIRECTOR CONVENIO 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ESLABO DE RESPUESTA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO LA BETA
DE ENSAYO DE LABORATORIO DEL E-204-21

Laboratorio de Ingeniería Civil - Guatuzá



Cra 11 No. 101 - 83, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 8500000 ext. 2493, Fax: 1 6370557 - Nit: 800.225.304-8

SOLICITUD:

MEJESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017

FECHA DE FABRICACIÓN:

RAH300-15-05-3-2-PI

FECHA DE ENCAVO:

viernes, 4 de mayo de 2018

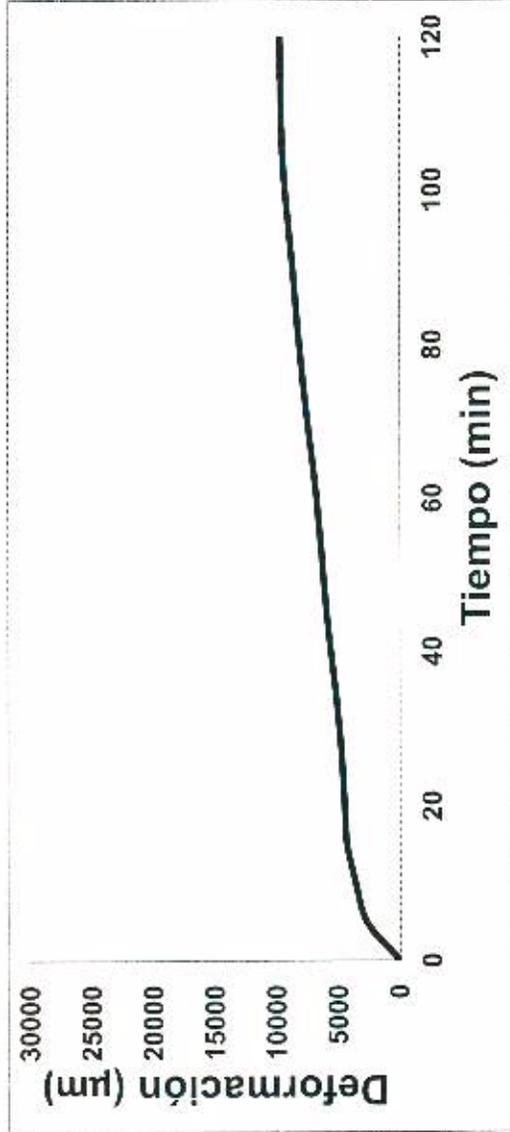
viernes, 18 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MUF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR1-1



Deformación total al final del ensayo

9725 µm

V30/45

59 µm/min

V75/90

58 µm/min

V105/120

34 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 3% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMN para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-796. La grava de contacto fue de 900 g/m^2

Fuecú:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Francohustre Eduardo Cárdenas Ballabatos
NOMBRE DEL INGENIERO RESPONSABLE

Revisó:
Firma:

Nombre:

Cargo:

Diego Iván Reyes Ortiz

DIRECCIÓN GENERAL DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INstituto de Investigación y Desarrollo de Materiales y Cerámicas
Laboratorio de Ingeniería Civil Geotécnica



Cra 11 No. 301, 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: +57 370 5577, Fax: +57 370 5577, Nit: 800.225.262/8

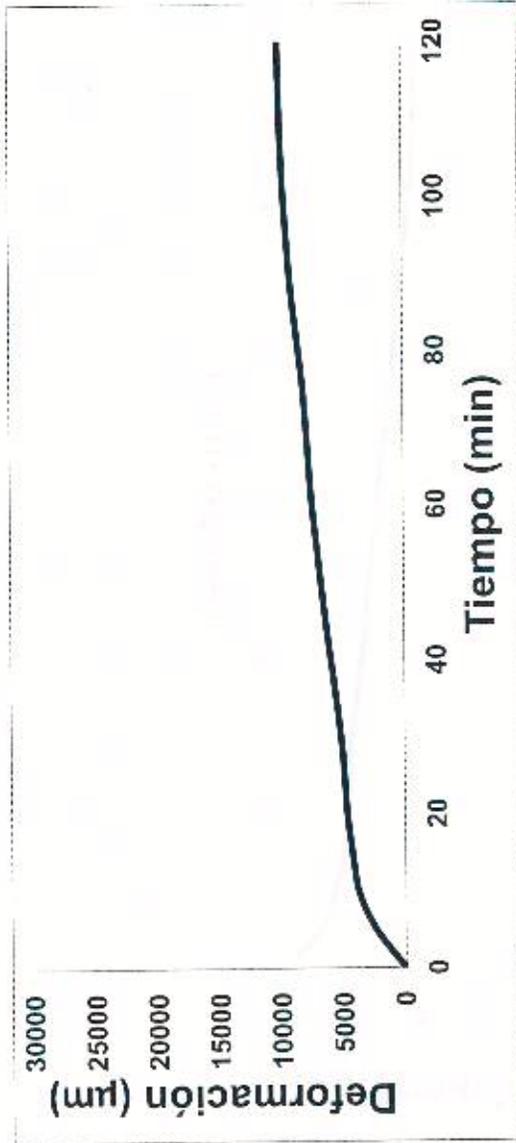
viernes, 10 de mayo de 2018
A las 17:00 de mayo de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 469 DE 2017
BAP-100-ES-AL-CE-EL-PS

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO LHMV MDF 30 CR-11 TIPO DE EMULSION

SOLICITUD:
MUESTRA



Deformación total al final del ensayo

9964 µm

V30/40 80 µm/min V75/90 70 µm/min V105/120 17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 102 a 120 minutos, µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C 15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C 20 µm/min

OBSERVACIONES:

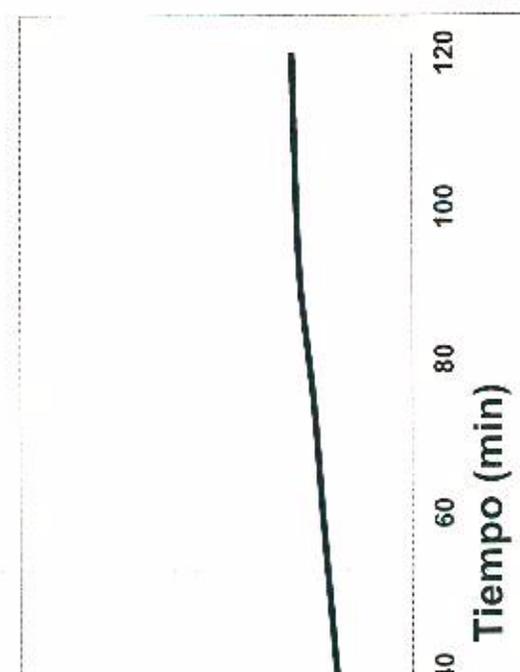
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por inyección en la mezcladora y el taller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 300% y CEMENTO 3% con emulsión 0.0% de BOMBIMIENTO LENTO proporcionado por la UMG para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 2000 kN/m².

Fuecub:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francisco Justino Escobar Castellanos Balistrero
ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN INGENIEROS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oliver Villar Real
DIRECTOR GENERAL DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>TRONCO DE REFERENCIA LA DE OBRAS CIVILES DE LAS ESCUELAS ASISTENTES MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO 805 7-75-11</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>												
<p>Cra 23 No. 101 - 90, Bloque 7, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 1203, Fax: 1-6370557, Nit: 800.225.340-8</p>														
<p>SOLICITUD: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 409 UL 2017 RADIUM EG.03 CS EL P2</p>	<p>FECHA DE FABRICACION: FLOTACIÓN EN LAOYO:</p>												
<p>MUESTRA:</p>	<p>MDF: 20</p>	<p>TIPO DE EMULSION EM-1</p>												
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>30000 25000 20000 15000 10000 5000 0</p> <p>Deformación (µm)</p> </div> <div style="flex: 2;">  <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Tiempo (min)</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>Deformación total al final del ensayo: 5745 µm</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>VAD/45</td> <td>55 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>72 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>27 µm/min</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> <td>15 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> <td>20 µm/min</td> </tr> </table> </div>			VAD/45	55 µm/min	V75/90	72 µm/min	V105/120	27 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min		Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min
VAD/45	55 µm/min	V75/90	72 µm/min	V105/120	27 µm/min									
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min														
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min													
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min													
<p>OBSERVACIONES:</p>	<p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el disco para la mezcla MDI-20 con contenido de BHP 1000% y CEMENTO 3% (con espesor 6.0% de RODAMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 409 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 61°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p> <p>Revisó: Francisco José López Espinosa Ballesteros Nombre: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN INVESTIGATIVOS Cargo:</p> <p>Revisó: Francisco José López Espinosa Ballesteros Nombre: DIRECTOR INVESTIGATIVOS Cargo: DIRECTOR INVESTIGATIVOS DEL 2017</p>													



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

USADO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS SULFÁNICAS Y LA PISA
EL ASFALTO DE LABORATORIO REV. E - 745 - 35



Cra 11 No. 101 80, Bloque I, Bogotá D.C., Tel.: 5500000 ext. 3291, Fax: 14370557, Nit: 800.225.300-8

SOLUCIÓN: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

VEN: 4 de mayo de 2018

FECHA DE LABORATORIO: 17 de mayo de 2018

CONVENIO ACS DE 2017

FECHA DE FABRICACIÓN:

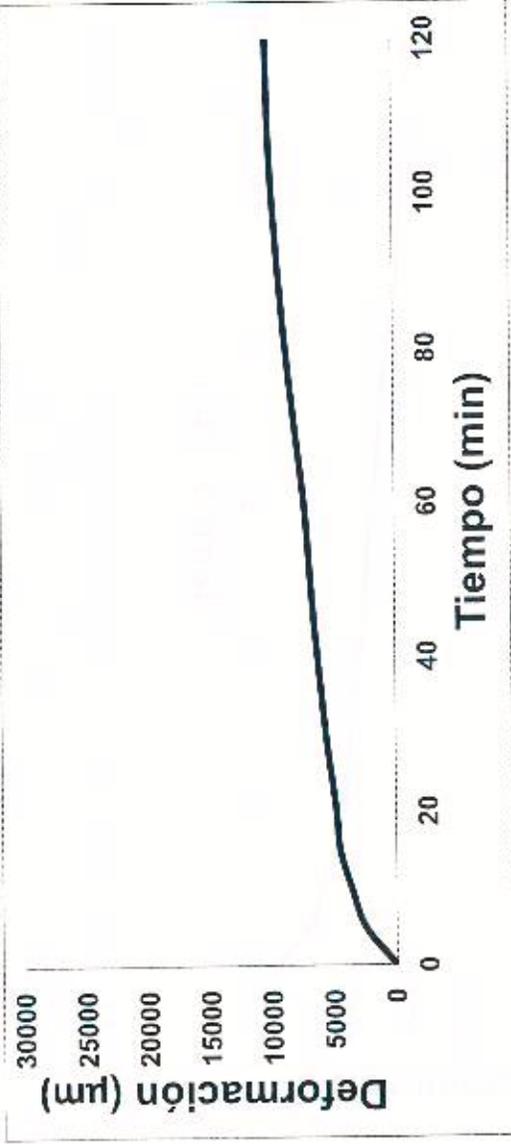
EMPIEZO DEL CS EL 21

FECHA DE ENSAYO:

MDA - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CRL-1



Deformación total al final del ensayo: 10157 µm

V30/45: 62 µm/min

V75/90: 61 µm/min

V105/120: 17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min: 15 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire a 24°C: 20 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire a 24°C: 20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el Gserio para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 3% con emisión 50% de BOMPIEJIDO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO ACS DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 KN/m2

Firmado:

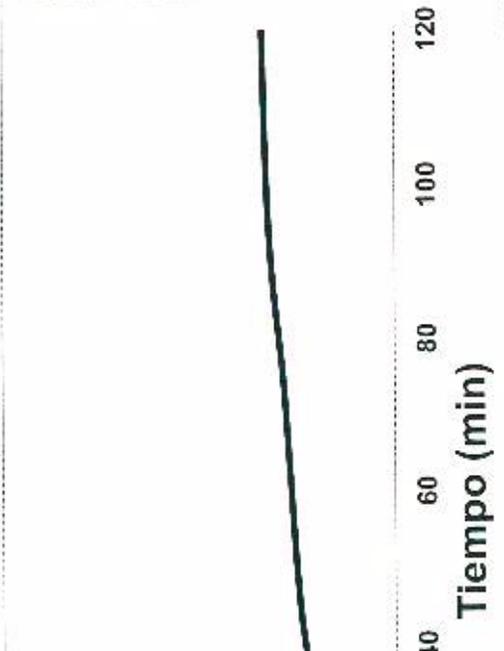
Nombre: FRANCISCO JUSTINO

Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:

Nombre: OSCAR IVÁN REYES

Cargo: DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>LOGO DE RESERVA DE LA DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES RESULTANTES MEDIANTE LA RED DE ENFERMEDADES TOROCHET - 76-11</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>
<p>Ura 11 No. 301 - 80, Bogotá D.C., tel: 1-6500000 ext. 1701, fax: 1-8570557, MIL 8001225-169-8</p>		
<p>SOLICITUD: MUESTRA:</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 RAP-200-14-9-42-42-93</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>		
<p>MDP - 20</p>		<p>TIPO DE EMULSIÓN</p>
<p>CR. 3</p>		
 <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p>		
<p>Deformación total al final del ensayo: 10746 µm</p>		
<p>V30/45</p>	<p>87 µm/min</p>	<p>16 µm/min</p>
<p>V75/90</p>	<p>64 µm/min</p>	<p>V105/210</p>
<p>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 210 minutos, µm/min</p>		
<p>Valor para temperatura media anual del aire 24°C</p>		
<p>Valor para temperatura media anual del aire 24°C</p>		
<p>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 210 minutos, µm/min</p>		
<p>Valor para temperatura media anual del aire 24°C</p>		
<p>Valor para temperatura media anual del aire 24°C</p>		
<p>CONSERVACIONES:</p> <p>La muestra asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDP 20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 2% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p>		
<p>Revisó:</p>	<p>Firma:</p>	<p>Revisó:</p>
<p>Nombre:</p>	<p>Francochet Bustos Luis Carlos</p>	<p>Nombre:</p>
<p>Cargo:</p>	<p>AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PATRIALUIS</p>	<p>Cargo:</p>
<p>OSCAR BOLIVAR BUSTOS DIRECTOR GENERAL 069 DE 2017</p>		



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TRABAJO DE BUSQUEDA A LA DEFENSA NACIONAL Y PUESTA AL DÍA DE LAS NECESIDADES DEL EJERCITO NACIONAL
INSTRUMENTO DE LABORATORIO REV. 1 2013

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

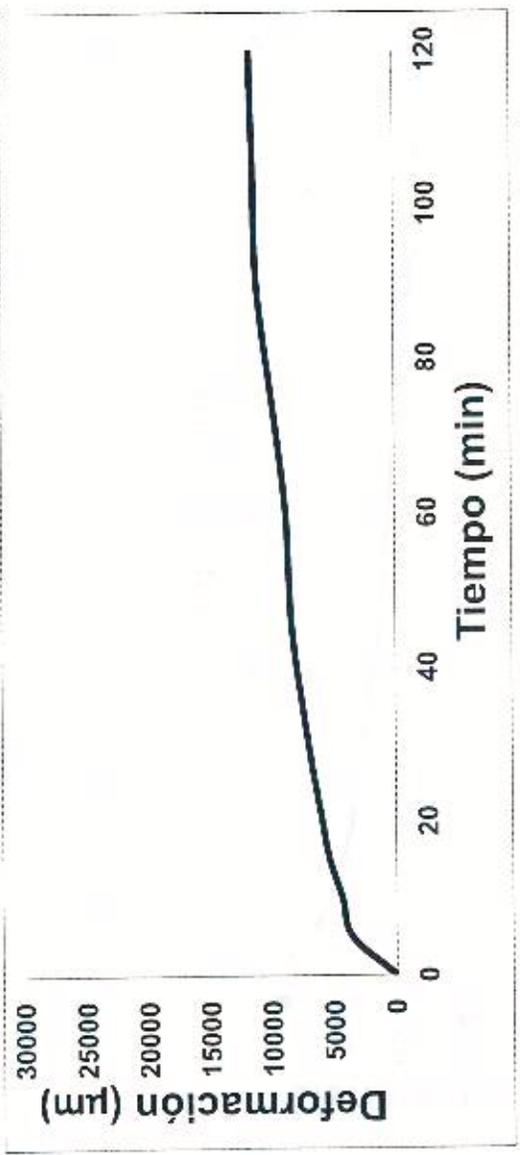


Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: +573008000 ext. 3253, Fax: 1-65700567 - INT. 8600 715 340-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DEL 2017
FECHA DE FABRICACIÓN: ABRIL 2017

MUESTRA: RAP100-50(0-2)-F3-B3
FECHA DE ENSAYO: 15 de mayo de 2018

MEZCLA ASFALTICA TIPO UIMV
MDI - 20
TIPO DE EMULSION
CIR-1



Deformación total al final del ensayo 11500 µm

V200/90 87 µm/min V275/90 78 µm/min V3100/120 16 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roler compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 2% con emulsión 5.0% de BOMPIMENTO LENTO proporcionado por la UIMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 50°C como lo establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m².

Observaciones:

Ejecutor: FRANCISCO JUSTINO LOPEZ
Firma: [Signature]
Nombre: FRANCISCO JUSTINO LOPEZ
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Revisó: [Signature]
Firma: [Signature]
Nombre: Oscar Javier Hernández
Cargo: DIRECTOR EQUIPAMIENTO DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENUNCIADO DE RESOLUCIÓN DE LA COMISIÓN JURÍDICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRUEBA
DE ENSAYO DE LABORATORIO INTEL - 064 - 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., T.S.J. 1 5520000 ext. 1291, FAX: 1 63 70557 - Nit: 800.225.740-9

SOLICITUD:

PRUEBA:

COMPANIC 469 DE 2017

849300-65-05-2-0-0-1

FECHA DE FABRICACION:

16 de mayo de 2018

FECHA DE ENSAYO:

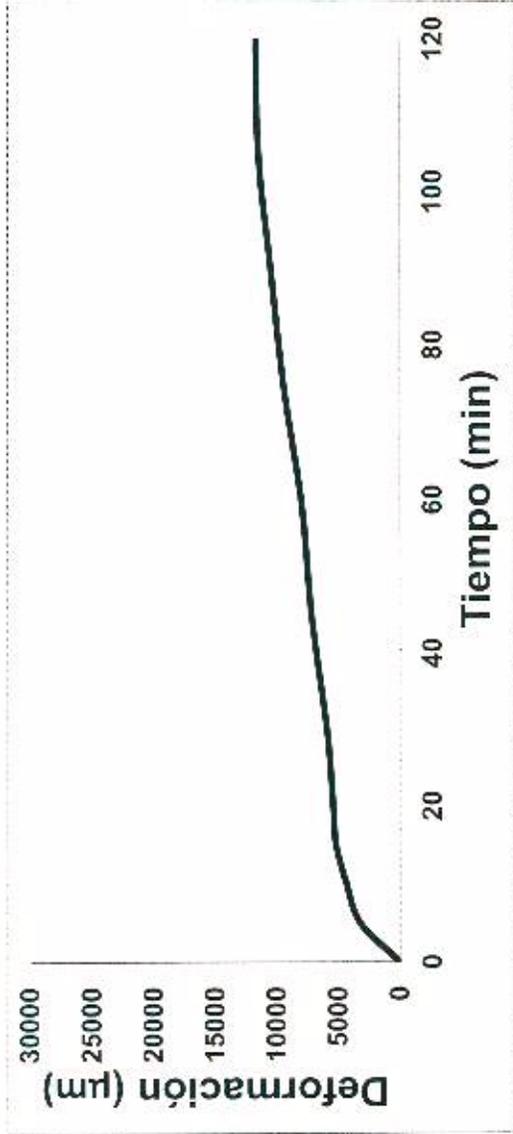
16 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF-20

TIPO DE EMULSION

UR-1



Deformación total al final del ensayo

11714 µm

V.30/45 93 µm/min

V.75/90 70 µm/min

V.105/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller-compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 2% con emulsión E.005 en BOMBIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 50°C como lo estipula la norma E-736. La presión de contacto fue de 700 kN/m².

Electro:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Franceth Lucinea Eduardo Carrasquero Balcaros
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Revisó:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Diego Andrés Torres Ortiz
DIRECTOR DE INVESTIGACIONES



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TRANSFERENCIA DEL RESULTADO DE LA DEFORMACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS TIPO UNIV
AL ESTADO DE LOGRADO EN EL 17 DE MAYO DE 2018

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 8500000 ext. 2292, Fax: 1-6570557. NIT: 800.225.380-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
EAP1004EEB-02-E1-PE

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

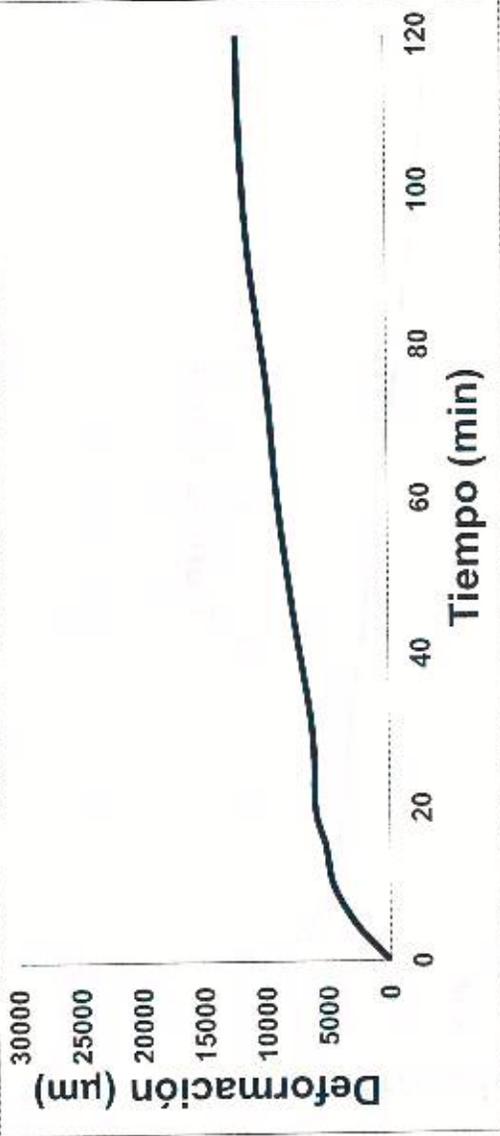
Jueves, 3 de mayo de 2018
Martes, 15 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF: 20

TIPO DE EMULSION

CR1-1



Deformación total al final del ensayo

11942 µm

V30/45 96 µm/min

V75/90 85 µm/min

V105/120 17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 2% en emulsión 60% de ROMPIAMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como la establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

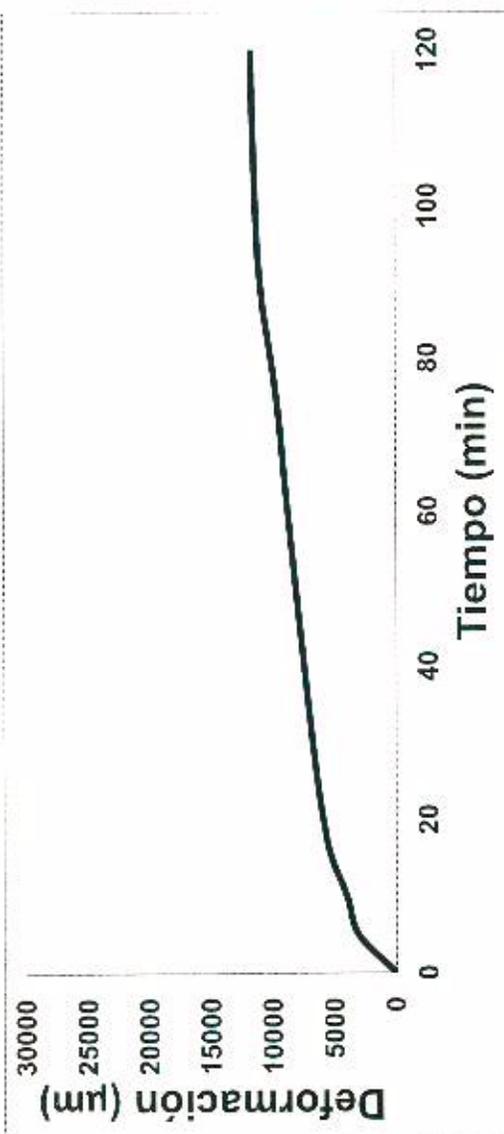
Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francoeur Justine Páez Rodríguez
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Diego Javier Reyes Chila
DIRECCIÓN GENERAL DE 2017

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	MUESTRO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA LAS MUESTRAS AL USAR INFLUJANTE LA MUESTRA DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 176 - 15 Laboratorio de Ingeniería Civil - Sección de Geotecnia	 Grupo de Investigación Geotecnia	
Cra. 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 1391, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340 8			
SOLICITUD: MUESTRA:	CONVENCIO ABE DE 2017 MAP100-E5-0-C7-E1-P2	FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:	jueves, 3 de mayo de 2017 martes, 15 de mayo de 2017
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UIMV		MDF - 20	TIPO DE EMULSION CAL-1



Deformación (µm) vs **Tiempo (min)**

V30/45	0,7 µm/min	V75/90	8,7 µm/min	V105/120	17 µm/min
--------	------------	--------	------------	----------	-----------

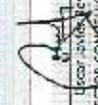
Deformación total al final del ensayo: 11714 µm

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min Valor para temperatura media anual del aire >24°C Valor para temperatura media anual del aire <24°C	15 µm/min 20 µm/min
--	------------------------

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet controlados. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenidos de RAP 100% y CEMENTO 2% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO, proporción de ensayo por la UIMV para el desarrollo del CONVENIO ABE DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Firmado: Firmas de los Ingenieros Encargados de los Bancos de Muestras AUXILIAR DE MUESTREO CALVIN PARRAMONTOS	Revisado: Firma: Nombre: Cargo:
--	--


 Director del Laboratorio de Geotecnia
 DIRECCIÓN LABORATORIO GEO 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PEDA
DE ENSAYO DE LABORATORIO Nº 4 756 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

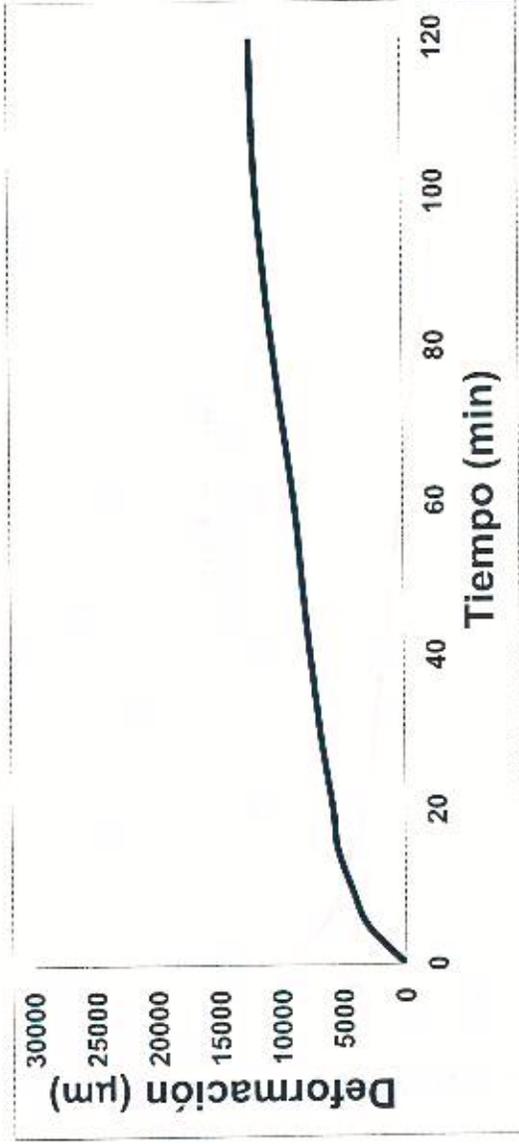


Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 900.775.340.8

Añeos, 3 de mayo de 2018
Martes, 25 de mayo de 2018

SOURCE: CONVENIO 469 DE 2017
MUESTRA: RAPIDO-LAS-3-E-491

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UINIV INOT - 20 TIPO DE EMULSIÓN CR - 1



Deformación total al final del ensayo 12202 µm

V30/AS 16 µm/min V75/90 73 µm/min V105/120 36 µm/min

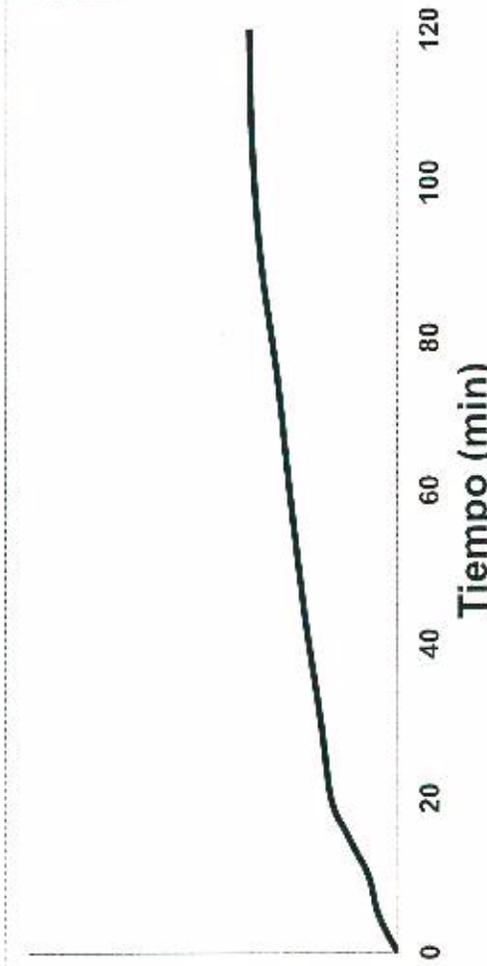
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet computador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE 20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 2% con emulsión 6.0% de BOMPIMENTO LENTO proporcionado por la UINIV para el ensamble del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

OBSERVACIONES:

Realizó:
Firmó:
Nombre: Francisco Javier Espinoza Castellanos Ballesteros
CARGO: AUXILIAR DE INVESTIGACION PAV/MA/105

Realizó:
Firmó:
Nombre: Oscar Jairo Reyes Ortiz
CARGO: DIRECTOR GENERAL DE I+D+D

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>ENSAYOS RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, HORMIGÓN ARMADO EN PERFILES METÁLICOS MEDIANTE LA PESA DE BARRA DE ACERO (BOYDIN) - ISE 13</p> <p>Administración de Ingeniería Civil - Geotecnia</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>																								
<p>Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., tel: 1-6040000 ext. 1291, Fax: 1-6070057 NIT. 800.275.340-8</p>																										
<p>SOLICITUD: MULS 19A</p>	<p>CONVENIO 468 DE 2017 SMP1004ES-04-C-1F5-F3</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO: CR: 2</p>																								
<p>MEZCLA ASFALTICA TIPO UMW</p>																										
<p>MDT - 20 TIPO DE EMULSIÓN</p>																										
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 11076 µm</p> <table border="1" data-bbox="1023 1323 1169 1512"> <tr> <td>VALOR</td> <td>93 µm/min</td> <td>175/90</td> <td>87 µm/min</td> <td>VD05/120</td> <td>35 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> </tr> </table>			VALOR	93 µm/min	175/90	87 µm/min	VD05/120	35 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire >24°C						Valor para temperatura media anual del aire <24°C					
VALOR	93 µm/min	175/90	87 µm/min	VD05/120	35 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire >24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire <24°C																										
<p>OBSERVACIONES:</p>																										
<p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDT 20 con contenido de RAP 100% y cemento 1% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 468 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C controlada en la norma L-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p> <table border="1" data-bbox="1299 1680 1396 1806"> <tr> <td>Elaboró:</td> <td>Revisó:</td> </tr> <tr> <td>Firmó:</td> <td>Firmó:</td> </tr> <tr> <td>Nombre:</td> <td>Nombre:</td> </tr> <tr> <td>Cargó:</td> <td>Cargó:</td> </tr> </table> <p>ALUMNOS DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS</p>			Elaboró:	Revisó:	Firmó:	Firmó:	Nombre:	Nombre:	Cargó:	Cargó:																
Elaboró:	Revisó:																									
Firmó:	Firmó:																									
Nombre:	Nombre:																									
Cargó:	Cargó:																									



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN LASERADO CON FIBRAS DE CARBÓN ACTIVADO Y AGUAS RESIDUALES DE PETRÓLEO
EN TORNO DE LABORATORIO N° 753 - 3

Laboratorio de Ingeniería Civil Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 2291, Fax: 1-6500557, NIT: 800.225.340-8

mércoles, 2 de mayo de 2018
Lunes, 14 de mayo de 2018

CONVENIO 469 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN: 14/05/2018
FECHA DE ENSAYO: 14/05/2018

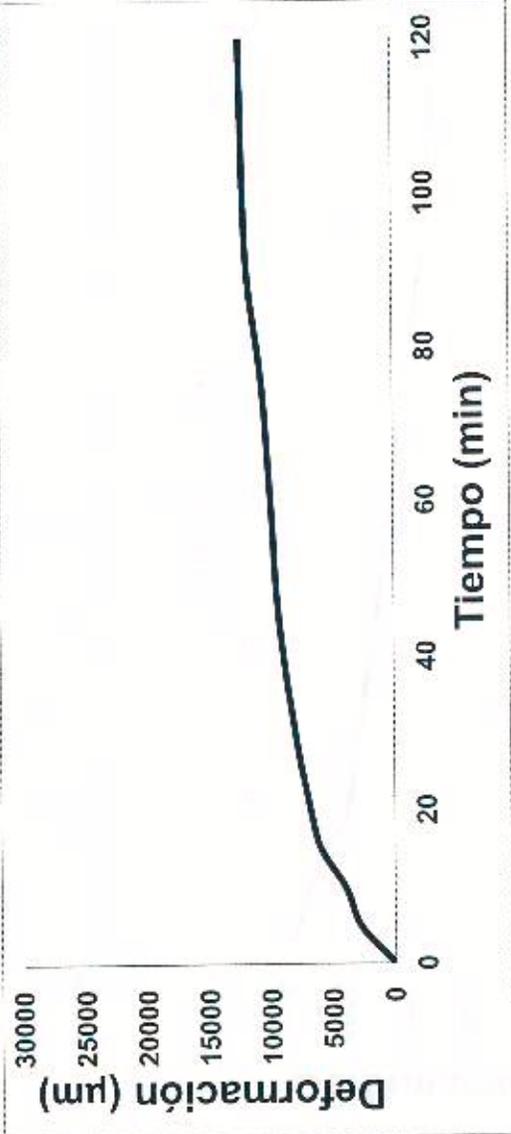
SOLICITUD:
MUESTRA:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UIMV

MDF - 70

TIPO DE EMULSIÓN

CRI-1



Deformación total al final del ensayo 17304 µm

va0/as 87 µm/min

v75/90 78 µm/min

v105/120 13 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

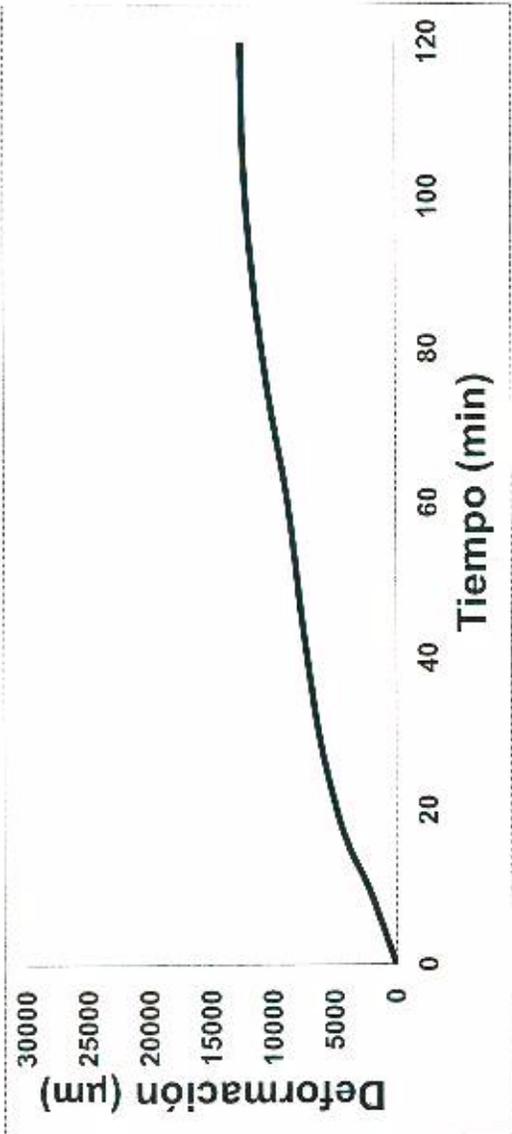
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rolar compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 1% con emulsión 6.0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UIMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma L-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma: [Firma]
Nombre: FRENEDIL JUSTINE ESPINOZA CASARENO
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma: [Firma]
Nombre: OSCAR JETER ESPINOZA
Cargo: INGENIERO CONSULTOR DE 2017

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	CENTRO DE RESISTENCIA Y DEFORMACIÓN PATRIAL DE LAS MILICIAS AL COMANDO EN JEFE EL CUARTO DE LAS BOMBAS NO. 1 297 - 33 Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia	 Grupo de Investigación Geotecnia
Cra. 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1297, Fax: 1-6376557, NIT: 300.225.340 8		
SOLUCIÓN: MUESTRA:	COMPROBIO 465 DE 2017 RAV100-L6-0-C1-E2-PI	HUYA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:
MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV		LUL-1
TIPO DE EMULSION:		LUL-1



Deformación (µm) vs **Tiempo (min)**

V30/45	91 µm/min	V75/90	80 µm/min	V105/120	16 µm/min
Deformación total al final del ensayo: 27567 µm					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min: 15 µm/min Valor para temperatura media anual del aire >24°C: 20 µm/min					

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 1% con emulsión 6,0% de BOMBIMIENTO LENTO proporcionada por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 465 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-736, la presión de contacto fue de 900 kN/m².

Licencia: Firma: Nombre: Cargo:	Revisó: Firma: Nombre: Cargo:
Francisco Justino Galindo García Ramos Ballesteros AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS	Oscar Javier Reyes Díaz DIRECTOR COMANDO EN JEFE DE 3017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LAS FUERZAS ARMADAS COLOMBIANAS



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1201, Fax: 1 6520557. Nit: 800 225 346-8

mércoles, 2 de mayo de 2018

viernes, 11 de mayo de 2018

CUR-1

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMY

MDF-20

TIPO DE EMULSION

MDI-20

FLICHA DE FABRICACION

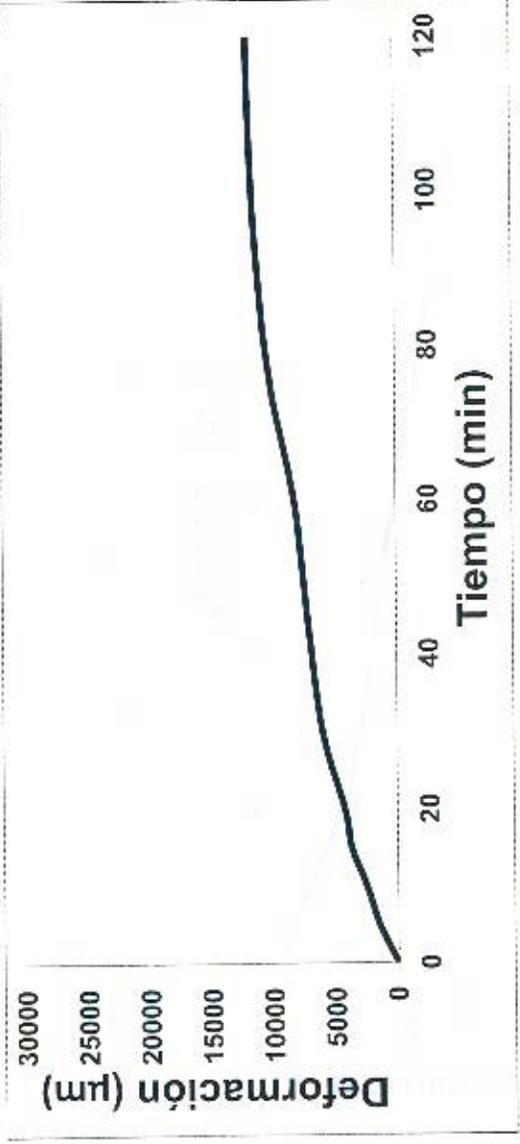
FECHA DEL ENSAYO

CONVINO 453 DE 2017

RADION 56, C11 11 P3

SOLICITUD:

MUESTRA:



Deformación total al final del ensayo: 23897 µm

V30/05: 80 µm/min

V75/90: 88 µm/min

V105/120: 17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 30s a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

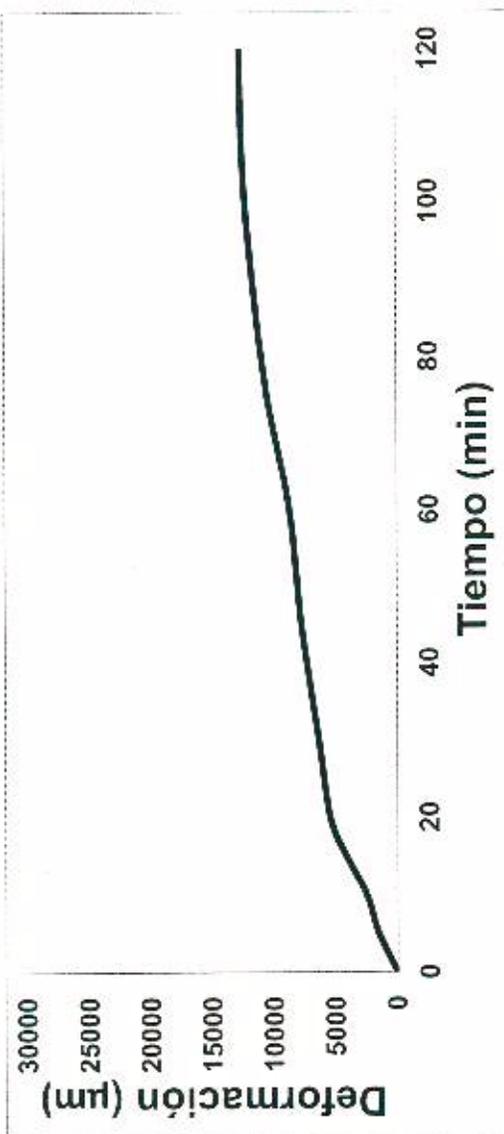
OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 1% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporciónado por UMY para el desarrollo del CONVINO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma S-736. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francisco Justino Salazar Ceballos Ballesteros
ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Diana Inés Reyes Ortiz
DIRECTOR COMPLEJO 169 DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>BOGOTÁ DE BELEN, NUESTRO SEÑOR DE LOS MILAGROS, NUESTRO SEÑOR DE LA PAZ Y NUESTRO SEÑOR DE LA VICTORIA CALLE 100 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel.: 4500000 ext. 1291, Fax: 1-5370557, NIT: 800.775.940.8</p>	 <p>Grupo de Invesgobon Geotecnia</p>
<p>SOURCE: MUESTRA:</p>	<p>MEZCLA ASFALTICA TIPO UNIV</p>	<p>LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL - GEOTECNIA</p>
<p>FECHA DE FABRICACION: FECHA DE ENSAYO:</p>	<p>MDF: 20</p>	<p>TIPO DE EMULSION CRL 1</p>
<p>DEFORMACION (µm)</p>		<p>REFERENCIA: 2 de mayo de 2018 VETRES, 11 de mayo de 2018</p>
<p>Deformación total al final del ensayo</p>	<p>14,000 µm</p>	<p>VELOCIDAD: 14 µm/min</p>
<p>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</p>	<p>35 µm/min</p>	<p>VELOCIDAD: 14 µm/min</p>
<p>Valor para temperatura media anual del aire <math>24^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>20 µm/min</p>	<p>VELOCIDAD: 14 µm/min</p>
<p>Valor para temperatura media anual del aire <math>24^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>20 µm/min</p>	<p>VELOCIDAD: 14 µm/min</p>
<p>OBSERVACIONES:</p>	<p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el molino compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDf-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 1% con emulsión 6,0% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p>	<p>REVISÓ: Firma:  Nombre: Oscar Javier Reyes Cargo: Inspector General de Calidad de 2017</p>



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRISA DE ENSAYO DE LABORATORIO IMV - 756 - 13



Laboratorio de Ingeniería Civil - Gestión

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 34620000 ext. 1201, Fax: 5370557, MT: 800.225.3498

SOLICITUD:
MEZCLAS:

CONVENIO 969 DE 2017
RFPUB-660-C3-1-91

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

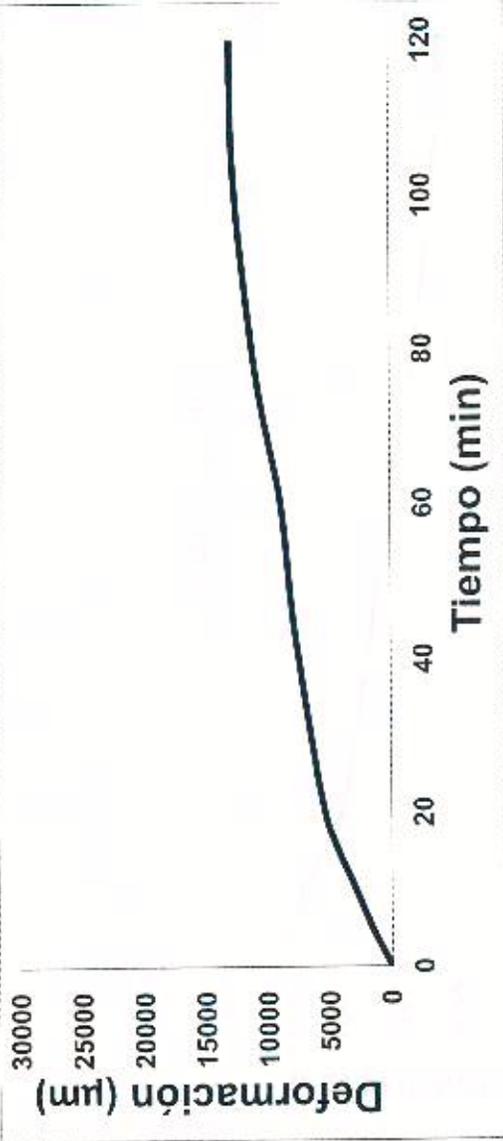
miércoles, 7 de mayo de 2018
viernes, 11 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNV

MDI - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR. 3



Deformación total al final del ensayo

12856 µm

930/AS 83 µm/min

V75/90 80 µm/min

V.105/120 12 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire > 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire < 24°C	

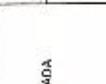
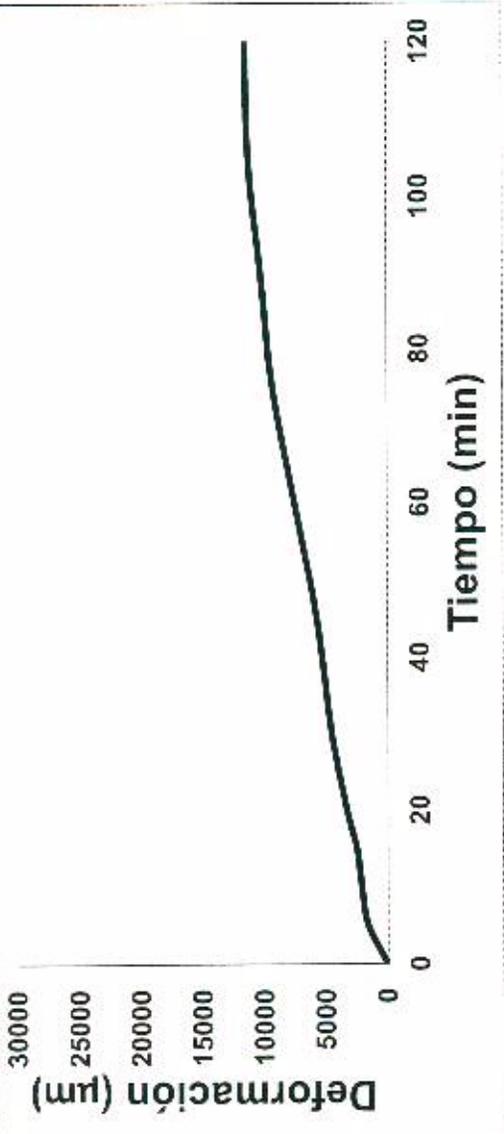
OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactar. La fabricación de la mezcla se hizo en acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 100% y CEMENTO 1% con emisión 6.0% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UNV para el desarrollo del CONVENIO 969 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como se estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 910 kN/m².

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francisco Justino López González, Ballesteros
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAV MULTIFUS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Óscar Javier Reyes Pérez
DIRECTOR GENERAL 969 DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>PROYECTO DE RESILIENCIA A LA DEFORMACIÓN ELÁSTICA DE LAS ANCHAS DE GRANITOS GRANITICOS MEDIANTE LA PASTA DE CEMENTO Y LADRILLO (PNC) - 2017 - 17</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Gestión Civil</p>	 <p>Grupo de Investigación Gobierno</p>												
<p>Cra 11 No. 201 - 80, bloque 7, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 1291, Fax: 3-6279527, Nit: 800.235.340-8</p>														
<p>SOLICITUD: MUESTRA:</p>	<p>CONVUNIO 402 DE 2017 RMPPTS ES, 5 CS E2 P9</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>												
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>														
<p>MDF: 20</p>	<p>TIPO DE EMISIÓN</p>	<p>CRL: 1</p>												
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: <u>11555 µm</u></p> <table border="1" data-bbox="1023 588 1063 1606"> <tr> <td>V30/45</td> <td>80 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>93 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>115 µm/min</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="1112 682 1177 1512"> <tr> <td colspan="2">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <math>+24^{\circ}\text{C}</math></td> <td>15 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <math>+24^{\circ}\text{C}</math></td> <td>20 µm/min</td> </tr> </table>			V30/45	80 µm/min	V75/90	93 µm/min	V105/120	115 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min		Valor para temperatura media anual del aire $+24^{\circ}\text{C}$	15 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire $+24^{\circ}\text{C}$	20 µm/min
V30/45	80 µm/min	V75/90	93 µm/min	V105/120	115 µm/min									
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min														
Valor para temperatura media anual del aire $+24^{\circ}\text{C}$	15 µm/min													
Valor para temperatura media anual del aire $+24^{\circ}\text{C}$	20 µm/min													
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 3% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 402 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-7956. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p>														
<p>Revisó: Firma:  Nombre: Francisco Justino Espinosa Ballesteros CARGO: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS</p>	<p>Revisó: Firma:  Nombre: Oscar Javier Reyes CARGO: DIRECTOR LOGÍSTICO</p>	<p>Revisó: Firma:  Nombre: Oscar Javier Reyes CARGO: DIRECTOR LOGÍSTICO</p>												



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PRUEBA
DE ENSAJO DE COMPRESIÓN EN PUNTO



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 80, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel: 1 6503000 ext. 1291, Fax: +5710567 MIT: 800.225.340-8

SUBCULTIVO:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DEL 2017
MARTÍN-FRANCO E2 P2

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

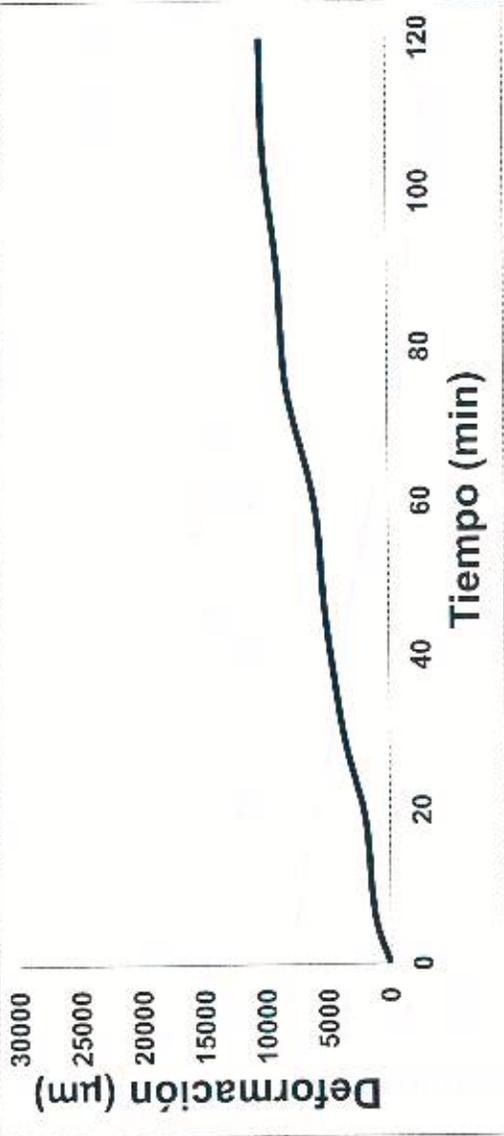
martes, 1 de mayo de 2018
jueves, 30 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR 1



Deformación total al final del ensayo

10185 µm

V30/45 89 µm/min

V75/90 45 µm/min

V105/120 16 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en las laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el góler compactos. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 3% con emulsión 5,2% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-736. La presión de contacto fue de 200 kN/m².

OBSERVACIONES:

Licólo:
Familia:
Nombre:
Cargo:

Franceth Justina Figueroa Cárdenas Ballesteros
ALUMNAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Remito:
Familia:
Nombre:
Cargo:

Osvaldo J. Torres
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ASISTENCIA TÉCNICA A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

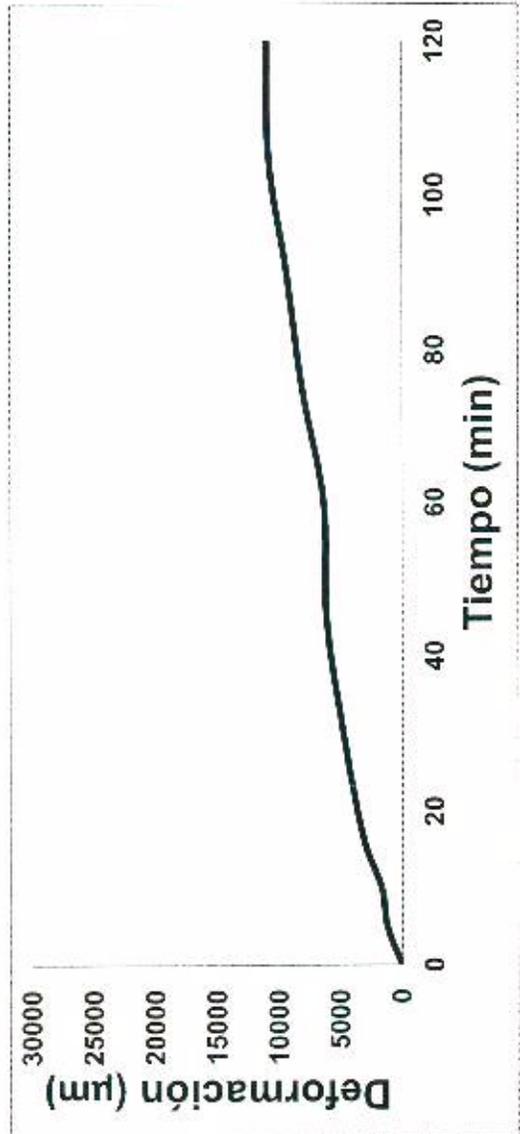


Cra 11 Ma. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 5500000 ext. 1291, Fax: 1 55 93997, NIT: 900.225.300-8

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
MUESTRA: R075 E5.5 C4E-P3

FECHA DE FABRICACIÓN: martes, 1 de mayo de 2018
FECHA DE ENSAYO: jueves, 10 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV: MDF-20 TIPO DE EMULSIÓN: CML-1



Deformación total al final del ensayo: 11000 µm

V30/45: 92 µm/min V75/90: 81 µm/min V105/120: 12 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 10s a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 3% con emisión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-756. La presión de compactación fue de 900 kN/m².

Escrito: R075E5
Firma: Oscar Iván Reyes Ortiz
Nombre: Oscar Iván Reyes Ortiz
Cargo: DIRECTOR CONSEJO DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería



Asociación de Investigación y Desarrollo de las Ciencias Básicas y Aplicadas
de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grta 11 No. 101 - 80, bloque F, Bogotá D.C., Tel: 3-6200000 ext. 2251, Fax: 3-6370557, Nit. 800.225.340-8

SOLICITUD:
MUESTRA.

CONVENIO 469 DE 2017
RAPYS E3-13-CL-F3

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO

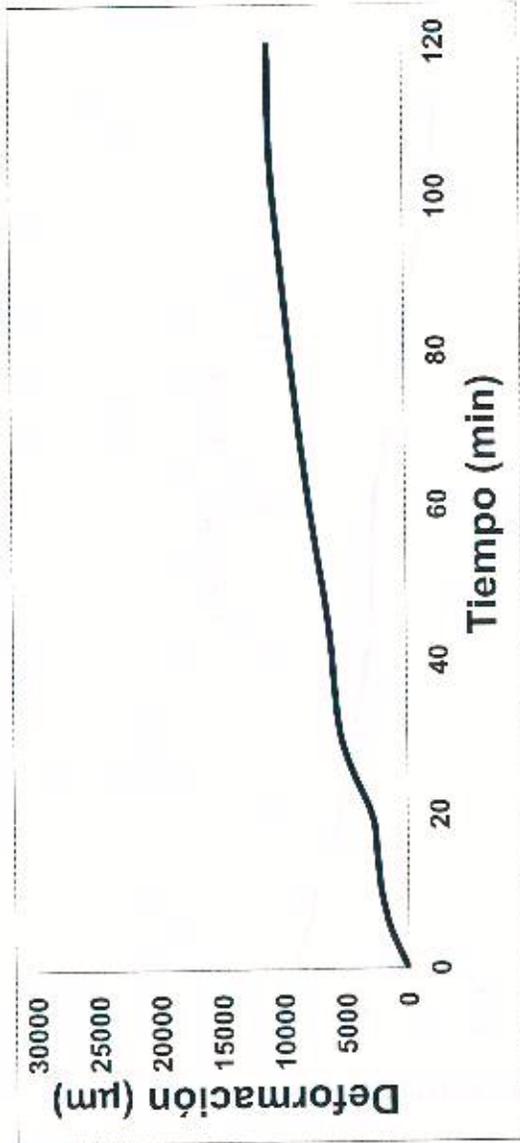
martes, 1 de mayo de 2018
miércoles, 3 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MOF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CRL 1



Deformación total al final del ensayo

10857 µm

V30/45

65 µm/min

V75/90

83 µm/min

V105/120

11 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	11 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el oficio para la mezcla MOF-20 con contenido de RAP 25% y CEMENTO 3% con emulsión 5,5% de ROMIMIENTO LENTO proporcionado por la UNMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

OBSERVACIONES:

Estado:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franceth Justine Espinosa Bustamante
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

[Signature]

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
DIEGO CARLOS RIVERA URTEGA
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ESPACIO DE ESPERANZA A LA INFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS AS FALTA PRESENTAR LA FICHA DE ENVÍO DE LABORATORIO BO-756-13

Grupo de Investigación Geotécnica

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica

Cra 11 No. 101 - 80, Bogue F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.235.340-8

FECHA DE FABRICACIÓN: martes, 1 de mayo de 2017

FECHA DE ENSAYO: miércoles, 3 de mayo de 2017

CONVENIO: A89 DE 2017

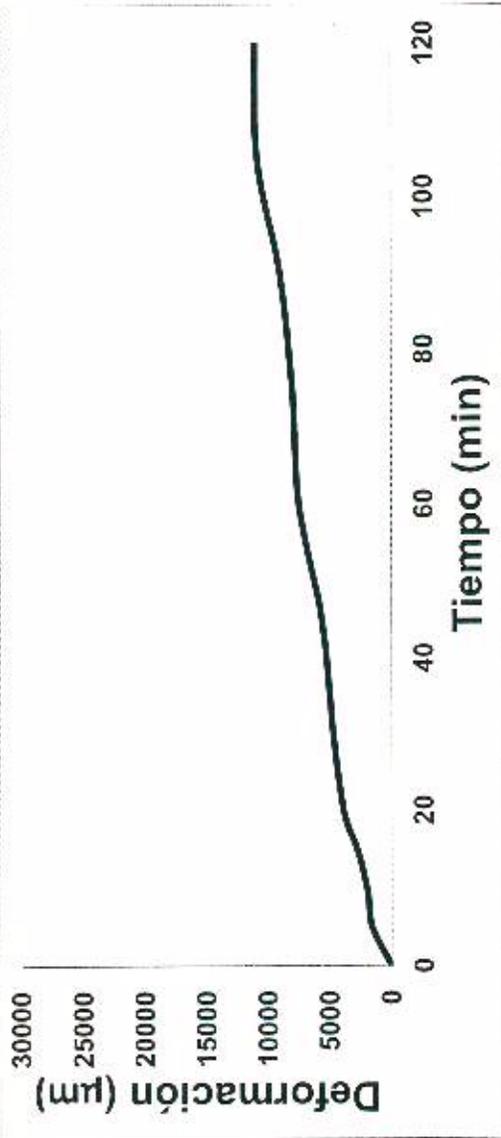
BA-756-F5-5-CB-E1-P2

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV

MOT - 70

TIPO DE EMULSION

UL-1



Deformación total al final del ensayo

11055 µm

V30/45

61 µm/min

V75/90

60 µm/min

V105/120

44 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 23°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de BAP 75%, CEMENTO 3% con emulsión 5,5% de ROMPIENTO LENTO proporcionado por la UMM para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como se estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m².

Fuecú:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franceth Justiz Rodríguez Salazar Salazar
MUESTRAS DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Diego Javier Torres Ortiz
DIRECCIÓN GENERAL 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE IMPACTO A LA PULVERIZACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA
CERTIFICADA LABORAL CRO 894 E 756 IS



Laboratorio de Ingeniería Civil - Soatacha

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 1151, Fax: 3-6570557 - MIT: 800.225.340.8

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
BAP75 E-3-C-CL-01

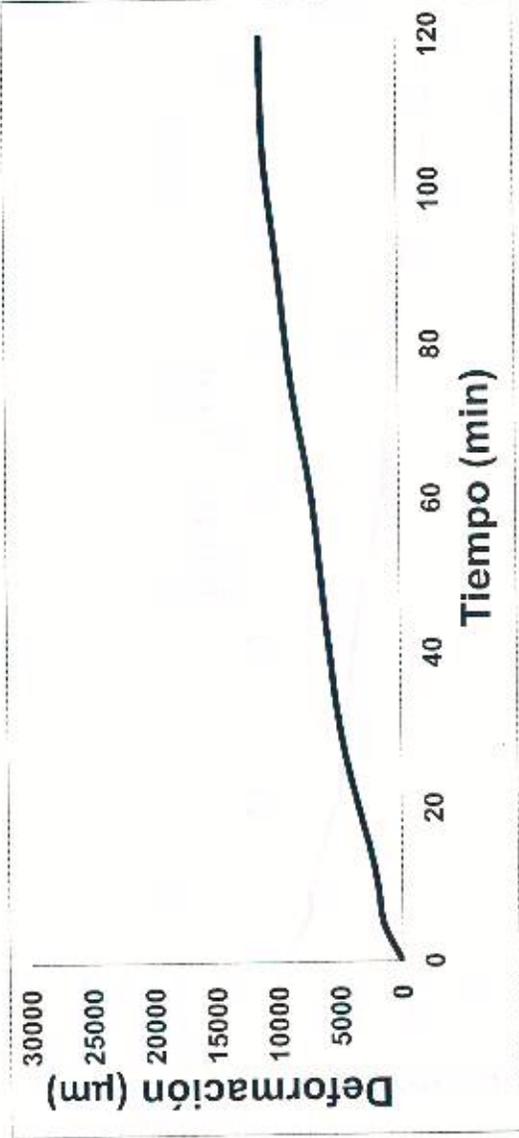
Fecha: 1 de mayo de 2018
miércoles, 3 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MOD - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR11



Deformación total al final del ensayo

10650 µm

V30M5 75 µm/min

V75/90 75 µm/min

V105/120 30 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 3% con emulsión 5.2% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma C-756. La presión de contacto fue de 900 KN/m².

OBSERVACIONES:

Ejecutor:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franceth Josselyn Padilla Castellanos
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Oliver Jader Restrepo
DIRECTOR LABORATORIO DE PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN MATERIA DE MATERIAS PLÁSTICAS Y POLÍMEROS (IIMPP)

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIAS PLÁSTICAS Y POLÍMEROS (DIMP)

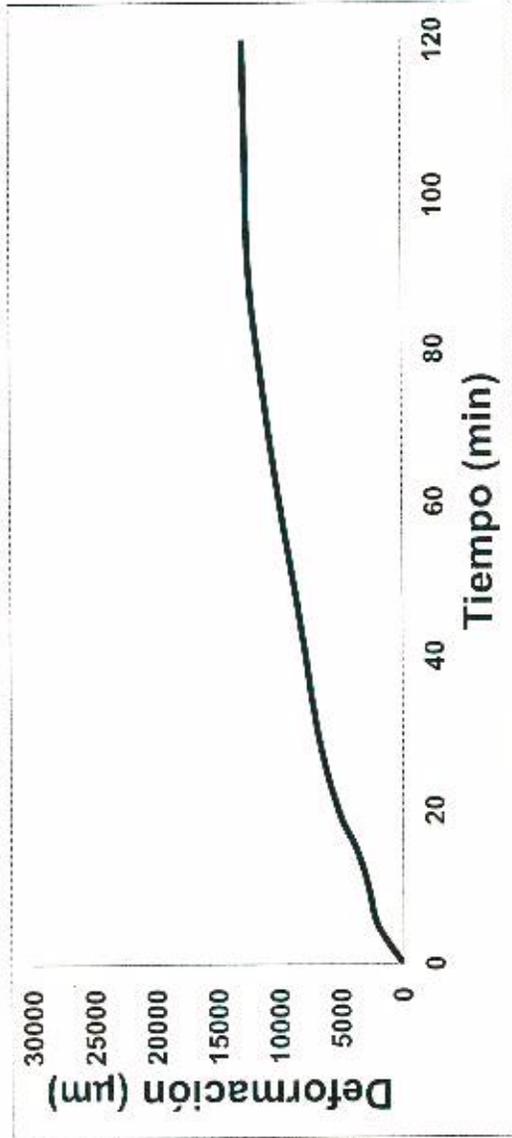
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 3-6400000 ext. 1291 Fax: 3-6376557 - Nit: 800.220.240-8

Jornada: 30 de abril de 2018
Martes, 8 de mayo de 2018

SOLO/CIUDAD	COMITÉ DE FARRACACION	CRI 1
MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV	TIPO DE EMULSION	
	MOD - 20	



Deformación total al final del ensayo

12848 µm

V00/45	98 µm/min	V75/90	73 µm/min	V005/120	13 µm/min
--------	-----------	--------	-----------	----------	-----------

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 305 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDIF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 2% con emulsión 5.5% de BOMBIAMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-746. La presión de contacto fue de 100 kN/m².

OBSERVACIONES:

Licció:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A LA DIFERENCIACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA TIS 4 DE ENSAYO DE LASERADO EN T - 210 - 22

Laboratorio de Ingeniería Civil - Colectivos



Cra 11 No. 102 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 3 6500000 ext. 3291, Fax: 3 6370557 NT. 800.225.340-8

SO. ITIUD.
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAPPS B5.5 C2 E2 P2

lunes, 30 de abril de 2018
miércoles, 8 de marzo de 2018

FECHA DE FABRICACION

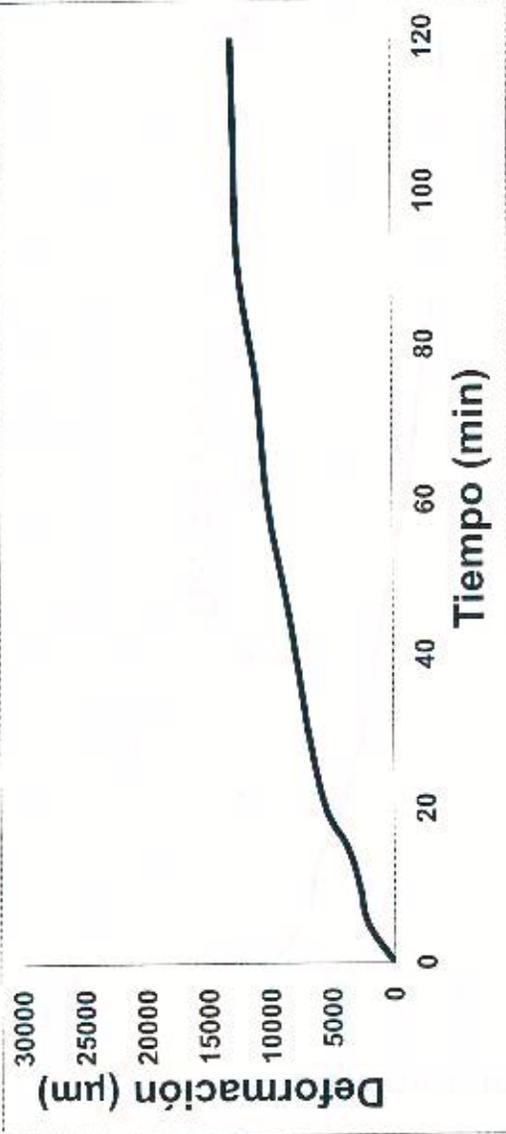
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFALTICA TIPO UNIV

MDP - 20

TIPO DE EMULSION

CBI.1



Deformación total al final del ensayo

22500 µm

V30/AS 30 µm/min

V75/90 97 µm/min

V105/120 13 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

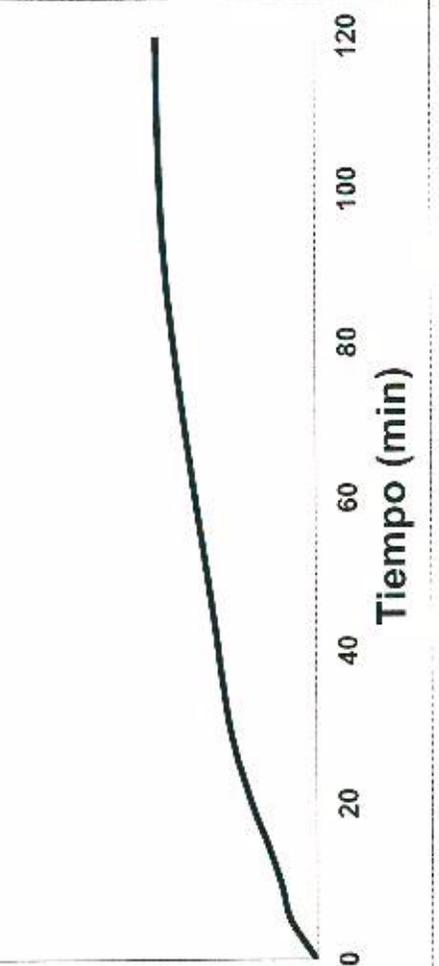
RESERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el telfer comparador; la fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDP-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 2% con emulsión 5,5% de BDMPIMENTO LLENDO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>FRANCO DE REGISTRO A LA DISEÑACIÓN NÚMERO DE LOS DISEÑOS: 861-786-13 DE DISEÑO: 861-786-13</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Switabria</p>	 <p>Grupo de Investigación Cementaria</p>
<p>Car 11 No. 301 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 1291, Fax: 1-5370557 - INT: 800 775 346-8</p>		
<p>SOURCE: MUESTRA:</p>	<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>	<p>CR. 1</p>
<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>	<p>COMUNICADO 459 DE 2017 RAPTE 81.5 C2 E2 P1</p>	<p>Fecha: 30 de abril de 2018 Martes, 8 de mayo de 2018</p>
<p>VELOCIDAD MÁXIMA DE DEFORMACIÓN EN EL INTERVALO DE 105 a 170 minutos, $\mu\text{m}/\text{min}$</p>	<p>15 $\mu\text{m}/\text{min}$</p>	<p>12 $\mu\text{m}/\text{min}$</p>
<p>VALOR PARA TEMPERATURA MEDIA ANUAL DEL AIRE >24°C</p>	<p>20 $\mu\text{m}/\text{min}$</p>	<p>13 $\mu\text{m}/\text{min}$</p>
<p>VALOR PARA TEMPERATURA MEDIA ANUAL DEL AIRE <24°C</p>	<p>20 $\mu\text{m}/\text{min}$</p>	<p>13 $\mu\text{m}/\text{min}$</p>
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 28000 µm</p>		
<p>OBSERVACIONES:</p>		
<p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 2% con emulsión 5.5% de ROMPIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 14°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p> <p>Revisó:  Firma: Nombre: Francisco Justine Alvarado Gaitaneros Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN POSGRADUADOS</p> <p>Revisó:  Firma: Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz Cargo: DIRECTOR (INVESTIGACIÓN) 469 DE 2017</p>		



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

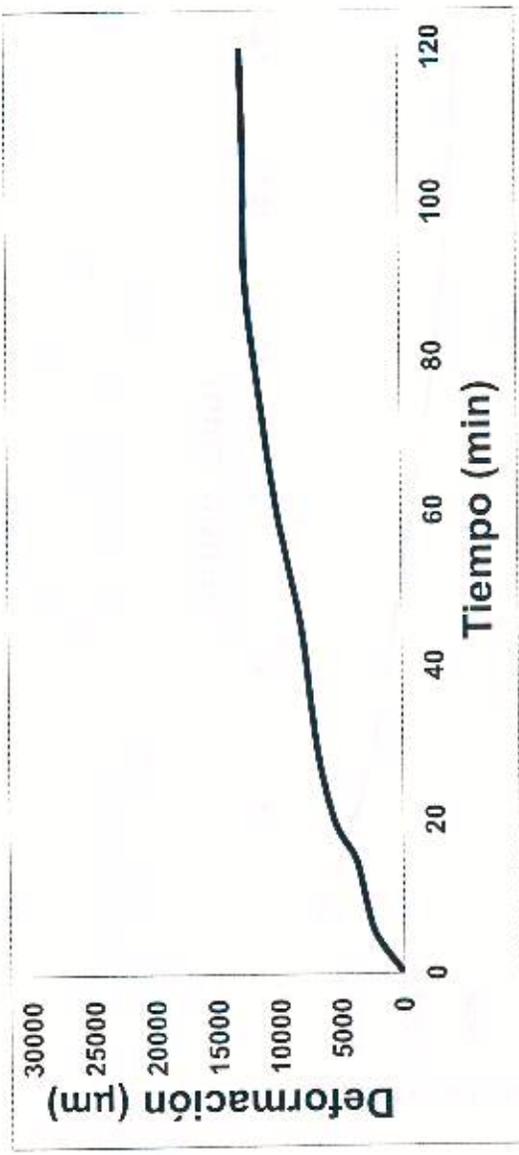
PROYECTO: RESEA DE LA CALIDAD DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
DE INGENIERIA DE LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 301 - 80, Bogotá D.C., Tel: +5000000 ext. 1291, Fax: +5000000 ext. 3402-8
 SOLOLITUD: CONVENCIO 469 DE 2017
 MUESTRA: RAP 75-15-5-C-1-1-03
 FECHA DE FABRICACIÓN: Lunes, 30 de abril de 2018
 FECHA DE ENSAYO: Lunes, 7 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UIMV WDF - 20 TIPO DE EMULSIÓN CR: 1



Deformación total al final del ensayo: 17764 µm

V30/45: 78 µm/min V75/90: 73 µm/min V105/120: 36 µm/min

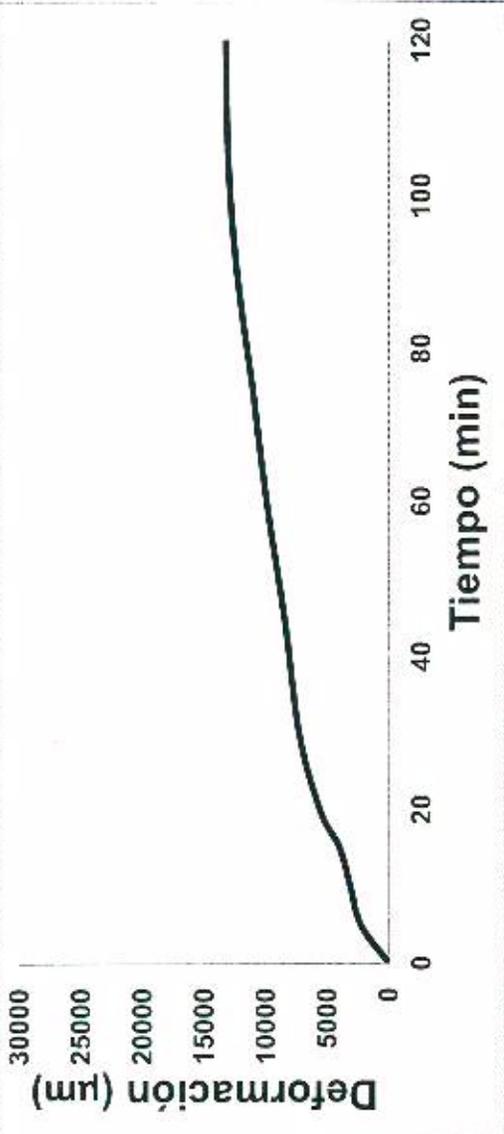
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min: 36
 Valor para temperatura media anual del aire >24°C: 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire <24°C: 20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 2% con emulsión 5.2% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UIMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Revisó:
 Firmó:
 Nombre: Francisco Justino
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
 Firmó:
 Nombre: César Javier Reyes Ombi
 Cargo: DIRECTOR GENERAL 02699 DE 2017

DESERVICIONES:
 Firmó:
 Nombre:
 Cargo:

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN ELÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA RPA DE LABORES DEL LABORATORIO 2017 REV. 1 - 155 - 12</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Genérica</p>	 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</p>												
<p>Cra 11 No. 101 - 80, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel: +57 300 225 340-0</p>														
<p>SOLICITUD: MUESTRA</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 BA 075-55-572-F1-P2</p>	<p>FECHA DE FABRICACION: FEC-04 DE ELISAVO</p>												
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV</p>														
<p>INDIC: 20</p>	<p>TIPO DE EMULSION</p>	<p>CIL-1</p>												
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> <p>Deformación total al final del ensayo: 22.055 µm</p> <table border="1" data-bbox="1039 588 1071 1606"> <tr> <td>V30/45</td> <td>79 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>84 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>13 µm/min</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="1120 682 1185 1512"> <tr> <td colspan="2">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <math>+20^{\circ}\text{C}</math></td> <td>15 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <math>+28^{\circ}\text{C}</math></td> <td>20 µm/min</td> </tr> </table> </div>			V30/45	79 µm/min	V75/90	84 µm/min	V105/120	13 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min		Valor para temperatura media anual del aire $+20^{\circ}\text{C}$	15 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire $+28^{\circ}\text{C}$	20 µm/min
V30/45	79 µm/min	V75/90	84 µm/min	V105/120	13 µm/min									
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min														
Valor para temperatura media anual del aire $+20^{\circ}\text{C}$	15 µm/min													
Valor para temperatura media anual del aire $+28^{\circ}\text{C}$	20 µm/min													
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el robot compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de BAP 75% y CEMENTO LENTO con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo establece la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p>														
<p>Fecha:</p> <p>Nombre:</p> <p>Cargo:</p>	<p>Revisó:</p> <p>Nombre:</p> <p>Cargo:</p>	<p>Óscar Iván Reyes Chib</p> <p>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES 2017</p>												

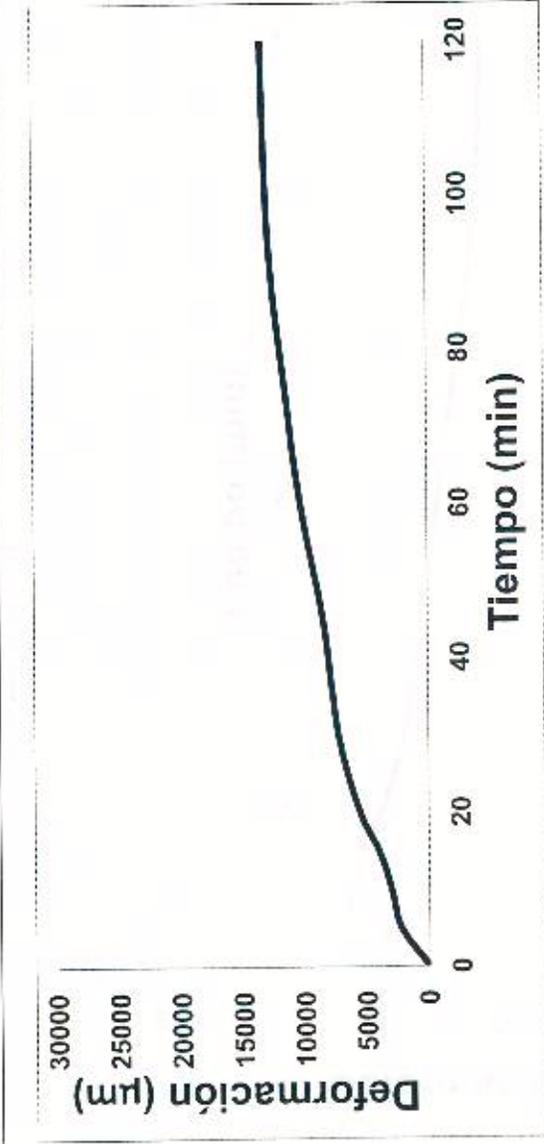
Ca. 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6060900 ext. 1291, Fax: 1-6070557, M.I. 900.295.340-8
 Miércoles, 30 de abril de 2018
 Jueves, 7 de mayo de 2018

CONVENCIO: 469 DE 2017
 R4P75 E5.5 C2.4.1-P1

FECHA DE FABRICACION:
 FECHA DE ENSAYO:

TIPO DE EMULSION: CIL-1

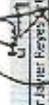
MEZCLA ASFALTICA TIPO UMW: MUF-20



V30/45	80 µm/min	V75/90	73 µm/min	V105/120	16 µm/min
Deformación total al final del ensayo: 13250 µm					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min: 15 µm/min					
Valor para temperatura media anual del aire >24°C: 20 µm/min					
Valor para temperatura media anual del aire <24°C: 20 µm/min					

CONCLUSIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MUF-20 con contenido de BAP 75% y CEMENTO 2% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m²

Revisó:  **Franceth Justine Fandiño Caratolina Balbino**
 Nombre: FRANCETH JUSTINE FANDINO CARATOLINA BALBINO
 Cargo: ALDIJALAR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Revisó:  **Diego Javier Reyes**
 Nombre: DIEGO JAVIER REYES
 Cargo: DIRECTOR DE INVESTIGACIONES



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESTÁTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA MESA DE INSTRUMENTACIÓN Nº 7-796-11

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel. 1 6560000 ext. 1191, Fax: 1 6370557, Nit: 800.225.340 8

SOLICITUD
MUESTRA

CONVENIO 469 DE 2017
RNP/245-2-C-1-E-F-1

FECHA DE FABRICACIÓN:
ECLIA DEL OSAYO

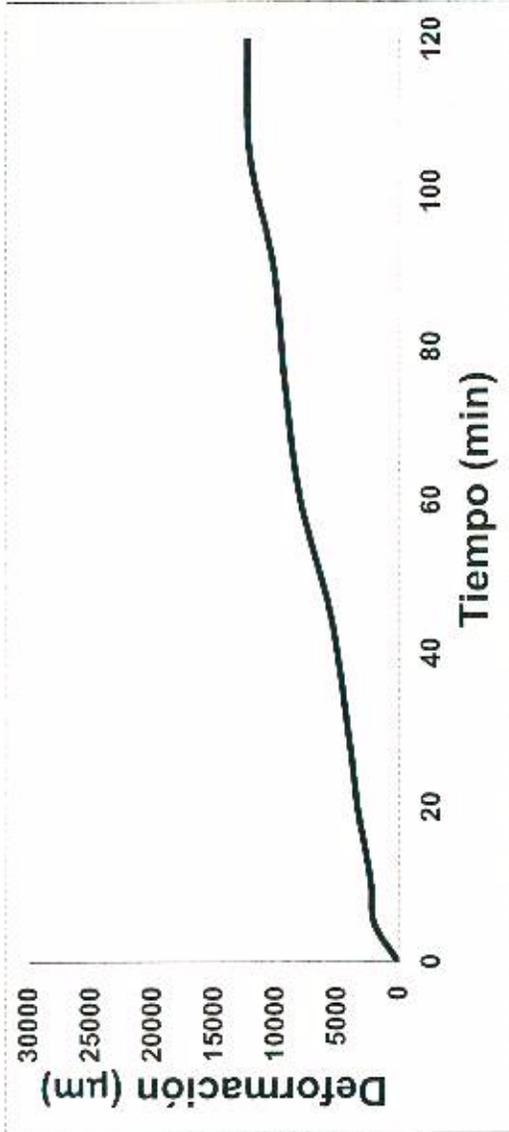
viernes, 27 de abril de 2018
viernes, 4 de mayo de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF: 20

TIPO DE EMULSIÓN

CRL 3



Deformación total al final del ensayo

12269 µm

V30/05 94 µm/min

V75/90 60 µm/min

V105/120 1 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	35 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el robot compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 1% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionados por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 kN/m².

Ejecutó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Bogotá, D.C. 2018

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MATERIALES
DE INGENIERÍA DE MATERIALES Y METALURGIA

Laboratorio de Ingeniería Civil - Ginecena

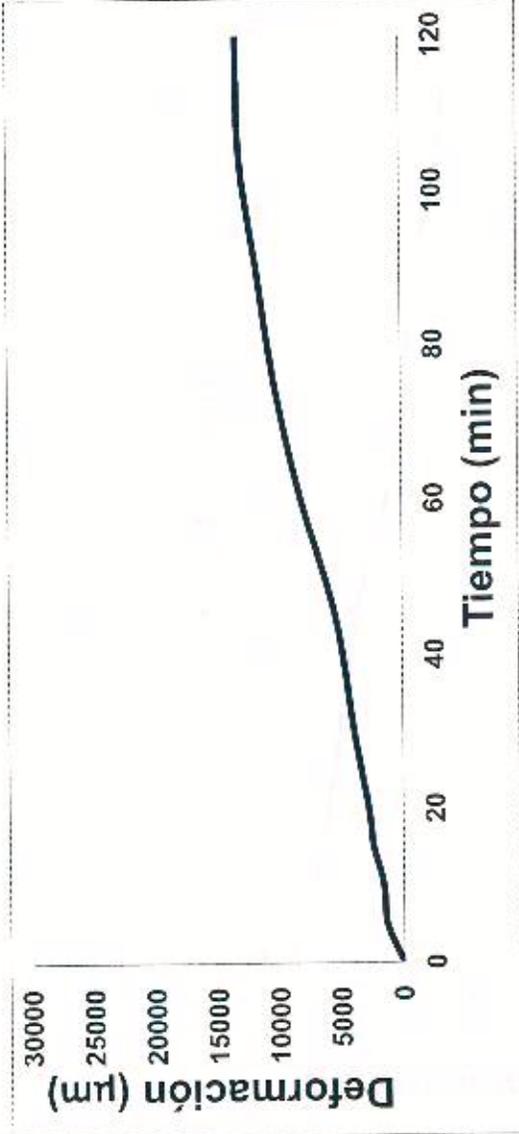


Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 3-6300000 ext. 1201, Fax: 3-6370257 - MIT: 800.226.340.8

Martes, 27 de abril de 2018
viernes, 4 de mayo de 2018

CONVENIO 469 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV
MDF - 30
TIPO DE EMULSIÓN
CRL-1



Deformación total al final del ensayo:

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	<input type="text" value="15 µm/min"/>
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	<input type="text" value="20 µm/min"/>
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	<input type="text" value="20 µm/min"/>

Observaciones: La muestra asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 1% con emulsión 5.2% de BOMBIQUEMIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 800 kN/m².

Observador:
Firma:
Nombre:
Cargo:
Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MEZCLAS DE CONCRETO Y ASFALTO
DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MEZCLAS DE CONCRETO Y ASFALTO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Concreto



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 9370257, Nit: 900 422 340-8

venerdì, 27 de abril de 2018
viernes, 4 de mayo de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

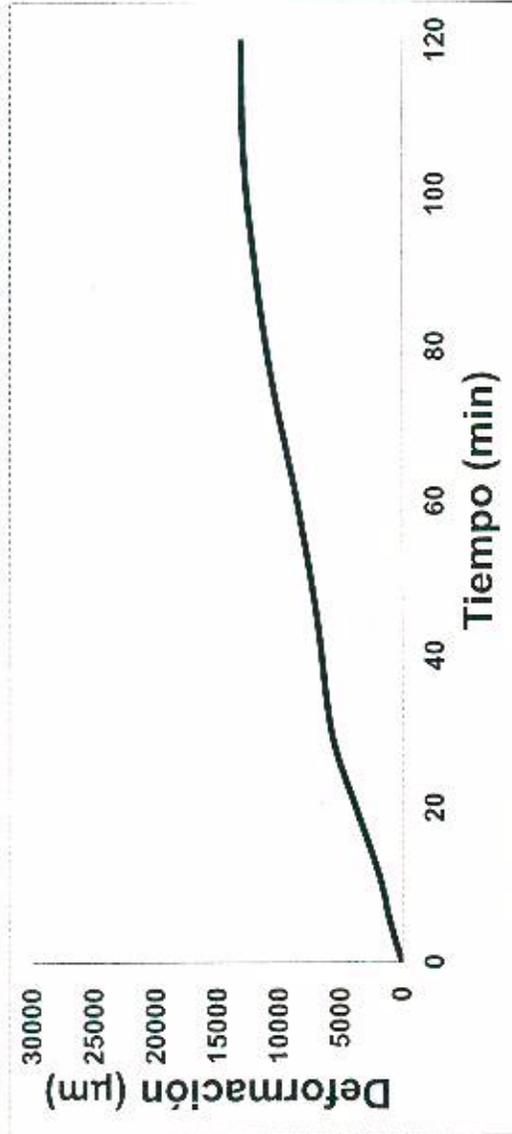
CONVENIO 469 DE 2017
MAP 75-15-53-2-2-F1

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MDP - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR1-1



Deformación total al final del ensayo: 13117 µm

V00/05

79 µm/min

V05/00

05 µm/min

V105/120

15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 305 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >25°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <25°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rallador proporcional. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDP-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 1% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Firma:
Nombre:
Cargo:

Francois Dupire Espinosa Castellanos Bailoneros
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Carlos Javier Reyes Ortiz
DIRECTOR CONVENIO 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENFOQUE EN LA BÚSQUEDA DE LA DEFENSABILIDAD EN PLÁSTICA DE LAS VEHÍCULOS AS-AL TIGOS METROBT 14-2014
D. Trabajo de Laboratorio N°E 756-11



Laboratorio de Ingeniería Civil Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá F. Bogotá D. C., Tel: +5700000 ext. 1191, Fax: 1-5700567 NIT: 800.226.340 8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RM-75-ES-5-CL-EP-PR

vienes, 27 de abril de 2018
jueves, 3 de mayo de 2018

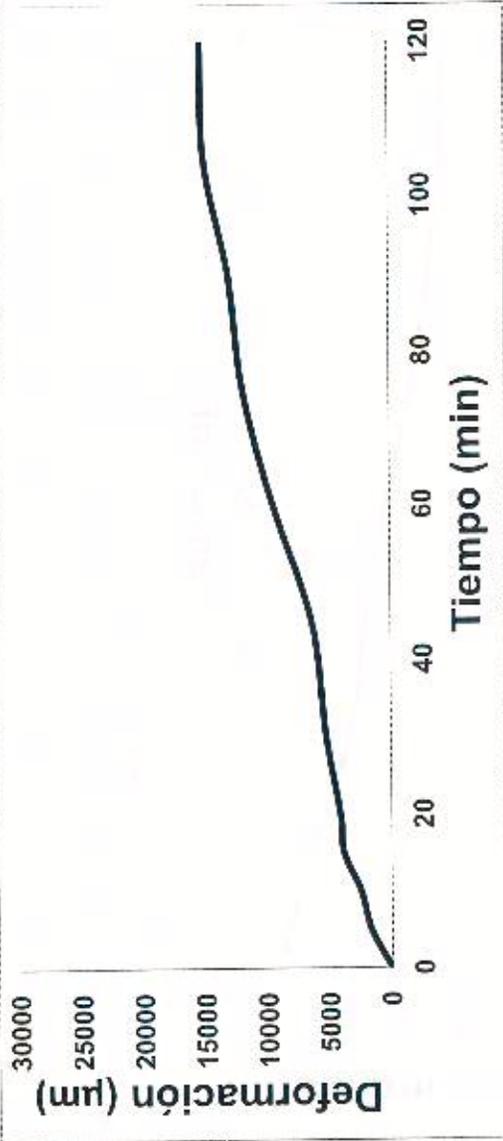
FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASPALTICA TIPO UMW

MDF-30

TIPO DE EMULSION

CR-1



Deformación total al final del ensayo

15.106 µm

VARIAS 76 µm/min

V75/50 76 µm/min

V105/120 14 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

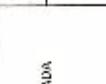
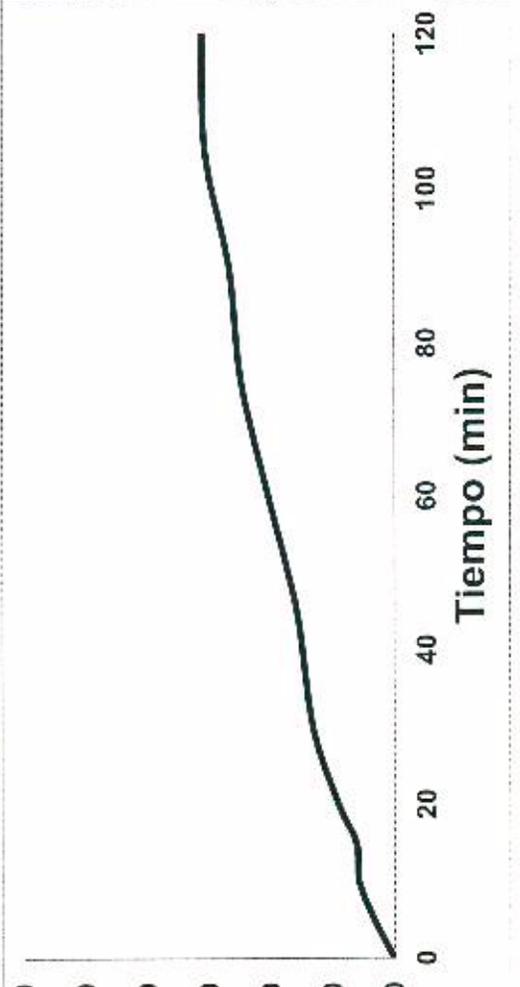
OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 3% con emulsión 5.2% de ROMPLIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m2

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>CURSO DE ASESORIA TECNICA AL DESARROLLO PLÁSTICO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA LA PISTA DE TRÁNSITO DE LUJÁN (CICOP 1) - 26 - 13</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Bogotá</p>	 <p>Grupo de Investigación Geobstone</p>																								
<p>Calle No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1491, Fax: 1-6170657 - 011 800 225 309-8</p>																										
<p>SOURCE: MUESTRA</p>	<p>CONVENIO 469 DE 2017 RAP 75-20-C1-2-P2</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: viernes, 27 de abril de 2018 FECHA DE ENSAYO: jueves, 3 de mayo de 2018</p>																								
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV</p>	<p>MDF-20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN: CBU-1</p>																								
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 27,000 µm</p> <table border="1" data-bbox="974 588 1169 1575"> <tr> <td>V30/45</td> <td>87 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>69 µm/min</td> <td>V105/120</td> <td>27 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> </tr> </table>			V30/45	87 µm/min	V75/90	69 µm/min	V105/120	27 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire >24°C						Valor para temperatura media anual del aire <24°C					
V30/45	87 µm/min	V75/90	69 µm/min	V105/120	27 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire >24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire <24°C																										
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el albañil para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 1% con emulsión 5.5% de ROMPIEMIENTO LLENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma F-756. La arena es con grado No. de 900 kg/m².</p> <p>Revisó:  / Firma: Francisco José Padilla Castellanos, Bacteriólogo</p> <p>Nombre: FRANCISCO JOSÉ PADILLA CASTELLANOS</p> <p>Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA</p> <p>Revisó:  / Firma: Oscar Javier Jarama Ortiz</p> <p>Nombre: OSCAR JAVIER JARAMA ORTIZ</p> <p>Cargo: DIRECTOR GENERAL DE CALIDAD DE 2017</p>																										



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingenierías

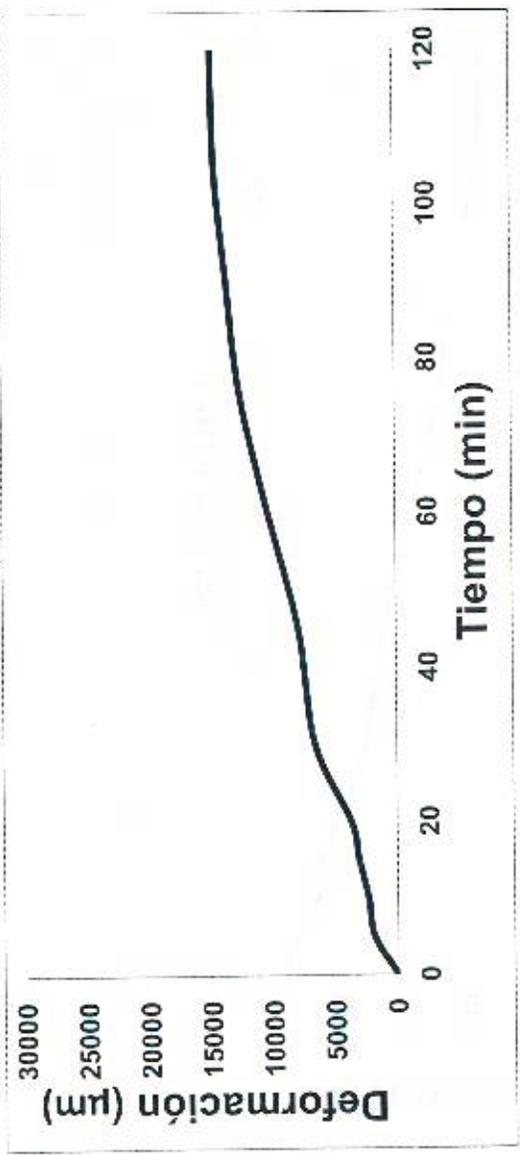
RESUMEN DE RESISTENCIA A LA DEFORMACION PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS DE ASPHALTO EN LA PRUEBA DE ENSAYO DE ABSTRACCIÓN DE LA CARRETERA

Laboratorio de Ingeniería Civil - Gerencia



Cra 11 No. 101 - 80, bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6080000 ext. 1291, Fax: 1-6070257, NIT: 860.725.340-8
 VÍCTOR, 27 de abril de 2018
 Jueves, 3 de mayo de 2018

SOURCE: MUESTRA: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MUF-30 CR-1
 FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO: TIPO DE EMULSIÓN:



Deformación total al final del ensayo: 15600 µm

V30/45: 0.7 µm/min V75/90: 6.7 µm/min V105/120: 16 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min: 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire >34°C: 20 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire <24°C:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MUF-20 con contenido de RAP 75% y CEMENTO 1% con emulsión 5.5% de BOMPIMENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Observaciones:
 Ejecutó:
 Firmó:
 Nombre:
 Cargo:

Ejecutó:
 Firmó:
 Nombre:
 Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENLACE DE VISA: ENLACE DE INFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO Nº 1 - 751-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra. 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6560000 ext. 1281, Fax: 1 6372571, MIL 900.225.340-9

SOLICITUD:
MUESTRA:

COMPRESIÓN DE 2017
R029045-3-3-2-9-1

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

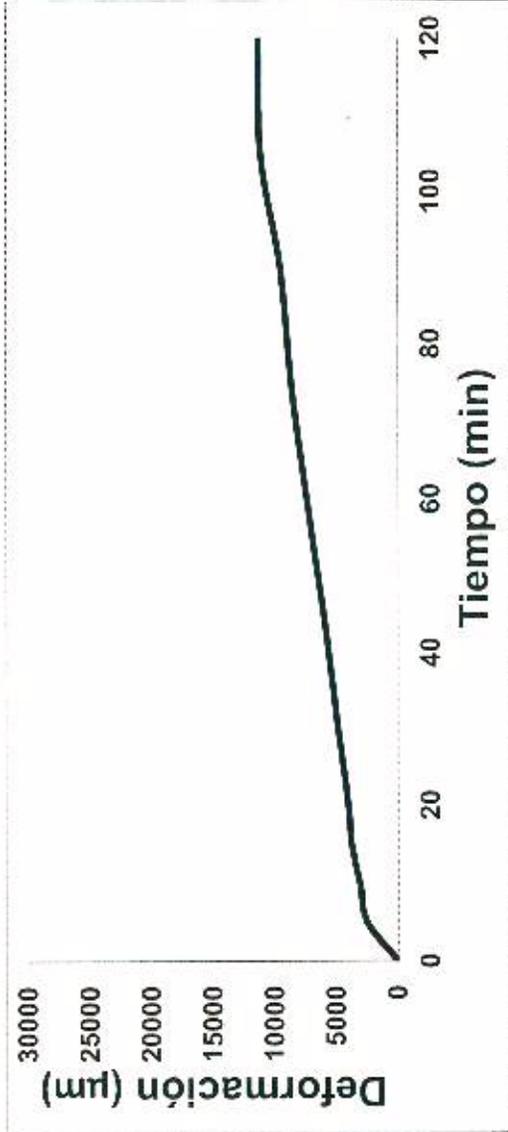
miércoles, 23 de mayo de 2018
viernes, 8 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

INDF-20

TIPO DE EMULSIÓN

CRU-1



Deformación total al final del ensayo

11.029 µm

V.0045

75 µm/min

V.05900

50 µm/min

V.1057200

14 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 10s a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactar. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla INDF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 3% con emulsión 5.5% de BOMBIENTO LUNTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 80°C como lo estipula la norma E-786. La presión de contacto fue de 900 kN/m²

Firma:
Nombre:
Cargo:

Francoth Suárez Ballalcaza
MILITARIA Y CIVIL EN INGENIERÍA

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

César Acosta Ortiz
DIRECTOR GENERAL DE 2017



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN LA PERFORMANCIA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS MEDIANTE LA PRUEBA
DE ENSAYO DE DEFORMACION EN TENSION

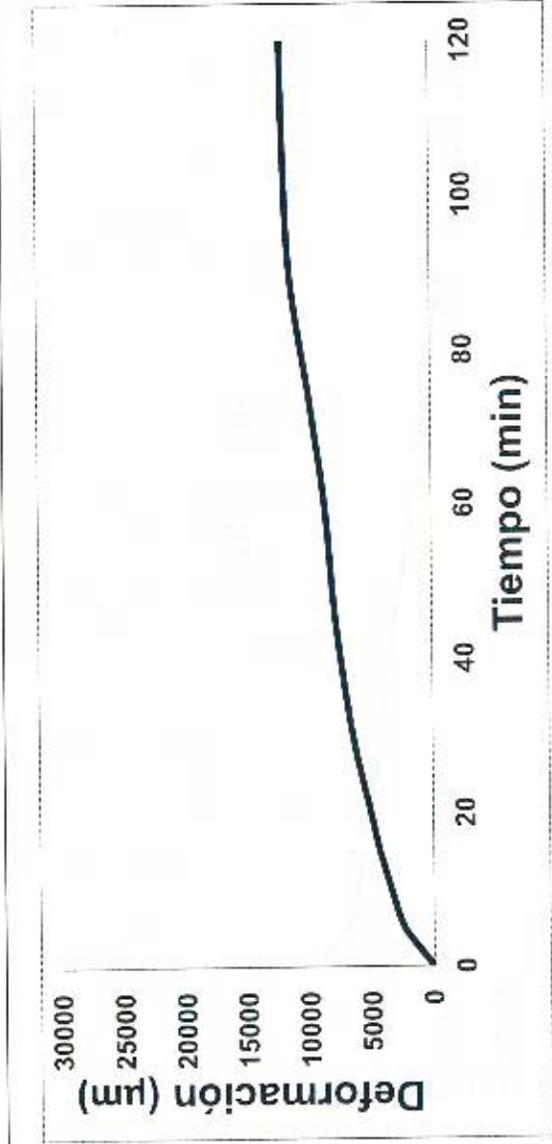
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 8500000 ext. 1291, Fax: 1-8370557, Nit: 800.225.340-8
 SOLICITUD: CONVENIO 468 DE 2017
 FECHA DE FABRICACION: miércoles, 29 de mayo de 2018
 FECHA DE ENSAYO: viernes, 8 de junio de 2018
 MUESTRA: BAPSOEFS03E2 P2

MEZCLA ASFALTICA TIPO UIMV W/D: 30 TIPO DE EMULSION CRU-1



Deformación total al final del ensayo 16000 µm

V30/45 91 µm/min V75/90 94 µm/min V105/120 14 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire >20°C 20 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire <24°C

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MOD-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 3% en emulsión 5.5% de BOPMIMENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 468 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-746. La presión de contacto fue de 900 KN/m²

OBSERVACIONES:

Firma: Francisca Jusque
 Nombre: FRANCISCA JUSTIQUE
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Firma: Oscar Jarama
 Nombre: OSCAR JARAMA
 Cargo: DIRECTOR COMPRO 468 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y AMBIENTE URBANO Y RURAL
DE INGENIERIA DE LA CONSTRUCCION NIVEL 150-15

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogue F. Bogota D.C., Tel: 3 5600000 ext. 2454, fax: 3 6370557 - SIT: 3001275, 340 8

SOLICITUD:

MUESTRA:

CONCRETO F70 DE 2017

RAPSO-LS-J-CP-E-2-1

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE ENSAYO:

miércoles, 7 de mayo de 2018

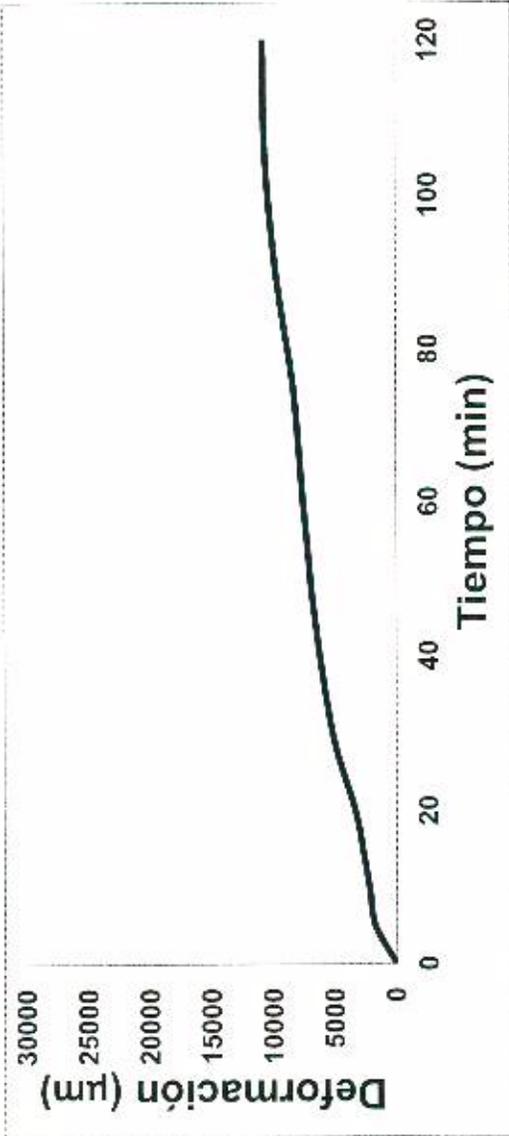
viernes, 8 de mayo de 2018

MEZCLA ASFALTICA TIPO LMV

MCJF - 20

TIPO DE EMULSION

CEL. 3



Deformación total al final del ensayo

10770 µm

100/45

98 µm/min

175/90

92 µm/min

1105/130

13 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter correspondiente. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO LENTO proporcional para la LMV para el desarrollo del CONVENIO 489 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-716. La aración de contacto fue de 900 km/h².

Ejecutó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Óscar Javier Rojas Ortiz
DIRECTOR GENERAL DE I+D+i DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Escuela de Ingeniería

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA RFA
DE ENSAYO DE LABORATORIO REV. 3 756 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 301 - 80, Bogotá D.C., Tel: +575080000 ext. 1251, Fax: +5750557 MIT: 866.775.340.8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 489 DE 2017
RMP08-05-5-C-385-1-R3

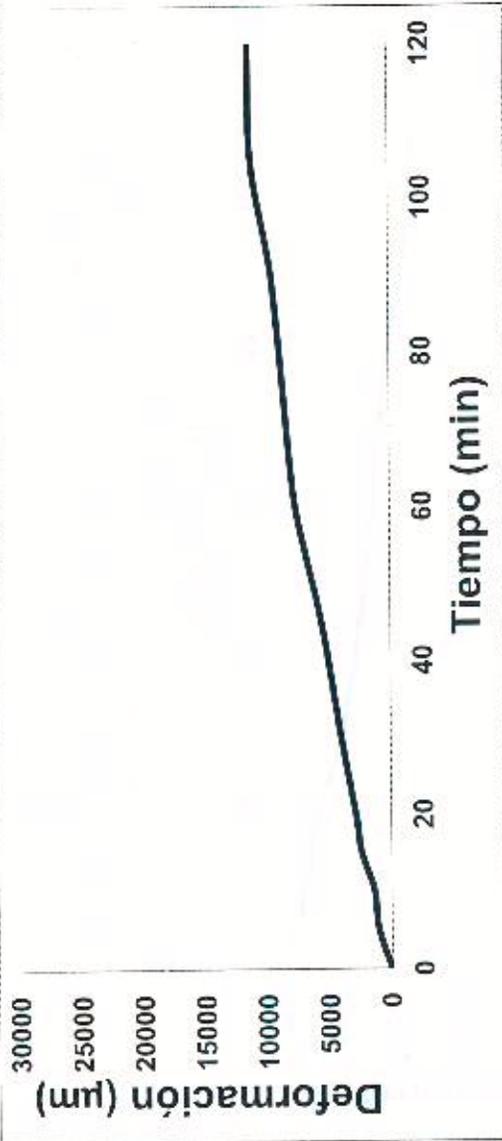
mércoles, 23 de mayo de 2018
Jueves, 7 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

MOF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR-1



Deformación total al final del ensayo

11270 µm

V30/95 103 µm/min

V75/90 61 µm/min

V105/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roler compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MOF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 3% con emulsión 5,2% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 489 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Ejecutó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Realizó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Clar Javer Pérez Onto
DIRECTOR CONVENIO 489 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A LA DETERMINACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA RPA
DE ENSAYO DE LABORATORIO TROT - 755 - 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra 11 No. 103 - 80, Buzaque I, Bogotá D.C., Tel: 1-4510000 ext. 1293, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.490-8

SOLICITUD:

MUESTRA:

CONVENIO 4549 DEL 2017

RAIPSO-45.5.03 E1/P2

FECHA DE FABRICACIÓN:

miércoles, 23 de mayo de 2018

FECHA DEL ENSAYO:

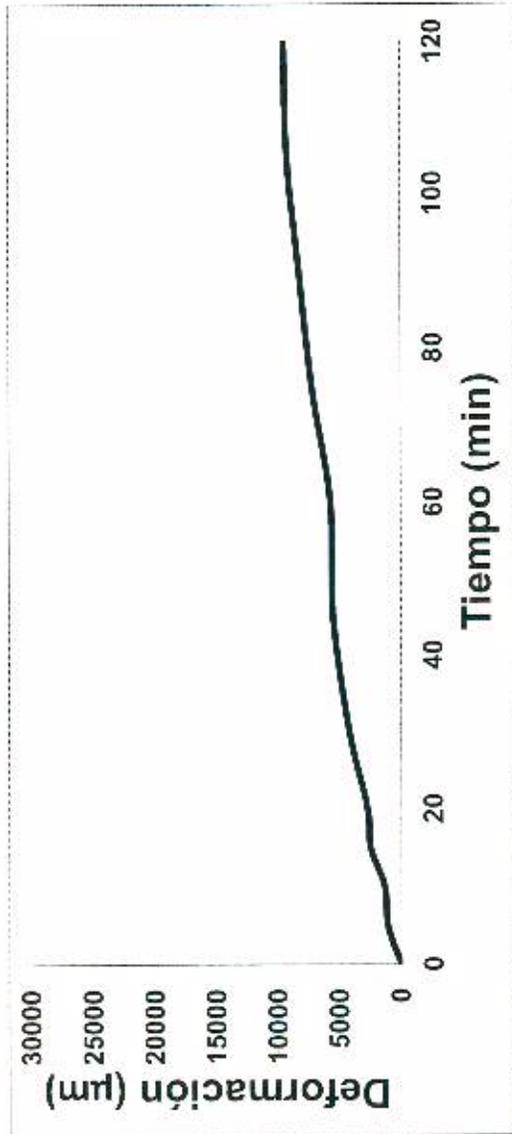
viernes, 7 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CRI-1



Deformación total al final del ensayo

9440 µm

V30/45

87 µm/min

V75/90

60 µm/min

V105/120

17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min

15 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire $+24^{\circ}\text{C}$

20 µm/min

Valor para temperatura media anual del aire <math>< 24^{\circ}\text{C}</math>

Observaciones: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla **MDF-20** con contenido de **BAP 50%** y **CEMENTO 3%** con emulsión **5.5S** de **ROMPIMIENTO LENTO** proporcionado por la UMV para el desarrollo del **CONVENIO 469 DE 2017**. La temperatura de ensayo fue 10°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kg/m^2 .

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Carac...
UNILION LON... 09 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESPUESTA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LOS SISTEMAS ASFÁLTICOS MEDIANTE EL APUNTA
DE ENSAYO DE LABORATORIO INC-1-756-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Gerencia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 3 6200000 ext. 1201, Fax: 3 6570557, MII: 800.222.3008

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
RAPIC-ES-CH-1-1

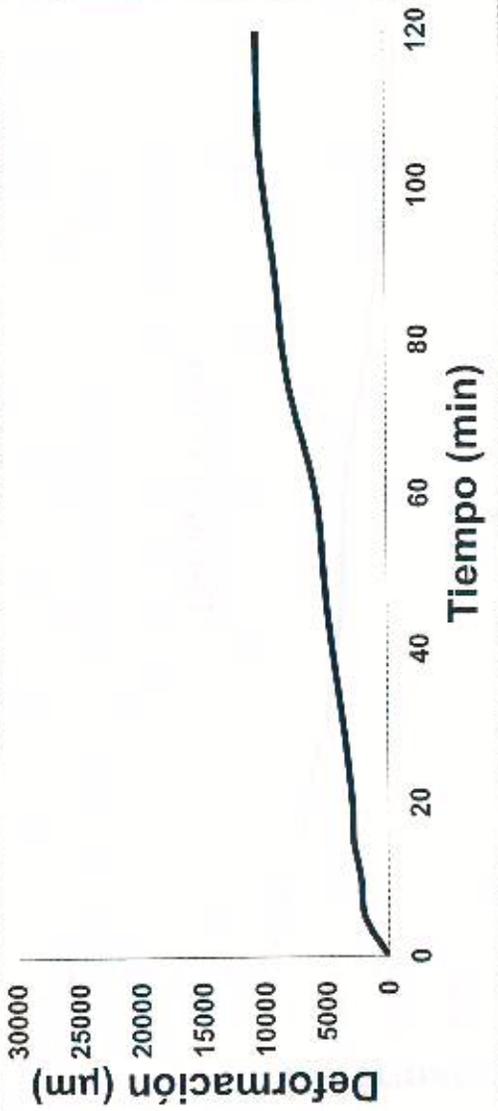
Microondas: 23 de mayo de 2018
Jueves, 7 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF - 20

TIPO DE EMULSIÓN

CR: 1



Deformación total al final del ensayo

10350 µm

V30/45 85 µm/min

V75/90 65 µm/min

V105/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min
15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C
20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 3% con emulsión 5.5% de BOMBIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 KN/m^2

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre: FRANCISCO JOSÉ RODRÍGUEZ CASTELLANOS
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre: OSCAR JAVIER RESTREPO URIBE
Cargo: DIRECTOR LABORATORIO DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INstituto de Investigación y Desarrollo de las Ciencias Exactas y Aplicadas (IIDEA)
de Experimentación y Simulación (IES)

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 89, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1791, Fax: 1-6670557, M.I. 800.225.349-8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO ASES 0017
RAP 50% S-17 E2 P3

FECHA DE FABRICACIÓN:
LUNES DE ENSAYO:

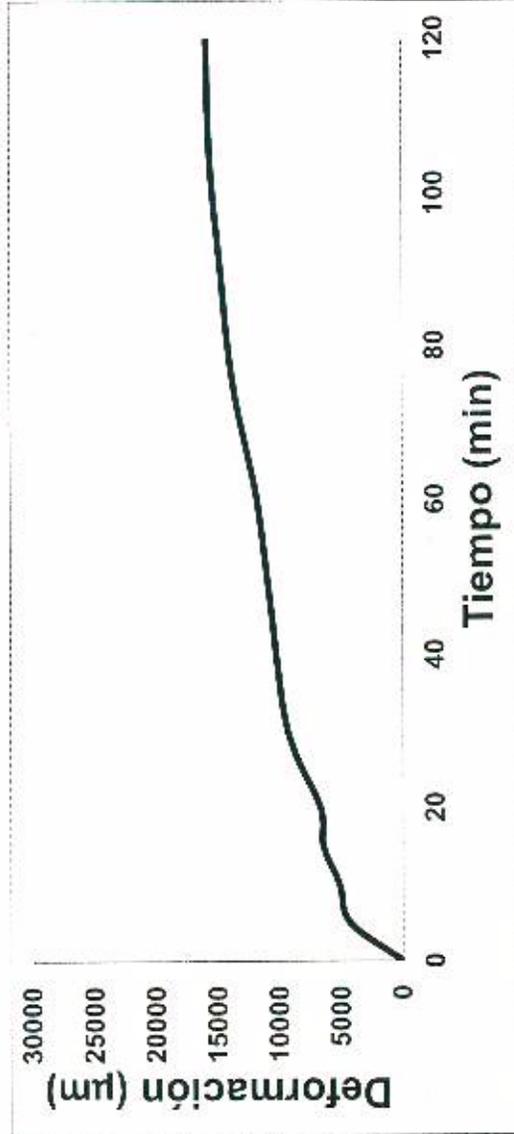
Lunes, 21 de mayo de 2018
miércoles, 16 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

W/F: 26

TIPO DE EMULSIÓN

CML-3



Deformación total al final del ensayo

13860 µm

V30/45

87 µm/min

V75/90

67 µm/min

V105/120

35 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenidos de RAP 50% y CEMENTO 2% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m2.

Fecha:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Revista:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Francisco Jhonatan Castellanos Castellanos
INVESTIGACIÓN PAQUETES

Oscar Javier Mejía Ortiz
DIRECTOR LABORATORIO ASES DEL 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

RECIBO DE INSISTENCIA A LA DEPRIMACIÓN: FRENTE DE LAS BOMBAS RESISTIVAS SURMART LAMPISA
9. CARRIZO DEL LABORATORIO 604 E-796-11

Laboratorio de Ingeniería Civil Geotécnica



Cra 21 No. 301 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370757, NIT: 800.225.340-8

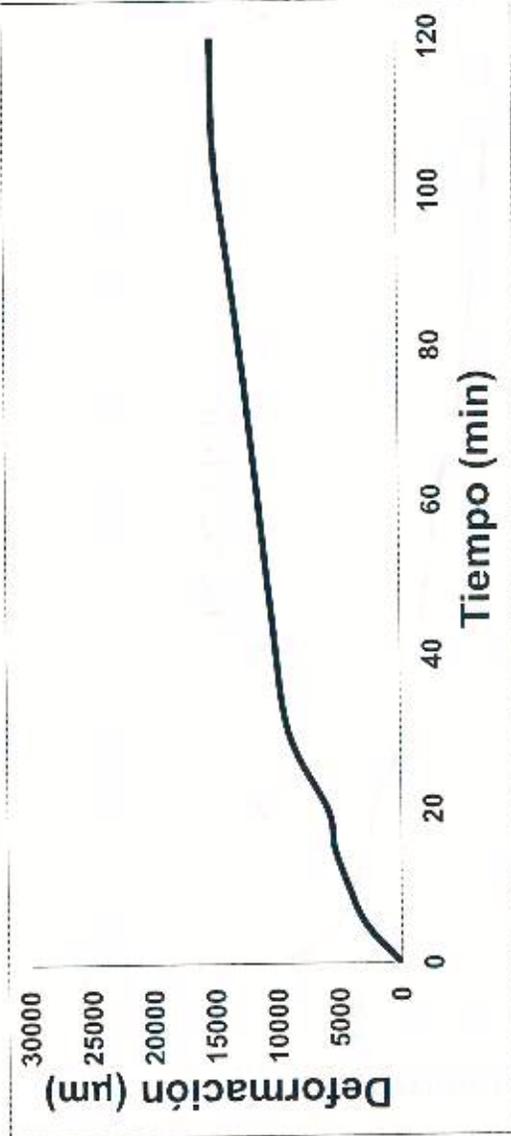
Inicio: 21 de mayo de 2018
Fin: 6 de junio de 2018

CONVENIO 469 DE 2017
RAPSODES-5-C-7-P2

FECHA DE FABRICACIÓN
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MDF: 30 TIPO DE EMULSIÓN CRL 1

SOLUCIÓN:
MUESTRA:



Deformación total al final del ensayo 15000 µm

V30/45 57 µm/min

V75/90 50 µm/min

V105/120 13 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire >24°C 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire <24°C 20 µm/min

OBSERVACIONES:

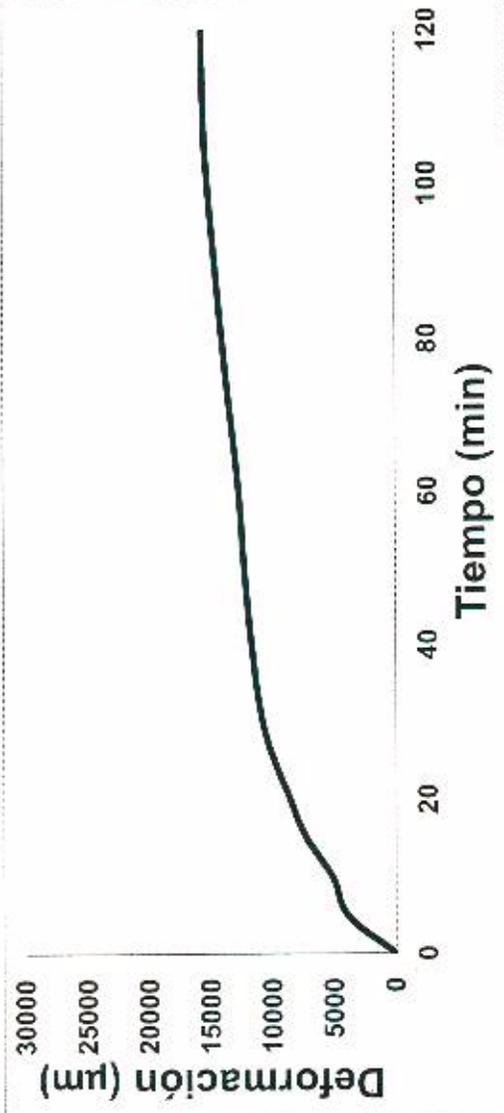
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el colador compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 2% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionada por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 900 KN/m2

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Firma:
Nombre:
Cargo:

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>PROGRAMA DE INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU FASE DE LAS OBRAS PARA TENER EN CUENTA LA PISA DE FRENTO DE LA RESISTENCIA EN EL 1-28-11</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Gestión</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotécnica</p>						
<p>Car 11 No. 101 - 80, bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 225.2, Fax: 1-6376557 - Nit: 800.225.340-3</p>								
<p>SUBCATEGORÍA: MUESTRA</p>	<p>CONVENIO 469 DEL 2017 RAPPO ES 5 E2 E2 P1</p>	<p>FECHA DE FABRICACIÓN: FECHA DE ENSAYO:</p>						
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW</p>	<p>MDF: 20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN CRL 1</p>						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="454 588 958 1701">  <p style="text-align: center;">Deformación (µm)</p> <p style="text-align: center;">Tiempo (min)</p> </div> <div data-bbox="974 588 1185 1512"> <p>Deformación total al final del ensayo: <u>28000 µm</u></p> <p>V30/45: <u>82 µm/min</u> V75/90: <u>51 µm/min</u> V105/120: <u>39 µm/min</u></p> <table border="1" data-bbox="1104 672 1185 1512"> <tr> <td>Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> <td>39 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> <td>15 µm/min</td> </tr> <tr> <td>Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> <td>20 µm/min</td> </tr> </table> </div> </div>			Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	39 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min	Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	39 µm/min							
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	15 µm/min							
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min							
<p>OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el taller compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 2% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DEL 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p> <p>Revisó:  Firma: Francisco Justina Estrella Castellanos Ballesteros Nombre: FRANCISCO JUSTINA CASTELLANOS BALLESTEROS Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS</p> <p>Revisó:  Firma: Oscar Iván Rojas Ortiz Nombre: OSCAR IVÁN ROJAS ORTIZ Cargo: DIRECTOR GENERAL DE I+D+D</p>								



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INstituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Materiales y Mecánica de Fluidos
LABORATORIO DE LABORATORIO DE MATERIALES



Laboratorio de Ingenierías Civil y Química

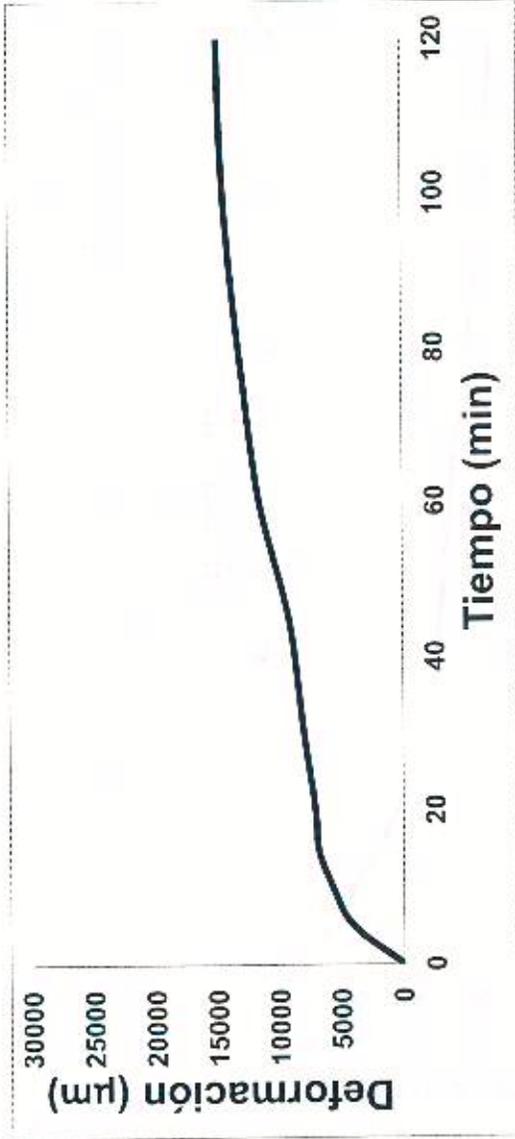
Cra 11 No. 101 80, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel.: 8500000 ext. 1291, Fax: 1-57070557, MIT: 800.225.340 8

SUBCULTIVO: GOBIERNO DE BOGOTÁ, BOGOTÁ D.C., Tel.: 8500000 ext. 1291, Fax: 1-57070557, MIT: 800.225.340 8

FECHA DE FABRICACIÓN: 15 de mayo de 2018

FECHA DE ENSAYO: 15 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV MDF 30 TIPO DE EMULSIÓN CRI-1



Deformación total al final del ensayo 14800 µm

V30/M5 79 µm/min

V75/90 70 µm/min

V105/120 39 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el colier compactador. La elaboración de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDE-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 2% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-796. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

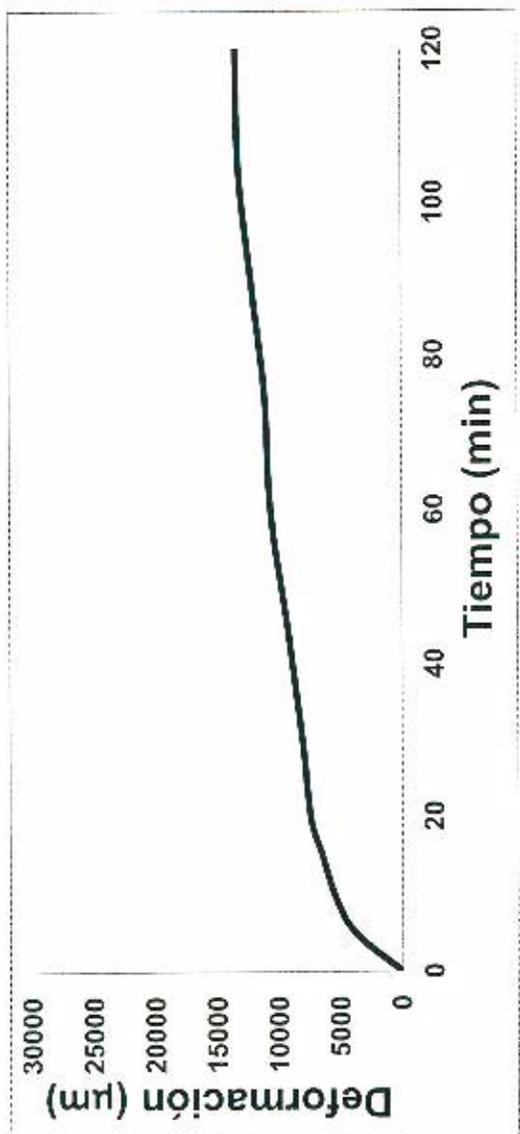
Fecha: _____
Firma: _____
Nombre: _____
Cargo: _____

Fecha: _____
Firma: _____
Nombre: Francisco Javier Castellanos Ballesteros
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Fecha: _____
Firma: _____
Nombre: _____
Cargo: _____

Fecha: _____
Firma: _____
Nombre: Oscar Javier Reyna Barrera
Cargo: DIRECTOR DE INVESTIGACION DE 2017

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	MISIÓN DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA RTPA DE ENSAYO DE LABORATORIO (MDF - 20)	 Grupo de Investigación Geotécnica
Cx 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6040000 ext. 1701, Fax: 1-5370557, Nit: 800.225.340-8	Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia	CRL-1
SOLICITUD: MUESTRA	CONVENIO 469 DE 2017 RMP50-15-5-12-25-P2	FECHA DE FABRICACIÓN: viernes, 5 de mayo de 2017
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV	MOD - 20	FECHA DE ENSAYO: viernes, 5 de junio de 2018
TIPO DE EMULSIÓN CRL-1		



Deformación (µm) vs **Tiempo (min)**

V30/45	80 µm/min	13400 µm
V75/50	75 µm/min	V105/120
		14 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	
Valor para temperatura media anual del aire +24°C	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire +24°C	20 µm/min

Deformación total al final del ensayo

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollet compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MOD-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 2% con emulsión 5,5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionado por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

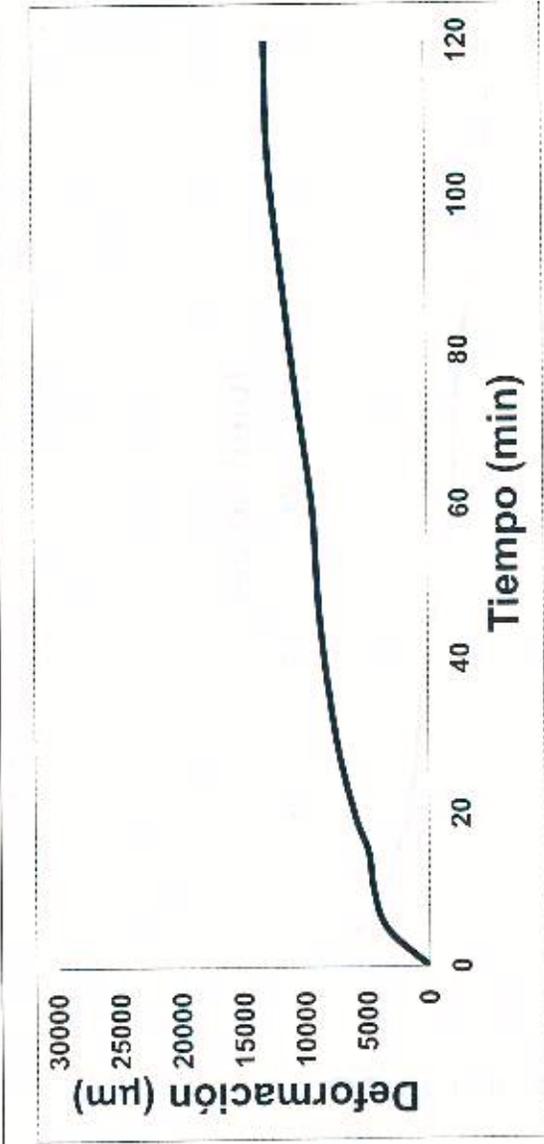
Firmante: Firmas:  Nombre: <u>Luis Guillermo Ballesteros</u> Cargo: <u>ASISTENTE DE INVESTIGACION PAVIMENTOS</u>	Firmante: Firmas:  Nombre: <u>Juan Carlos Torres Oroz</u> Cargo: <u>DIRECTOR GENERAL 469 DEL 2017</u>
--	---

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 5500000 ext. 1291, Fax: 1 5370337, N.I. 800.225.340-8

CONVENIO 469 DE 2017
 RUPSO ES.5 C2-L1-91

LÍNEAS DE FABRICACIÓN:
 FECHA DE ENSAYO:
 martes, 5 de junio de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV M24 - 20 TIPO DE EMULSIÓN CR1.1



Deformación total al final del ensayo 12900 µm

V30/45 81 µm/min V75/90 75 µm/min V105/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire $+24^{\circ}\text{C}$ 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire -24°C 20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla **MDF-20** con contenido de **RAÍP 50%** y **CEMENTO 2%** con emulsión **5,5%** de **BOMPIENTO LENTO** proporcionado por la **UMV** para el desarrollo del **CONVENIO 469 DE 2017**. La temperatura de ensayo fue 10°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m^2

Lección: _____
 Firma: 
 Nombre: FRANCISCO ESTEBAN ESCOBAR BALLESTEROS
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Revisó: 
 Firma: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: DIRECTOR GENERAL INV. 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOTECNIA



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6376557. Nit. 800.225.340-8

SOLUCIÓN: CONVENIO 469 DE 2017

MUESTRA: BMS045-S-CH-EP3

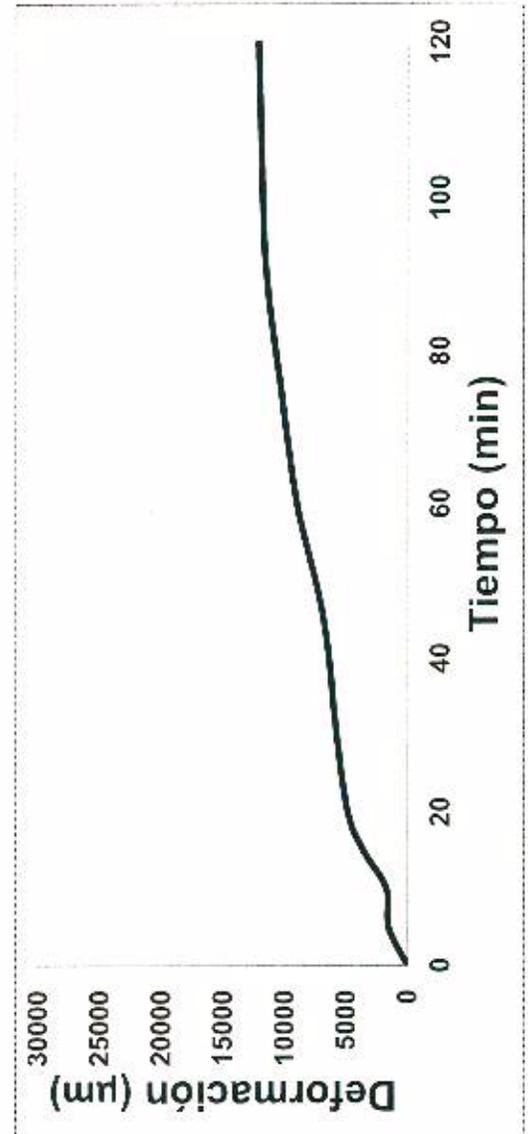
FECHA DE FABRICACIÓN: viernes, 18 de mayo de 2018

FECHA DEL ENSAYO: lunes, 4 de junio de 2018

MIEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

WGP: 20

TIPO DE EMULSIÓN: CS1.1



Deformación total al final del ensayo: 12125 µm

V30/45: 70 µm/min

V75/90: 8 µm/min

V105/120: 7 µm/min

velocidad máxima de deformación en el intervalo de 30s a 120 minutos, µm/min: 15 µm/min

valor para temperatura media anual del aire >24°C: 20 µm/min

valor para temperatura media anual del aire <24°C: 20 µm/min

OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y al roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDP-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 1% con emulsión 5.5% de BDMPIENTO LENTO proporcionados por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-796. La área de contacto fue de 900 Mm².

Executo:

Firma: Francisco Jaramillo

Nombre: FRANCISCO JARAMILLO

Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Executo:

Firma: Oscar Esteban

Nombre: OSCAR ESTEBAN

Cargo: INGENIERO DE SISTEMAS DE 2017



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO LA PMSA
DEL INDIARIO DE LABORATORIOS 08010001 - 750-15

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 Ma. 101. 80. Bloque F. Bogotá D.C., Tel. 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-8570557. MT. 800.225.340-8

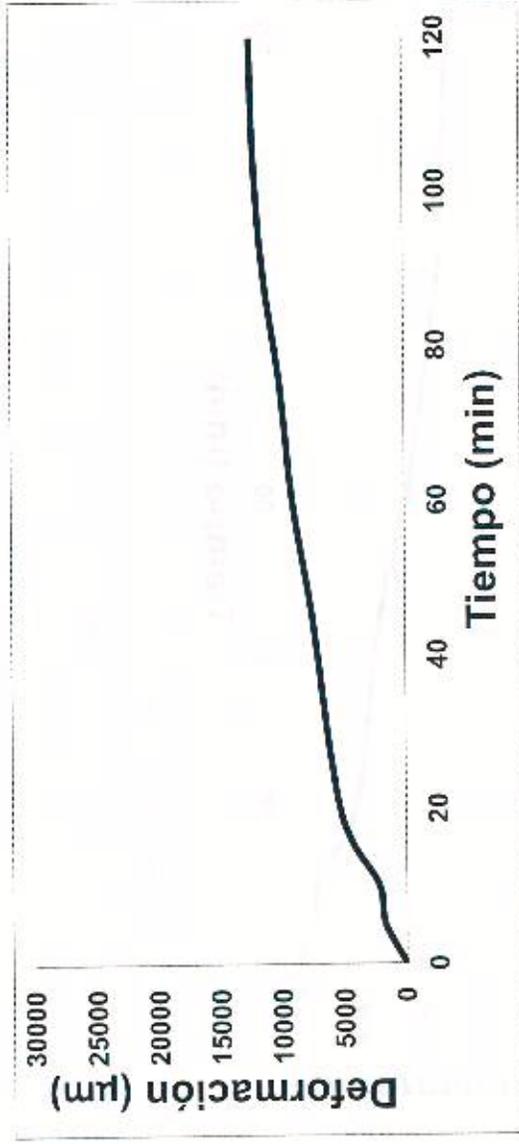
Siemas 18 de mayo de 2018
Lunes, 4 de junio de 2018

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 468 DEL 2017
PMS-08-FES-CT-E2-P2

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNV MDF 20 PRI 1



Deformación total al final del ensayo 12952 µm

Velocidad 79 µm/min. V105/120 10 µm/min. V75/90 90 µm/min.

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 1% con emulsión 5.5% de ROMBIMIENTO LENTO proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 468 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Elaboró: Francisco Justino Espinoza Castellanos
 Firmó: [Signature]
 Nombre: FRANCISCO JUSTINO ESPINOZA CASTELLANOS
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAQUIMÉTRICA

Revisó: [Signature]
 Firmó: [Signature]
 Nombre: Oscar Javier Sánchez Ortiz
 Cargo: DIRECTOR GENERAL DE I+D+i



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA Y TECNOLOGIA
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

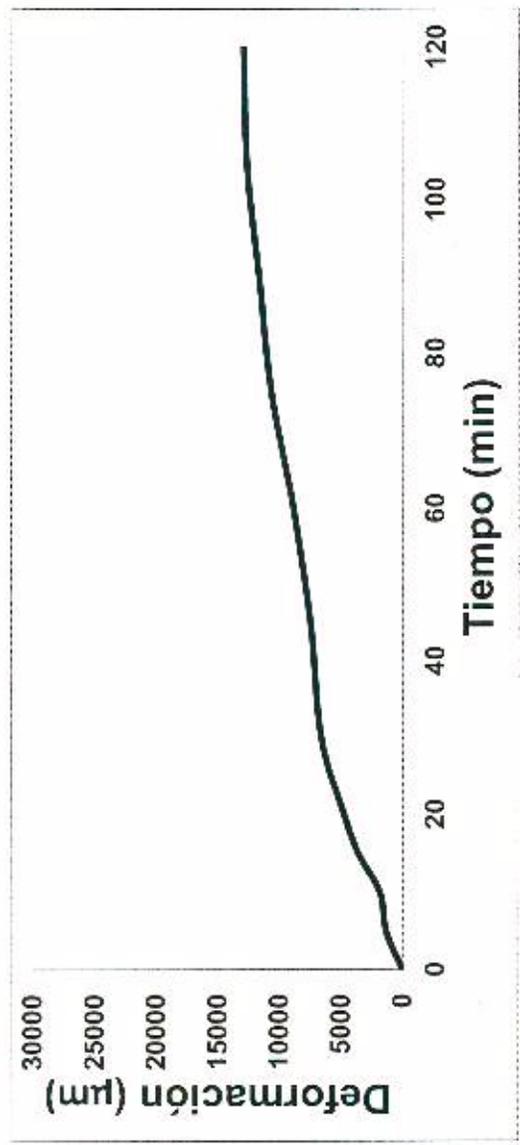


Cra. 71 Bis. 101 - 80, Brique 1, Bogotá D.C., Tel: 1-6000000 ext. 1291, Fax: 1-6000000 ext. 1291, Correo: 1-6000000 ext. 1291, Web: www.unmilitar.edu.co

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
MUESTRA: PAPER 55, S.C.I.F.P.P.I.

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMMV 6MUC - 20 TIPO DE EMULSION: CBL 1

FECHA DE FABRICACION: viernes, 18 de mayo de 2017
FECHA DE ENSAYO: lunes, 4 de junio de 2017



Deformación total al final del ensayo: 28000 µm

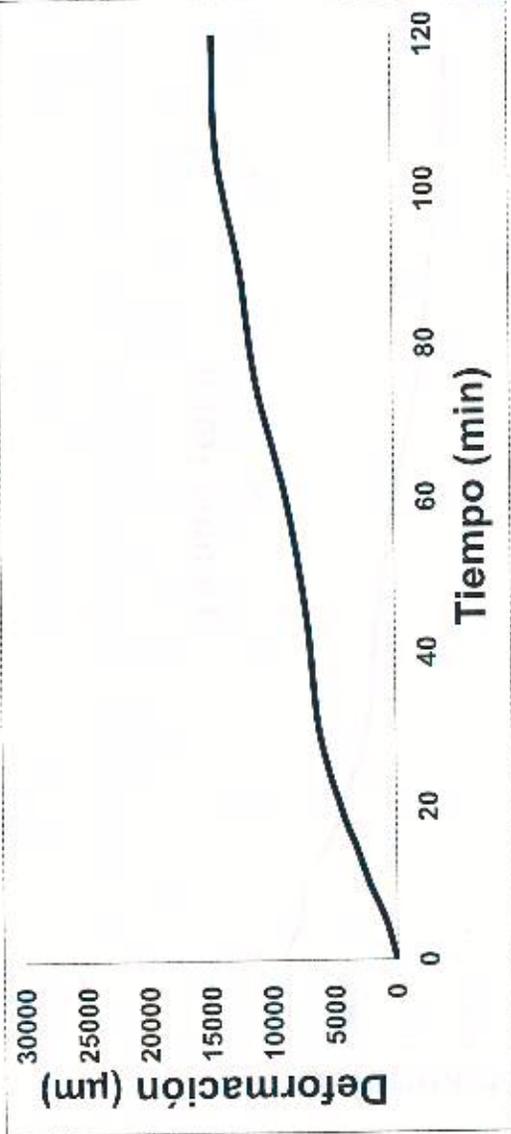
V30/40: 59 µm/min V75/90: 97 µm/min V105/120: 15 µm/min

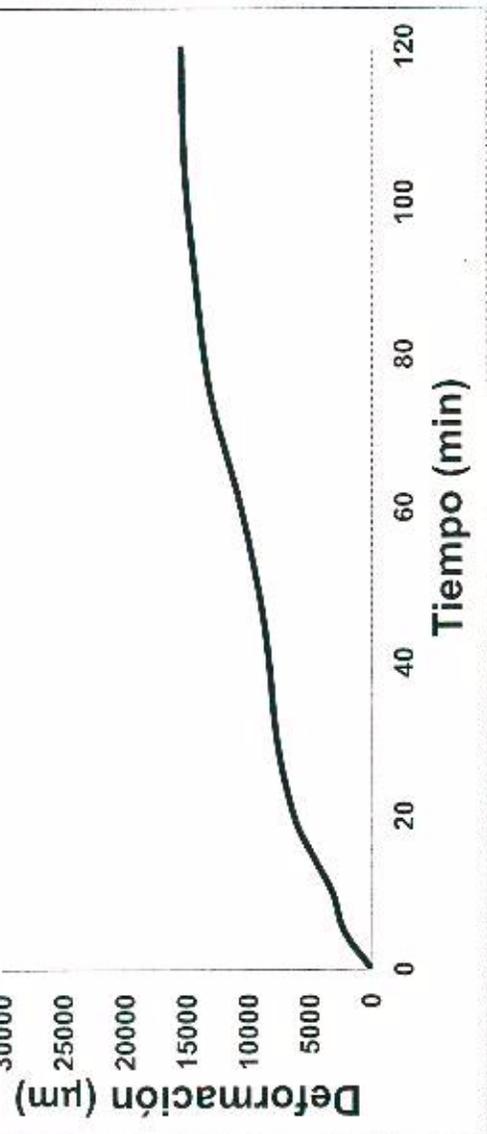
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos: µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire T_{air}: 15 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire T_{air}: 20 µm/min

CONSERVACIONES:
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el rollo compactador. La fabricación de la muestra se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDI-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 3% con emulsión 5.5% de ROMPIMIENTO LENTO proporcionada por la UMY para el desamollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo establece la norma E-741. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Licenciado:
 Firmado: Juan Carlos Salazar Salazar
 Nombre: JUAN CARLOS SALAZAR SALAZAR
 Cargo: DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Revisado:
 Firmado: Oscar Iván Reyna
 Nombre: OSCAR IVÁN REYNA
 Cargo: DIRECTOR GENERAL DE 2017

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACION PLASTICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS MEDIANTE LA PETA DE ENSAYO DEL LABORATORIO N° 196 JS</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Gaitanero</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnia</p>																								
<p>Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-9090000 ext. 1751, Fax: 1-9090007, Nit: 860-778-340 8</p>																										
<p>SOLICITUD: MUESTRA</p>	<p>CONVULSION 469 DE 2017 RAPIDO ES-5-C3-U1-23</p>	<p>FECHA DE FABRICACION: FOLIO DE ENSAYO</p>																								
<p>MEZCLA ASFALTICA TIPO UMW</p>																										
<p>MDJ - 20</p>	<p>TIPO DE EMULSION</p>	<p>CR-1</p>																								
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 14415 µm</p> <table border="1" data-bbox="1006 588 1234 1606"> <tr> <td>V30/45</td> <td>65 µm/min</td> <td>V75/90</td> <td>83 µm/min</td> <td>V105/130</td> <td>18 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire >24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire <24°C</td> </tr> </table>			V30/45	65 µm/min	V75/90	83 µm/min	V105/130	18 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire >24°C						Valor para temperatura media anual del aire <24°C					
V30/45	65 µm/min	V75/90	83 µm/min	V105/130	18 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire >24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire <24°C																										
<p>DESERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el taller compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MDJ-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 1% con emulsión 5,6% de <u>COMPLIMIENTO LENTO</u> proporcionado por la UMW para el desarrollo del <u>CONVENIO 469 DE 2017</u>. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².</p> <table border="1" data-bbox="1331 325 1437 1858"> <tr> <td>Elaboró:</td> <td>Revisó:</td> </tr> <tr> <td>Firma:</td> <td>Firma:</td> </tr> <tr> <td>Nombre:</td> <td>Nombre:</td> </tr> <tr> <td>Cargo:</td> <td>Cargo:</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">  FRANCISCO ESCALANTE BALLESTEROS AUXILIAR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS </p> <p style="text-align: right;">  OSCAR JAVIER REYES ORTIZ DIRECTOR LABORATORIO 196 DE JS </p>			Elaboró:	Revisó:	Firma:	Firma:	Nombre:	Nombre:	Cargo:	Cargo:																
Elaboró:	Revisó:																									
Firma:	Firma:																									
Nombre:	Nombre:																									
Cargo:	Cargo:																									

 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería</p>	<p>PRONUNCIAMIENTO DE RESPUESTA A LA DETERMINACIÓN PLACENTA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA MEVA DE LABORIO DE LABORATORIO N° 1 - 256 - 35</p> <p>Laboratorio de Ingeniería Civil - Sección</p>	 <p>Grupo de Investigación Geotecnología</p>																								
<p>Cra 11 No. 301 - 80, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 3292, Fax: 3-6376557 - RIT: 800.295.340-R</p>																										
<p>SOLICITUD: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY</p>	<p>FECHA DE EMISIÓN: 15/05/2020</p>	<p>CR-1</p>																								
<p>MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY</p>	<p>NOF - 20</p>	<p>TIPO DE EMULSIÓN</p>																								
<p>SOLO TÍTULO: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY</p>	<p>FECHA DE EMISIÓN: 15/05/2020</p>	<p>FECHA DE EMISIÓN: 15/05/2020</p>																								
<div style="text-align: center;">  <p>Deformación (µm)</p> <p>Tiempo (min)</p> </div> <p>Deformación total al final del ensayo: 15/85 µm</p> <table border="1" data-bbox="1039 588 1201 1596"> <tr> <td>V30/A5</td> <td>67 µm/min</td> <td>V75/B0</td> <td>80 µm/min</td> <td>V105/C20</td> <td>17 µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire +24°C</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Valor para temperatura media anual del aire +24°C</td> </tr> </table>			V30/A5	67 µm/min	V75/B0	80 µm/min	V105/C20	17 µm/min	Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min						Valor para temperatura media anual del aire +24°C						Valor para temperatura media anual del aire +24°C					
V30/A5	67 µm/min	V75/B0	80 µm/min	V105/C20	17 µm/min																					
Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min																										
Valor para temperatura media anual del aire +24°C																										
Valor para temperatura media anual del aire +24°C																										
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por mezcla de la mezcladora y el roter compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MIF-20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 1% con emulsión LENTO proporcionado por la UMY para el desarrollo del CONVENIO 459 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma L-756. La presión de contacto fue de 300 kN/m²</p>																										
<p>Liccutó:</p> <p>Firma:</p> <p>Nombre:</p> <p>Cargo:</p>	<p>Firma:</p> <p>Nombre:</p> <p>Cargo:</p>	<p>Firma:</p> <p>Nombre:</p> <p>Cargo:</p>																								



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



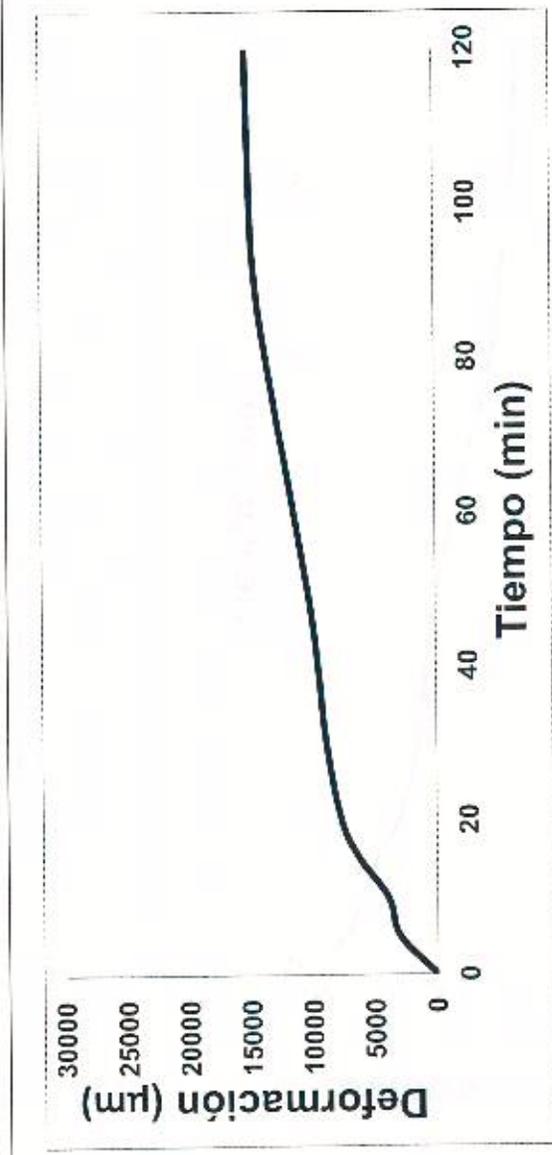
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque T, Bogotá D.C., Tel: 1 6600000 ext. 1201, Fax: 1 6379557, NI: 893 225 340 8

Miércoles, 10 de mayo de 2017
viernes, 1 de junio de 2018

CONVENIO 469 DE 2017
RAPSO ES-5 C3-C4-P1

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

MELZCLA ASFALTICA TIPO UMWV M4+20 TIPO DE LAMINACIÓN ORL-1



Deformación total al final del ensayo: 35.143 µm

V30/45 57 µm/min

V75/90 95 µm/min

V105/120 14 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

CONSERVACIONES:
La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el ensayo para la mezcla M4+20 con contenido de RAP 50% y CEMENTO 1% con emulsión 5.5% de BOMPIELENTO LENTO proporcionado por la UMWV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-1766. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Revisó:
Firma:
Nombre: Francisco Justino Espinosa Caballeros
Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACION CIENTÍFICAS

Revisó:
Firma:
Nombre: Oscar Javier Hernández
Cargo: DIRECTOR GENERAL 469 DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

RESUMEN DE RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA UNIV
DE ENSAYO DE LABORATORIO INTC-756-13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 31 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 1291, Fax: 3-5320537 - NT: 800.225.540 8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
MID-20-E2-PA

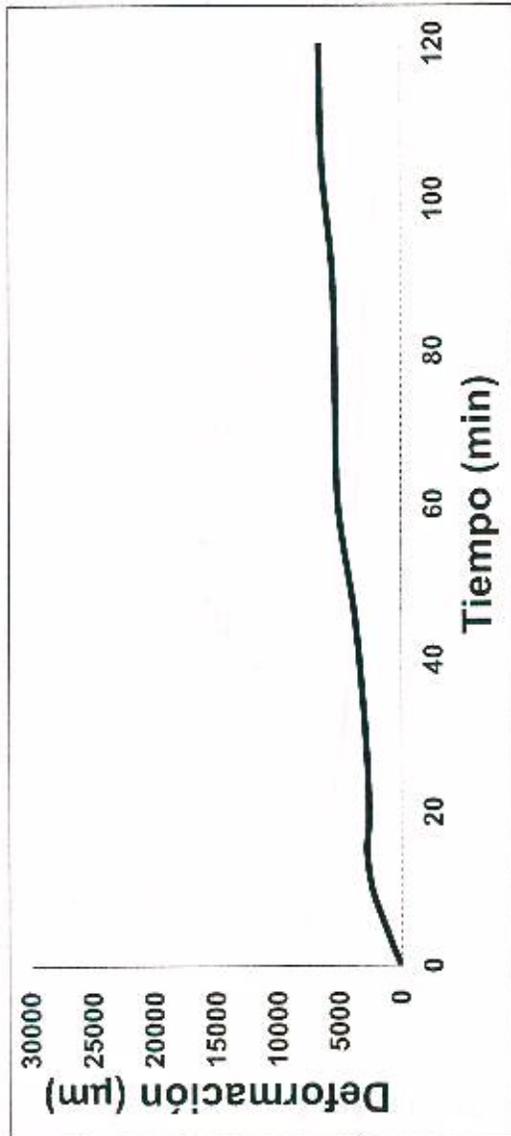
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

lunes, 2 de abril de 2018
jueves, 26 de abril de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MID - 20

60/70



Deformación total al final del ensayo

6630 µm

VM/45 51 µm/min

VT5/90 13 µm/min

VT05/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire 24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el nivel compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MID-20 con asfalto 60/70 al 6.0% proporcionada por la UNIV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 500 KN/m².

Unidad:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Francothy Justine Equihua Salazar
ACOMIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Recibió:
Firma:
Nombre:
Cargo:

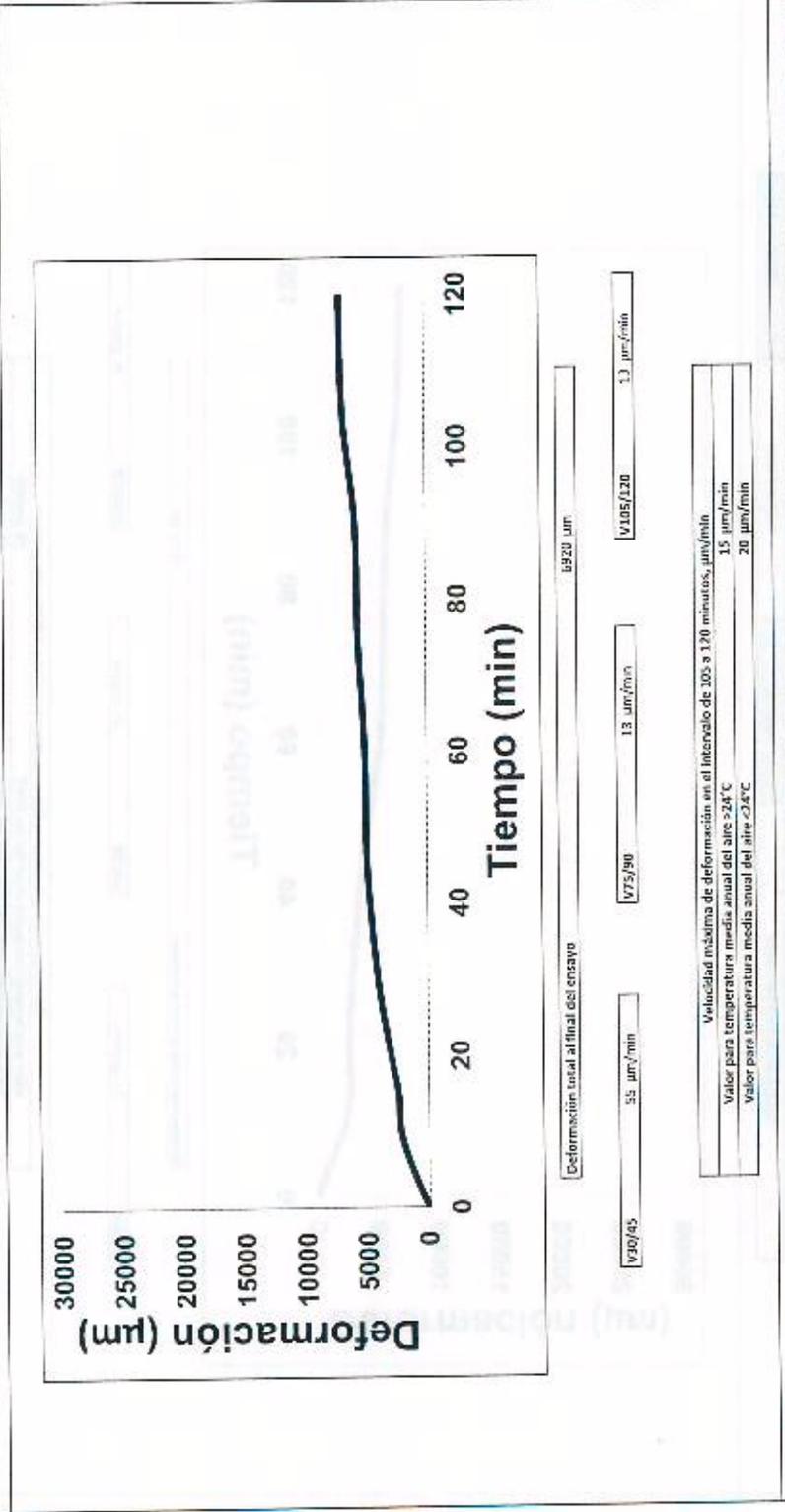
Dscar Rojas Reyes Ortiz
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOGOTÁ

Cx 11 No. 101 80, Bloque I, Bogotá D.C., Tel: 1 6370557 Fax: 1 6370557 NT 800 225 300-8
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN UMV - CEBICHO

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
MAESTRIA: MID-20 E2 P2

Fecha de fabricación: jueves, 26 de abril de 2018
 Fecha de ensayo: jueves, 26 de abril de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MD - 20 TIPO ASFALTO 60/70



OBSERVACIONES: La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el tolter compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MID-20 con asfalto 60/70 al 6.0% proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura del ensayo fue 60°C como lo estipula la norma E-758. La presión de contacto fue de 300 kN/m².

Revisó: 
 Nombre: Francisco Justino Luján
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PASIVIENTOS

Revisó: 
 Nombre: Oscar Iván Reyes Ortiz
 Cargo: DIRECTOR GENERAL 469 DE 2017

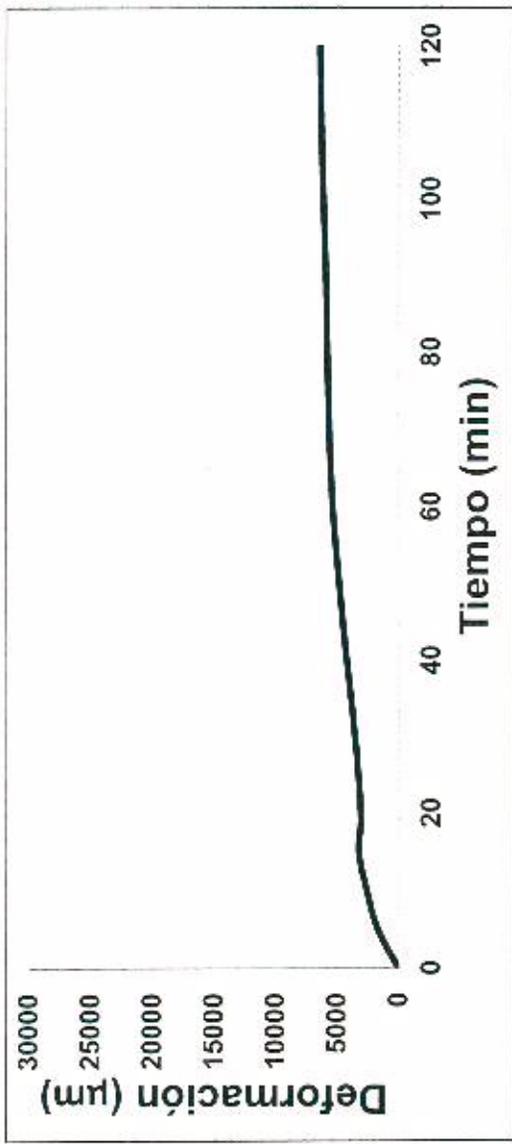


UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA DE MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 2251, Fax: 1 6570557, Nit: 800.225.340 8
 SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017
 MUESTRA: MD-20-E-PI
 FECHA DE FABRICACIÓN: Jueves, 2 de abril de 2018
 FECHA DE ENSAYO: Jueves, 25 de abril de 2018
 MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW W.O. 20 TIPO ASFALTO 53/70



Deformación total al final del ensayo: 25000 µm

V30/45: 65 µm/min V75/90: 12 µm/min V105/120: 11 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 305 a 120 minutos, µm/min: 25 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire >24°C: 20 µm/min
 Valor para temperatura media anual del aire <24°C: 20 µm/min

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el molder compactor. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MD-20 con asfalto 60/70 al 6.0% proporcionado por la UMW para el desarrollo de CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 65°C como lo estipula la norma E-755. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Observaciones:

Ejecutor: Francisco Justo Espinosa Parrales, Salazar
 Financ: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS
 Nombre: Ocaña Javier Iván Ocaña
 Cargo: DIRECTOR GENERAL ID 469 DEL 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFORMACION TIPO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS MEDIANTE EL METODO DEL ANILLO 15.4
DE ENSAYO DE LABORATORIO INV. E - 756 - 22



Laboratorio de Ingeniería Civil - Colombia

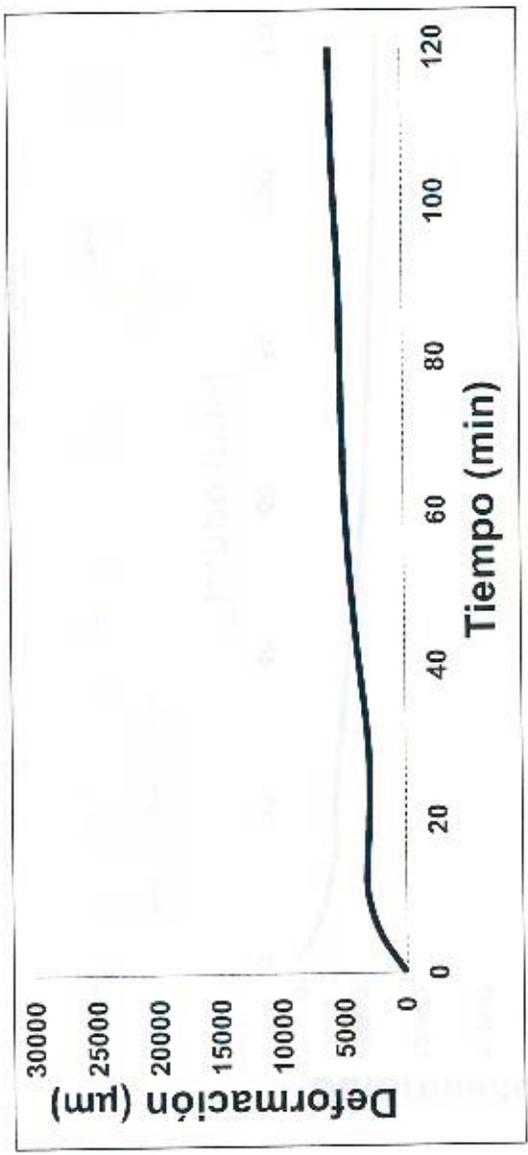
Gr 31 No. 101-80, Bogue J. Bogotá D.C., Tr. L 5500000 ext. 3291, Fax: L 6370537. NIT: 800.425.3104-8

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMW

MO: 20 TIPO ASFALTO 60/70

SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2017 PLANO DE FABRICACION: Jueves, 2 de abril de 2018

MOUESTRA: MID-30 EL P2 FECHA DE ENSAYO: viernes, 27 de abril de 2018



Deformación total al final del ensayo: 9850 µm

V100/45 1.7 µm/min V75/50 9 µm/min V105/120 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roller compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MD-20 con asfalto 60/70 al 6,0% proporcionado por la UMW para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 80°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Ejecutó: FRANCISCO JUSTINO GOMEZ
Firma: FRANCISCO JUSTINO GOMEZ
Nombre: FRANCISCO JUSTINO GOMEZ
Cargo: AUXILIAR DE OBRAS (ASOCIACIÓN PAVIMENTOS)

Revisó: DICK JAVIER GOMEZ
Firma: DICK JAVIER GOMEZ
Nombre: DICK JAVIER GOMEZ
Cargo: DIRECTOR SUBMUNICIPIO AER DE 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LOS MATERIALES AS-FALTICAS MEDIANTE LA PRUEBA DE ENDAZO DEL LABORATORIO INET - 196-11

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6000000 ext. 2291, Fax: 1-60702557 - Nit: 800.226.340.8

SOLUCIÓN:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DEL 2017
M2-20 EL P2

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

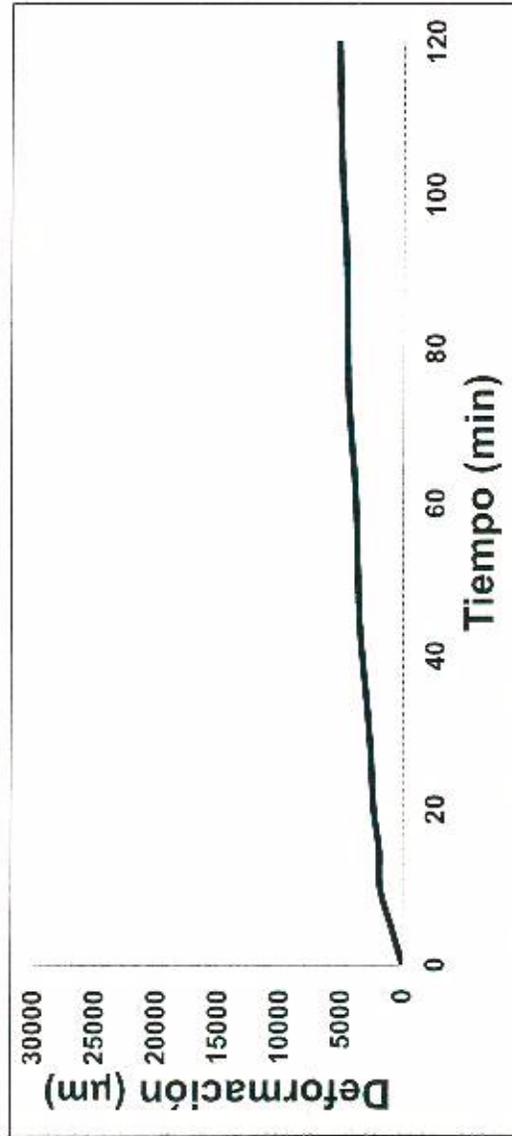
Ayres, 2 de abril de 2018
Miércoles, 27 de abril de 2018

MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV

MD-20

TIPO ASFALTO

60/70



Deformación total al final del ensayo

32350 µm

VR0/46 55 µm/min

VR7/90 5 µm/min

VR05/720 15 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 305 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min

OBSERVACIONES:

La muestra asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el colier compactador. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el diseño para la mezcla MD-20 con asfalto 60/70 al 6.0% proporcionado por la UMV para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 80°C como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Franceth Justica Salazar
NOMBRE: FRANCETH JUSTICA SALAZAR
CARGO: ASISTENTE EN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

David Javier Rojas Ortiz
DIRECTOR GENERAL DE I+D+i



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ESPECTRICA A LA DETERMINACIÓN MÉTRICA DE LOS EFECTOS ADIATIVOS MEDIANTE LA SIFTA
DE ENSAYO DE LABORATORIO OTORINVA 756 13

Laboratorio de Ingeniería Civil - Sivaticolona



Cra 11 No. 801 - 80, Bogotá E. Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1751, Fax: 1-6570557, NIT: 800.225.340.8

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 469 DE 2017
MD-94LQ-91

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

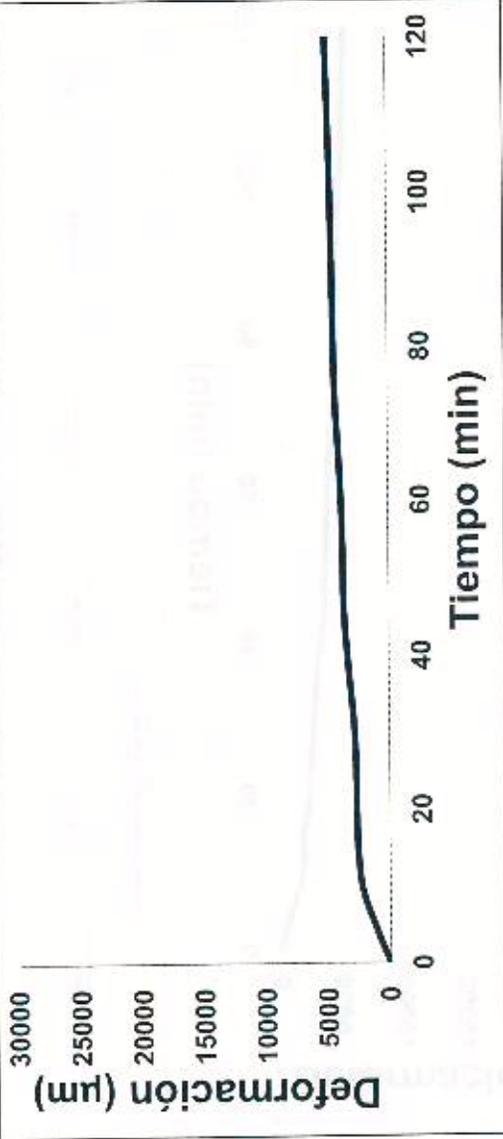
Jueves, 2 de abril de 2017
viernes, 27 de abril de 2017

MEZCLA ASFALTICA TIPO UNIV

MD - 20

TIPO ASFALTO

60/70



Deformación total al final del ensayo

18860 µm

V30/45 53 µm/min

V75/90 10 µm/min

V105/120 17 µm/min

Velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, µm/min	15 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire >24°C	20 µm/min
Valor para temperatura media anual del aire <24°C	

La mezcla asfáltica fue fabricada en los laboratorios de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de la mezcladora y el roler compactar. La fabricación de la mezcla se hizo de acuerdo con el albeo para la mezcla MD-20 con asfalto 60/70 al 5.0% proporcionado por la UMY para el desarrollo del CONVENIO 469 DE 2017. La temperatura de ensayo fue 60°C, como lo estipula la norma E-756. La presión de contacto fue de 900 kN/m².

OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

ANEXO 13

Ensayos de laboratorio Módulo resiliente a tracción indirecta



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

PRIMAVO DE TENSION INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS UNW E - 748 - 07
Laboratorio de Ingeniería Uwi - Geotecnia



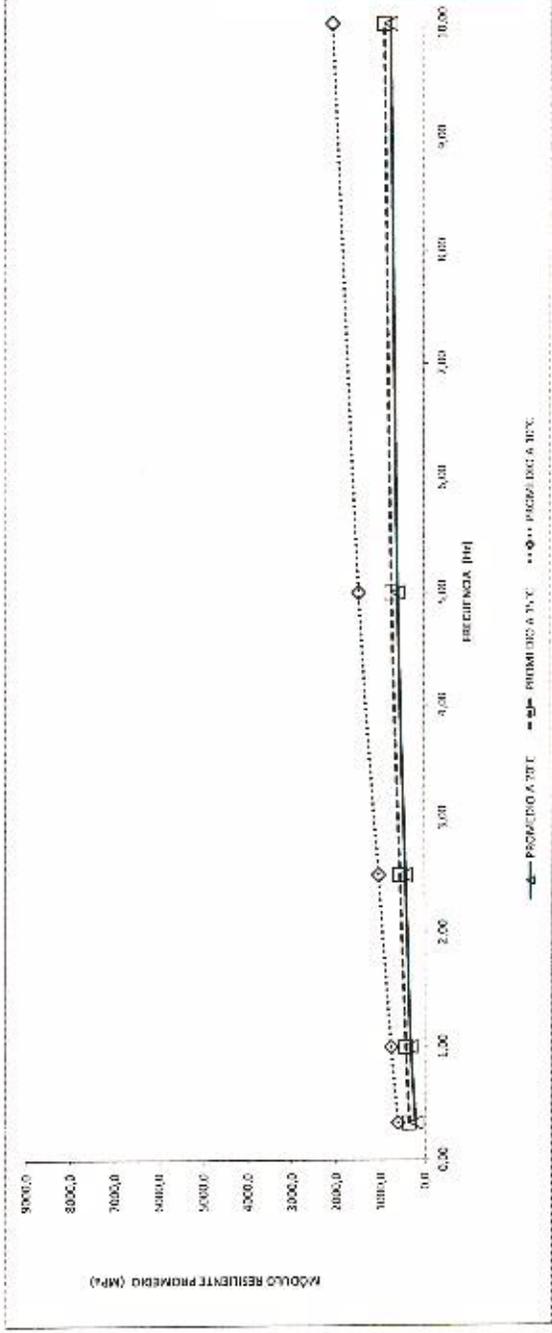
Cra. 11 No. 101 - 80, Bogotá D. C., Tel: 1-5500000 ext. 1791, Fax: 1-5570557 - NIT: 800.275.340-8

SOLICITUD: CONVOCATORIA DEL 2017
MUESTRAS: BAPSO ES.5. CI PL

FECHA DE FABRICACION: miércoles, 20 de enero de 2018
FECHA DE ENSAYO: lunes, 19 de febrero de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNW MDT-20 TIPO EMULSION CRT-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	
ENSAYO 1	625,8	787,4	1108,7	1567,9	2330,3	368,4	482,2	584,6	703,6	866,1	112,0	142,0	160,0	180,2	
ENSAYO 2	615,1	762,8	1075,4	1478,8	2201,9	351,5	475,1	555,3	706,6	890,7	113,0	146,8	165,2	185,2	
ENSAYO 3	577,1	751,2	1016,2	1407,7	2033,6	321,0	421,1	544,1	721,5	890,9	206,1	272,0	332,1	425,2	
ENSAYO 4	595,4	738,5	1008,9	1403,6	2039,1	305,3	419,8	543,0	708,0	867,5	196,1	265,2	315,1	395,2	
ENSAYO 5	595,3	757,0	987,5	1427,1	1983,6	342,1	422,5	535,8	706,2	862,9	189,1	269,0	322,3	389,1	
PROMEDIO	605,7	758,0	1039,3	1475,0	2063,5	352,2	476,3	552,6	723,4	900,4	206,2	274,0	326,5	396,7	



OBSERVACIONES:

Firma del:
Nombre:
Cargo:

Firma del:
Nombre:
Cargo:

Firma del:
Nombre:
Cargo:

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
CONVENIO 468 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

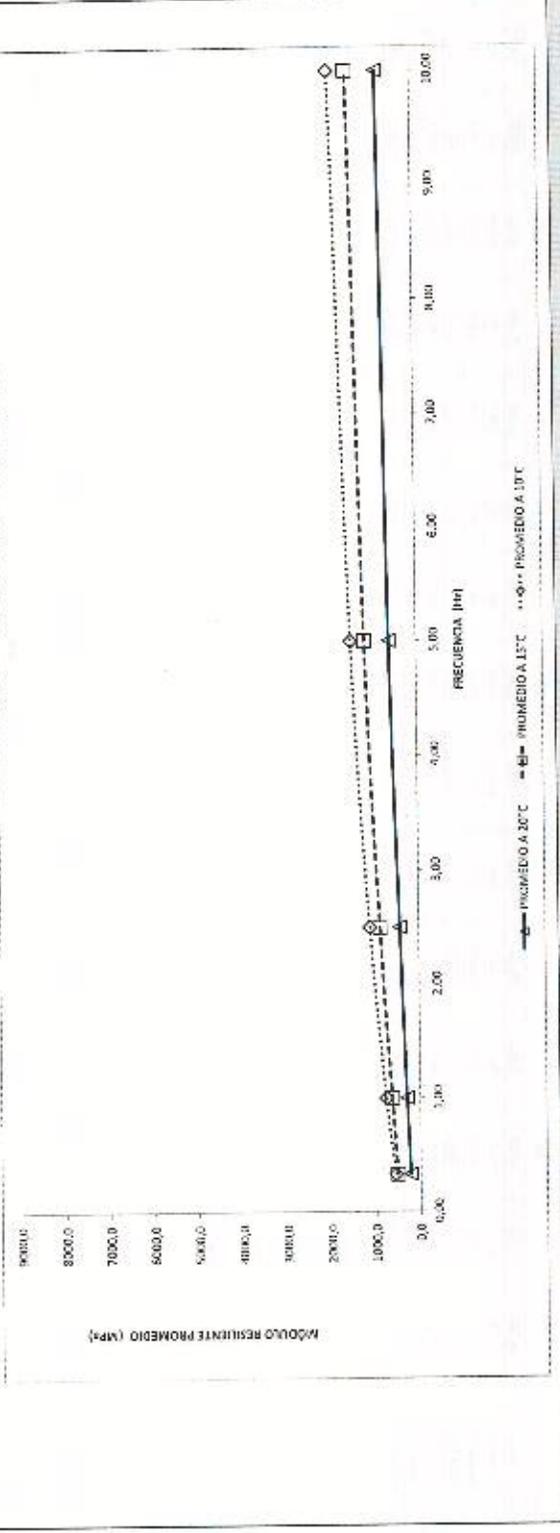
TRABAJO DE TENSIONE DIBECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (MVE - 749 - 07)

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grta 11 No. 301 - 80, Bogotá D.C., Tel: +5700000 ext. 1291, Fax: +5700000 ext. 1291, Correo: 225.340@univa.edu.co

SUBCULTIVO: MUESTRA: COMPAÑIA: FECHA DE FABRICACION: FECHA DE ENSAYO: miércoles, 10 de enero de 2018 / jueves, 19 de febrero de 2018

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV						TIPO EMULSION	CRL 3								
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33										
ENSAYO 1	386,5	795,0	1327,0	1565,9	1896,9	538,7	606,4	919,9	1734,3	1552,4	736,9	305,2	446,0	5,00	646,1	830,6
ENSAYO 2	567,2	792,5	1116,7	1400,9	1876,0	536,5	631,0	806,8	1161,8	1442,9	522,9	295,6	474,5	624,0	774,3	770,8
ENSAYO 3	554,4	748,8	1077,2	1436,5	1806,2	497,3	627	854,8	1139,8	1453,3	520,3	271,4	282,5	415,3	593,4	776,6
ENSAYO 4	550,1	748,8	1077,2	1436,5	1806,2	497,3	627	854,8	1139,8	1453,3	520,3	271,4	282,5	415,3	593,4	776,6
ENSAYO 5	550,1	748,8	1077,2	1436,5	1806,2	497,3	627	854,8	1139,8	1453,3	520,3	271,4	282,5	415,3	593,4	776,6
PROMEDIO	552,0	761,0	1102,6	1475,7	1868,5	509,2	628,7	872,1	1165,1	1453,3	522,3	272,4	292,3	424,9	608,5	782,8



Observaciones:

Firma: _____
Nombre: _____
Cargo: _____

Firma: _____
Nombre: _____
Cargo: _____

Director Proctor: _____



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingenierías

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RES-ILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS INVT-740-47

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 301 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, MT. 800.325.340 8

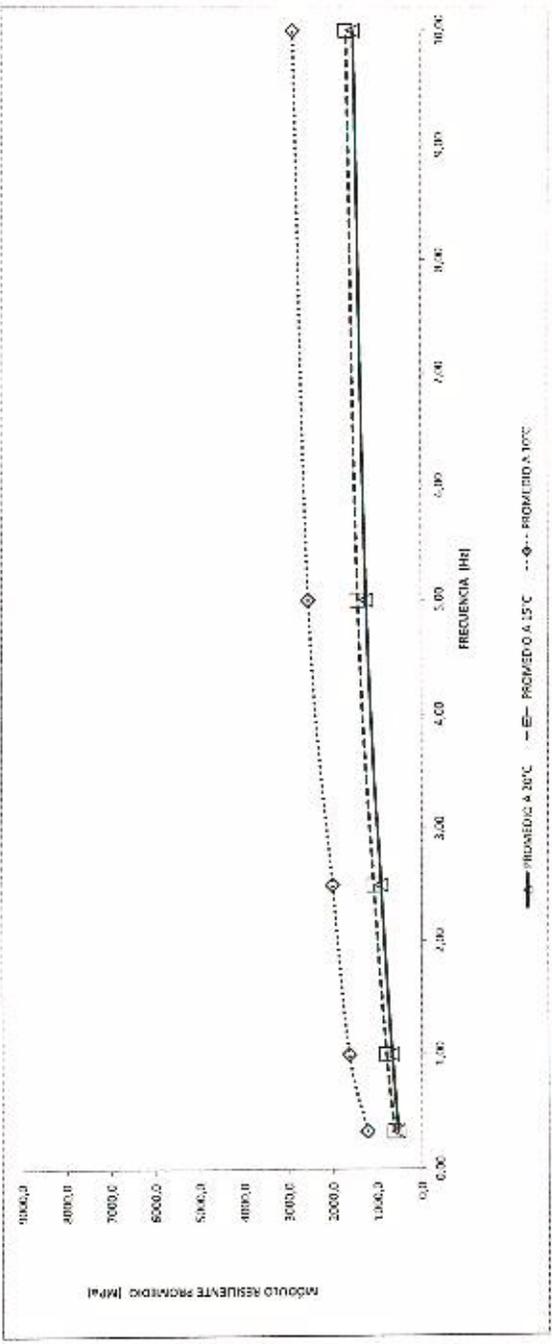
miércoles, 10 de febrero de 2016
lunes, 19 de febrero de 2016

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 469 DEL 2017
R4050-ES-3-C-19

SOLICITUD: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
FRECUENCIA [Hz]	17,44,0	1,651,4	2084,0	2827,8	2896,2	675,1	813,1	1108,8	1312,9	1736,5	589,1	688,7	948,5	1261,1	1614,1
ENSAYO 1	3222,6	654,1	1075,1	2522,8	2913,8	621,2	801,3	1075,6	1424,4	1683,6	535,6	669,2	916,7	1249,1	1535,9
ENSAYO 2	3209,6	3655,8	3986,4	2529,6	2683,2	615,0	783,9	1055,9	1410,4	1611,7	530,0	641,1	914,6	1233,8	1605,9
ENSAYO 3	3226,0	1501,0	2017,6	2904,2	2982,6	614,7	788,1	1079	1382,3	1701,3	525,7	660,1	904,9	1233,4	1517,3
ENSAYO 4	3298,3	1379,9	1479,4	2511,8	2756,3	605,1	785,7	1070,3	1413,8	1721,8	522,1	663,7	887,9	1218,7	1489,9
ENSAYO 5	3298,3	1552,6	2009,9	2544,2	2884,4	600,6	796,4	1077,9	1429,3	1895,0	532,6	671,1	914,7	1239,5	1535,4
PROMEDIOS															



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Escuela de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV C - 740 - 07

Laboratorio de Ingenieros Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6040000 ext. 1291, Fax: 1 6579557 - NIT: 900.225.340 S

miércoles, 10 de enero de 2018
lunes, 19 de febrero de 2018

SOLICITUD:
MUESTRA:

CONVENIO 165 DE 2017
RANCHO EL S. CIEPI

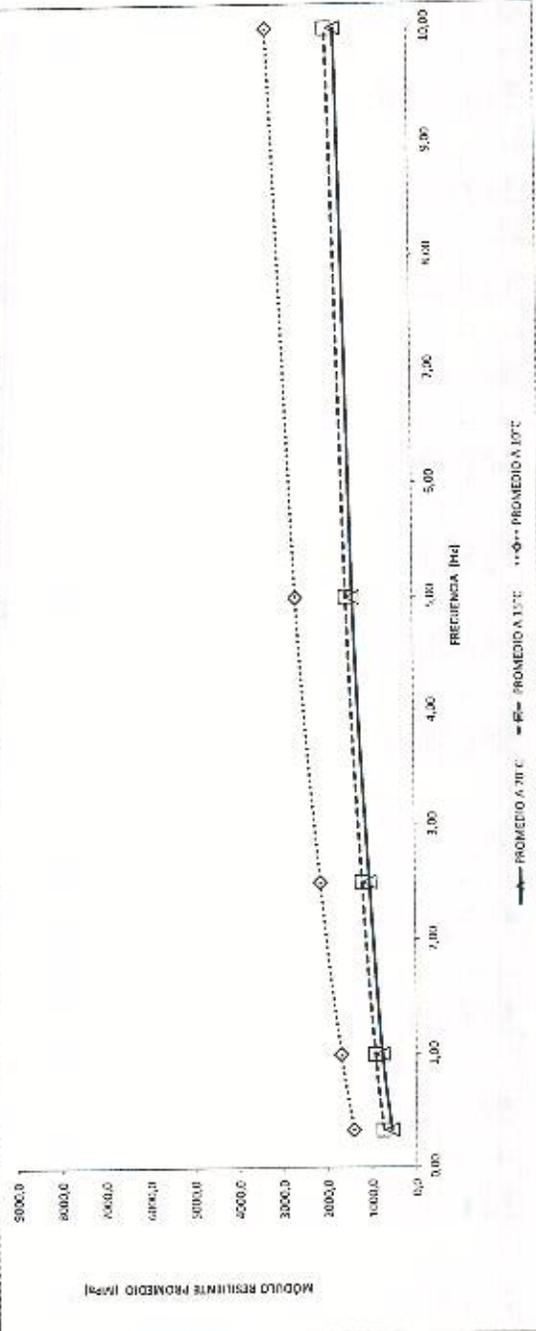
FECHA DE FABRICACIÓN:
LUGAR DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

TIPO EMULSIÓN

CUR - 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1422,0	1723,1	2153,9	2029,5	3185,8	154,6	944,1	1265,6	1542,4	3245,5	564,2	759,0	1036,2	1494,6	1790,3
ENSAYO 2	1430,6	1688,4	2096,9	2667,6	3270,5	750,3	915,5	1169,6	1501,5	1826,1	561,8	763,9	1036,4	1495,4	1651,6
ENSAYO 3	1432,8	1659,0	2181,0	2636,5	3316,6	736,3	917,9	1186,1	1526,5	1613,9	584,9	758,5	1006,1	1463,1	1604,0
ENSAYO 4	1381,3	1670,1	2157,6	2538,8	2998,0	751,6	908,5	1187,0	1452,8	1766,1	553,5	747,0	1018,5	1499,7	1659,0
ENSAYO 5	1386,2	1679,9	2087,0	2579,1	3188,8	736,1	907,1	1155,5	1488,7	1864,9	586,7	751,0	1094,4	1486,1	1591,5
PROMEDIO	1412,2	1685,2	2139,3	2660,5	3187,9	738,6	916,7	1189,8	1502,4	1800,5	566,7	756,7	1021,9	1451,4	1600,8



OBSERVACIONES:

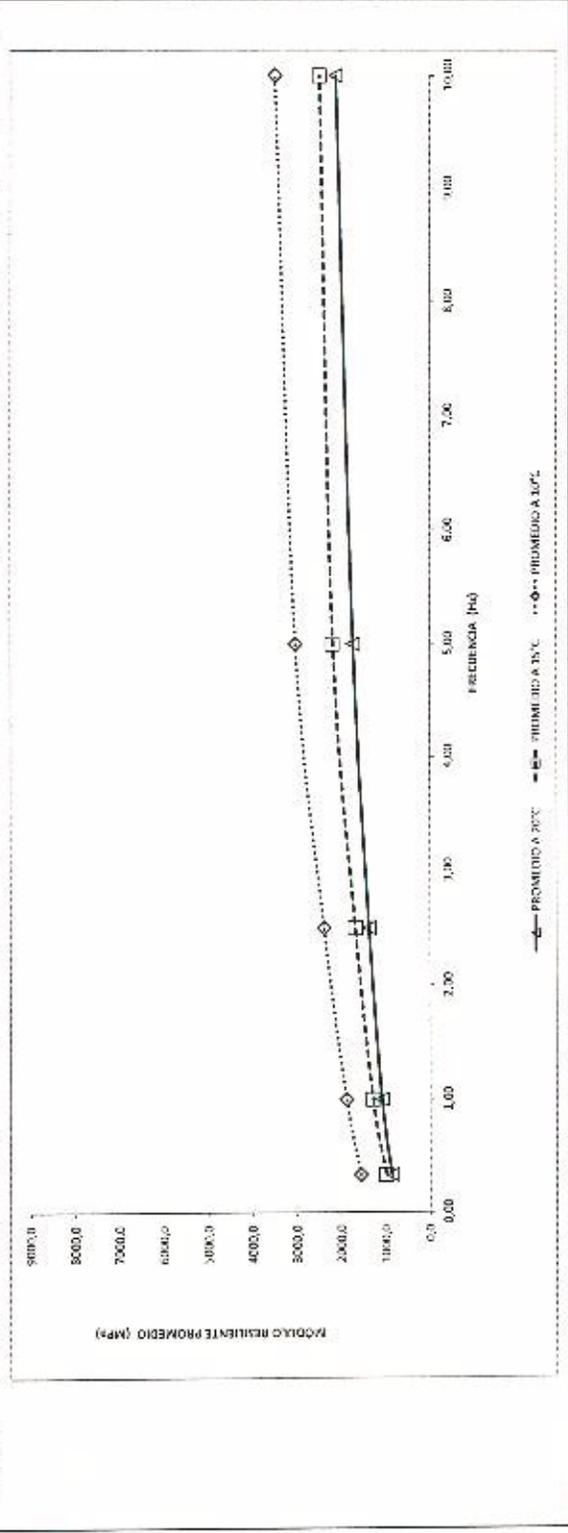
Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Óscar Javier B...
30 de Julio de 2017

TEMPERATURA (°C)	MCF 20					MCF 20					CRL 1				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV	MCF 20					MCF 20					CRL 1				
ENSAYO 1	1634.7	1985.7	2455.5	3175.6	3649.7	101.4	1328.1	1750.9	2310.5	2501.3	909.2	1160.7	1428.0	1803.4	2353.0
ENSAYO 2	1545.2	1911.1	2473.6	3007.5	3479.8	999.0	1507.9	1891.8	2350.7	2574.7	884.6	1089.7	1344.2	1782.2	2341.2
ENSAYO 3	1516.4	1847.7	2336.2	2983.1	3446.3	982.6	1489.8	1878.5	2351.8	2467.8	844.7	1057.0	1384.2	1701.8	2301.8
ENSAYO 4	1508.2	1839.2	2394.2	2931.1	3500.7	985.5	1750.0	1849.6	2350.5	2409.0	841.8	1080.5	1381.5	1734.2	2052.5
ENSAYO 5	1500.8	1847.7	2375.6	3038.9	3320.3	993.1	1405.9	1845.6	2349.3	2417.4	832.0	1041.0	1311.1	1674.4	1955.7
PROMEDIO	1561.2	1881.9	2387.6	3028.2	3405.1	990.1	1292.8	1851.4	2384.9	2492.1	862.5	1080.3	1372.8	1722.2	2122.8



OBSERVACIONES:

Firma: *[Firma]* Nombre: *[Nombre]* Cargo: *[Cargo]*

Firma: *[Firma]* Nombre: *[Nombre]* Cargo: *[Cargo]*

Director Provincial de Pavimentos



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRVLE - 719 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel.: 3-6520000 ext. 1491, Fax: 3-6570557, VIT-800 275 540 8

miércoles, 10 de enero de 2018

lunes, 19 de febrero de 2018

LUGAR DE FABRICACIÓN:

FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 469 DEL 2017

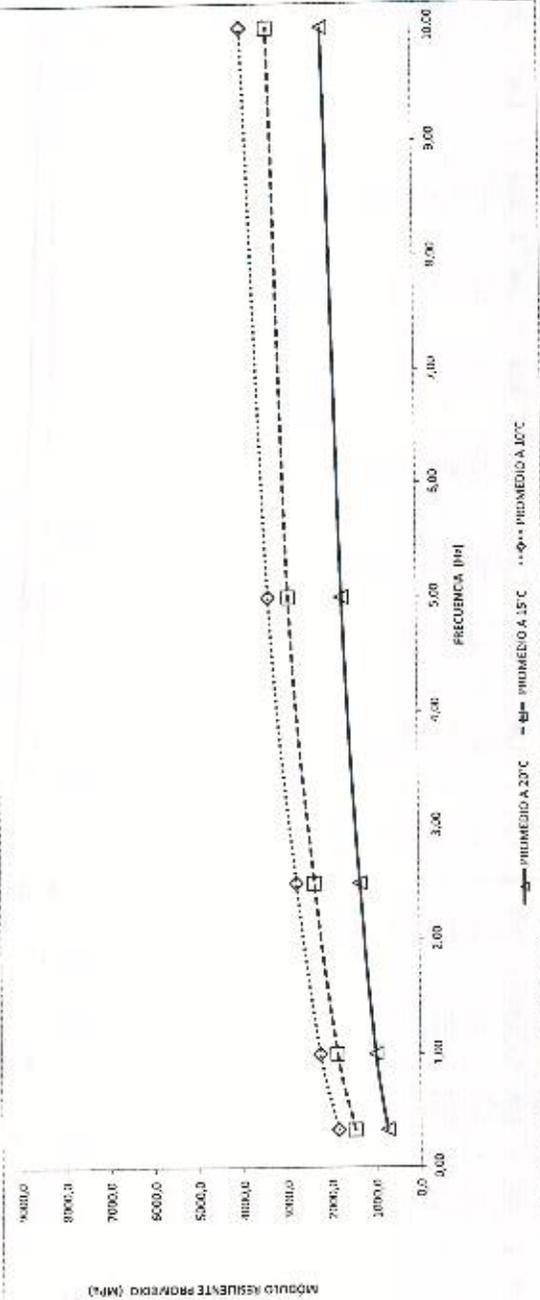
MAPSO-45-5-C2-P8

SOLICITUD:

PAULSIRAS

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MDT-20 CR-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	
FRECUENCIA (Hz)	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	
ENSAYO 1	1853,6	2704,8	3405,6	4057,2	1533,8	1954,3	2442,5	3057,0	3767,1	779,6	1050,1	1406,5	1776,0	2079,9	
ENSAYO 2	1878,2	2354,8	2688,6	3151,7	1461,8	1821,2	2167,4	2517,0	3117,2	756,1	1011,4	1372,5	1680,9	2023,4	
ENSAYO 3	1836,5	2256,1	2756,9	3268,0	1474,0	1858,2	2200,4	2782,1	3240,1	745,7	993,2	1312,2	1687,0	2081,6	
ENSAYO 4	1829	2205,0	2754,3	3299,7	1453,1	1844,9	2285,4	2804,2	3286,9	747	980,6	1300,3	1623	1972,9	
ENSAYO 5	1823	2253,9	2712,8	3257,4	1453,2	1831,5	2294,0	2911,1	3290,3	746,7	972,8	1307,1	1672,4	2077,1	
PROMEDIO	1846,3	2362,7	2845,7	3425,3	1475,2	1860,1	2357,4	2895,1	3293,2	749,1	1001,3	1355,7	1683,9	2022,3	



OBSERVACIONES:

Fecuto:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
 Facultad de Ingeniería Civil
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN PAVIMENTOS

Fecuto:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
 Oscar Javier Rojas Olivé
 DIRECTOR PRINCIPAL CONVENIO 469 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Escuela de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV F-749-07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



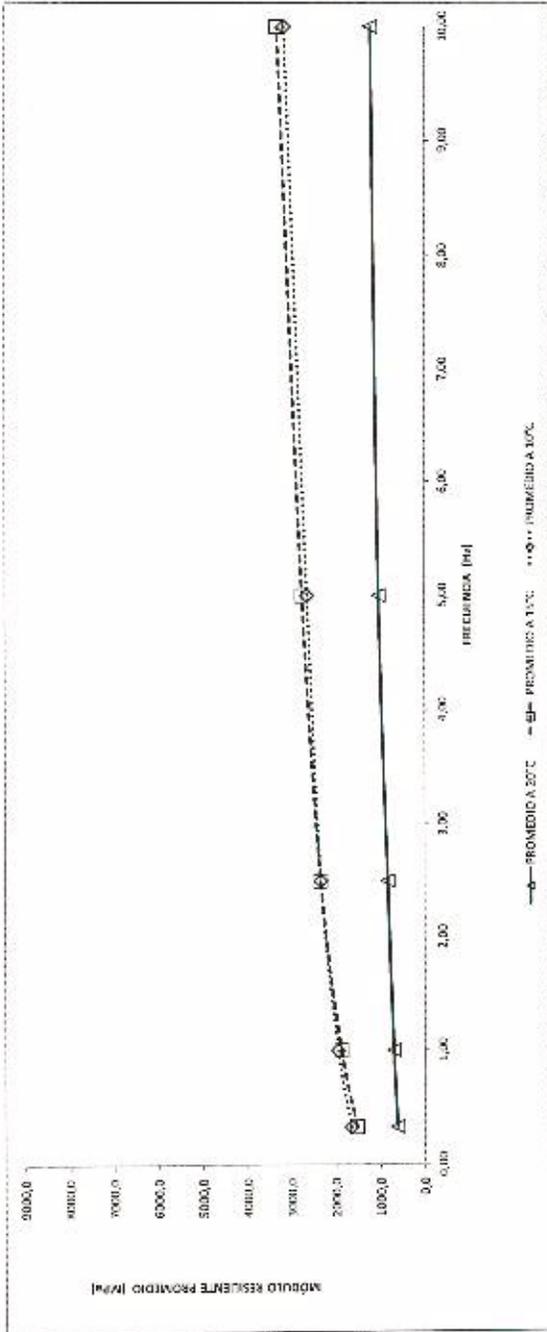
Cra 11 No. 101 - 80, Bompas F. Bogotá D.C., Tel. 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-63-9557 - Nit. 800.225.140-8

miércoles, 10 de enero de 2018
lunes, 19 de febrero de 2018

CONSOLIDADO DE 2017
FECHA DE ENVÍO:
BAJOSO ES.5 CS.P1

CR: 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1070,2	2927,3	2372,5	2829,5	3279,9	1557,9	3889,0	2395,9	2894,6	3328,5	627,0	715,6	857,7	1100,3	1277,2
ENSAYO 2	1850,5	1951,9	3351,5	2067,6	4195,9	1987,1	1953,3	2312,2	2807,7	3338,6	925,5	702,3	840,0	1035,3	1208,2
ENSAYO 3	1664,1	1395,5	2360,7	2636,5	3669,1	1587,9	1813,4	2403,2	2658,0	3067,0	617,1	695,7	830,4	1007,8	1215,1
ENSAYO 4	1650,2	1975,5	2381,2	2939,8	3750,6	1759,8	1875,1	2206,0	2789,1	3449,3	616,1	684,1	827,1	994,8	1292,2
ENSAYO 5	2652,0	1308,0	2315,7	2979,1	3082,9	1585,0	1896,4	2430,5	2887,2	3413,3	618,1	707,1	837,2	1008,5	1200,1
PROMEDIOS	1861,8	2341,9	2670,5	3164,8	3551,5	1886,0	2348,8	2797,5	3443,1	4204,4	703,4	793,4	938,5	1137,8	1317,8



CONCLUSIONES:

Fiscal: _____
Firma: _____
Número: _____
Cargo: _____

Fiscal: _____
Firma: _____
Número: _____
Cargo: _____

Fiscal: _____
Firma: _____
Número: _____
Cargo: _____

Oscar Iván Rojas Ortiz
DIRECTOR GENERAL CONVENIO 469 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

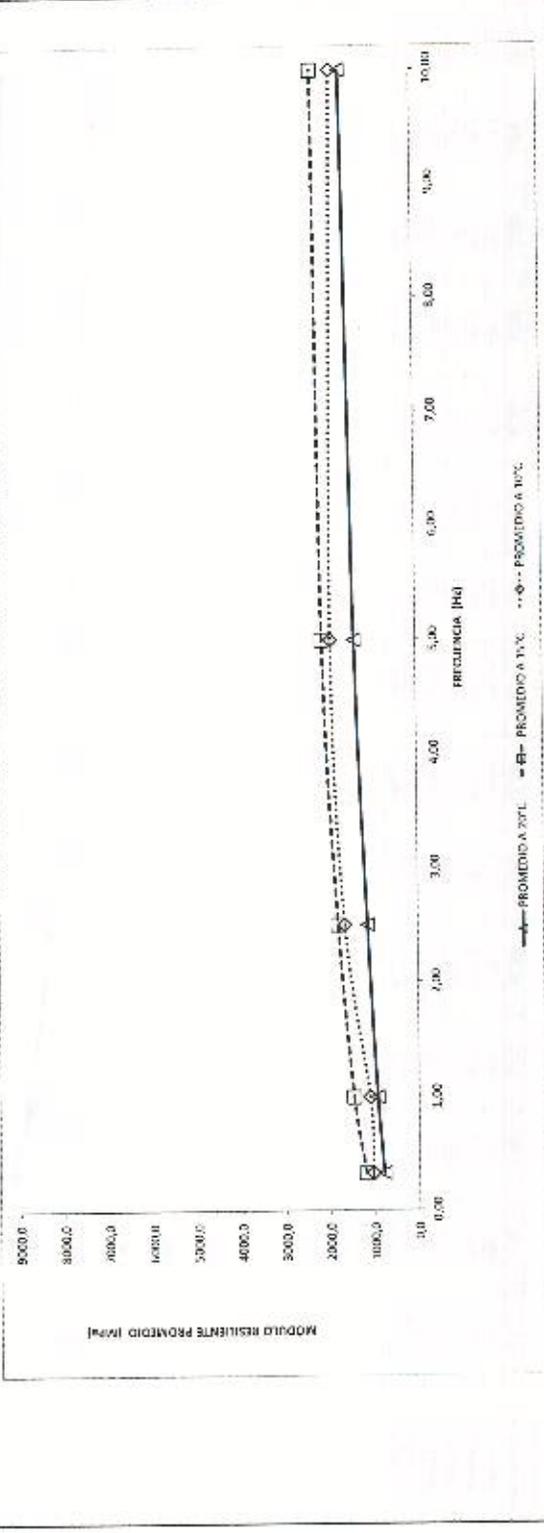
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL - GEOTECNIA

ENSAYO DE TENSION INDICIA PARA DETERMINAR EL MODULO RESISTENTE DE MEZCLAS ASPALTICAS (MVF - 749 - 07)

Cra 11 No. 101 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 2-6500000 ext. 1761, Fax: 1-671-6557 - INT. 800-222-3604-9

SOLICITUD: MUESTRA: M106-30 M106-30 TIPO EMULSION: CR1-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1026,7	1167,2	1680,6	1936,5	1847,5	1220,0	1527,3	1924,7	2085,0	2768,2	812,7	940,4	1191,7	1438,0	1589,9
ENSAYO 2	1030,8	1089,4	1639,1	1922,9	1789,3	1189,3	1364,5	1778,5	2055,1	2257,9	794,1	945,6	1118,0	1381,8	1581,4
ENSAYO 3	1040,7	1067,7	1621,0	1957,2	1792,1	1195,8	1484,6	1808,1	2134,1	2086,5	811,0	926,2	1114,2	1409,4	1628,7
ENSAYO 4	1048,2	1106,9	1663,2	1900,1	1750,5	1206,4	1477,1	1762,7	2117,7	2348,2	784,3	921,1	1124,8	1370,9	1576,5
ENSAYO 5	1042,4	1124,4	1631,2	1919,1	1841,5	1175,2	1448,7	1771,1	2150,7	2591,8	773,3	916,8	1114,6	1362,2	1642,8
PROMEDIO	1035,0	1104,3	1641,0	1922,8	1804,2	1197,9	1459,4	1793,4	2106,5	2336,5	789,7	930,0	1122,1	1386,9	1578,0



OBSERVACIONES:

Revisó: *[Signature]*
Firma: César Javier Reyes Ortiz
Nombre: DIRECTOR PROCESO CONVENIO 469 / 2017
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TERCIÓN INICIAL PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS IN W F 749 17

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra. 31 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, fax: 1-6970557, NIT: 800.225.300-8

CONVENIO 069 DE 2017
RAPS0 ES-5 C-PI

FECHA DE FABRICACIÓN:
TÍTULO DE ENSAYO:

módulos, 10 en enero de 2018
Iones, 19 de febrero de 2018

SOLICITUD:
MUESTRA:

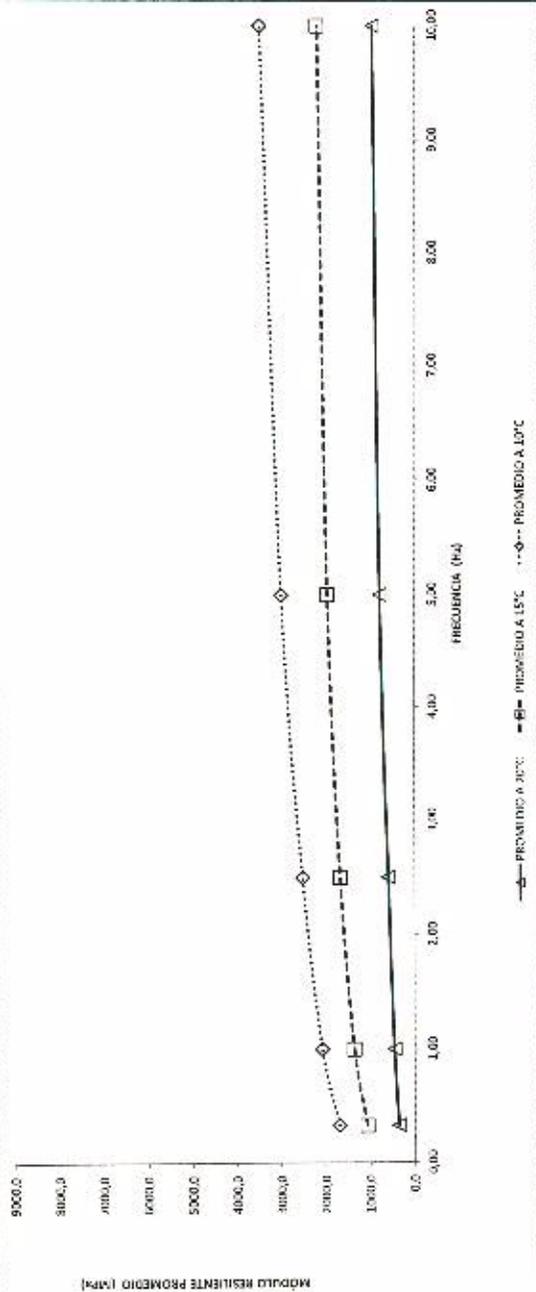
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDF 20

TIPO EMULSIÓN

CRU - 1

TEMPERATURA (°C)	10				15				20			
	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00
ENSAYO 1	1714,7	2065,7	2627,8	3227,5	1119,8	1415,7	1906,8	2297,8	555,5	464,3	610,8	750,3
ENSAYO 2	1765,5	2076,6	2581,9	3141,6	1167,3	1349,1	1738,6	2146,8	520,0	428,1	601,1	779,4
ENSAYO 3	1685,8	2067,3	2461,7	3022,4	1030,1	1291,6	1739,6	2161,0	555,5	457,2	585,0	758,5
ENSAYO 4	1675,0	2105,0	2511,8	3183,1	1050,8	1314	1825,7	2001,8	424,1	347,4	487,6	719,5
ENSAYO 5	1642,4	2074,0	2453	2978,4	1043,1	1276,2	1755,6	2078,3	358,8	424,0	575,0	728,8
PROMEDIO	1694,9	2081,3	2527,2	3085,3	1067,9	1361,7	1751,9	2181,1	355,1	457,8	594,1	772,8



OBSERVACIONES:

Ejecutó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Favoryo Justino Eduardo Castellanos Gallesinos
LABOR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Coel Javier Rojas Ochoa
DIRECTOR PROYECTO (CONVENIO 069) 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAVO DE TORSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS RIV E - 749-07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá, República de Colombia, Tel. 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6579557. Nit. 800.225.340-8

Jueves, 18 de enero de 2018
mañana, 13 de febrero de 2018

SOLICITUD:
MUESTRA: CONVENIO 689 DE 2017
BAUTISTAS CI PI

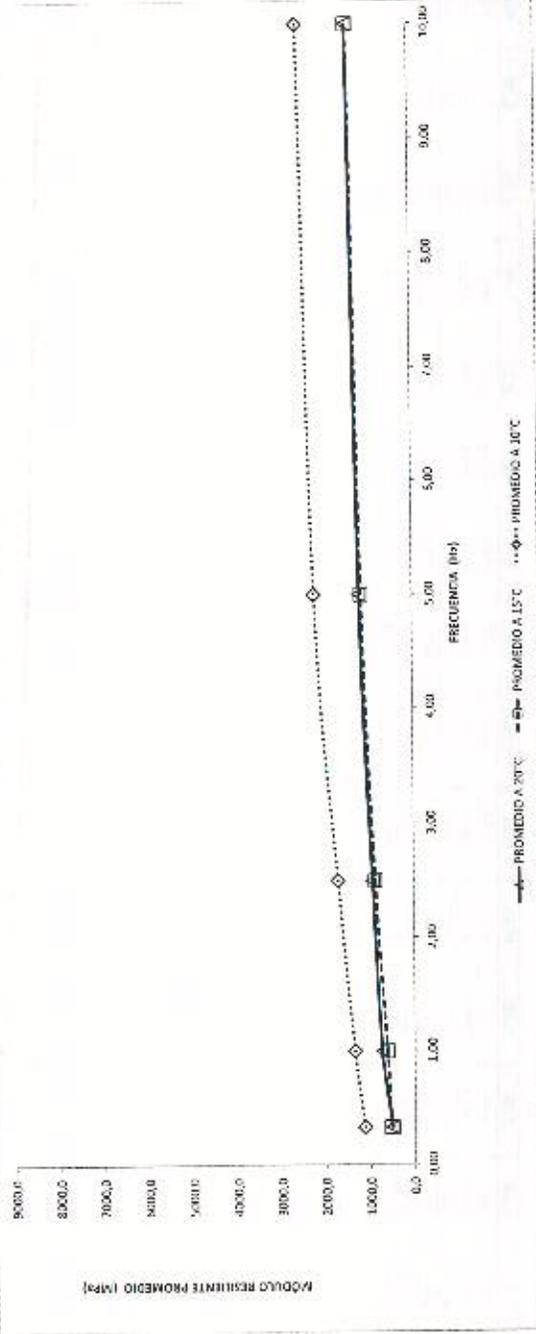
FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CRU - 1

TIPO EMISIÓN

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY

TEMPERATURA (°C)	10			15			20			PROMEDIO					
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00		10,00				
FRECUENCIA (Hz)	11,2,5	135,1	1751,8	2377,2	2660,3	521,4	677,6	894,7	1206,7	1420,7	537,3	724,7	956,0	1256,5	1502,9
ENSAYO 1															
ENSAYO 2															
ENSAYO 3															
ENSAYO 4															
ENSAYO 5															
PROMEDIO	1132,5	1370,7	1877,2	2175,5	2418,4	500,0	610,3	820,8	1118,3	1329,3	406,4	712,6	898,4	1147,7	1385,2



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INERCIOSA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN F - 745 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1 5502000 ext. 1291, fax: 1 5570557, Nit: 800.225.440 B

Jueves, 28 de enero de 2017
Martes, 18 de febrero de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
LUGAR DE USO:

CONVENCIONES DE 2017
RAPPES ES-3-C1-F2

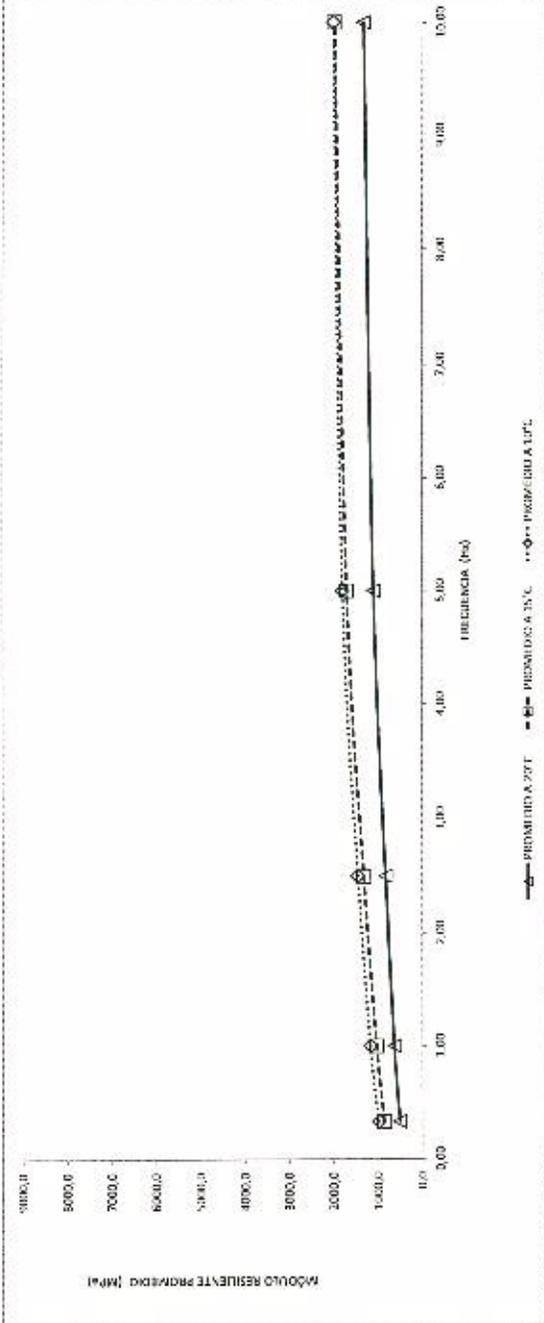
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO LHMV

M/CF 20

TIPO EMULSIÓN

CR1 - 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1272,6	1175,1	1481,8	1813,5	2024,7	967,3	1076,8	1376,3	1735,8	2072,1	523,5	650,8	822,7	1147,0	1380,5
ENSAYO 2	975,0	1163,3	1495,0	1797,2	1993,2	887,7	1080,7	1343,8	1686,4	1881,2	508,1	634,8	838,0	1087,0	1334,4
ENSAYO 3	880,8	1179,0	1484,3	1824,1	1972,2	848,5	1022,1	1301,3	1671,2	1950,6	507,8	629,9	838,2	1096,2	1426,1
ENSAYO 4	974,9	1151,5	1431,2	1746,0	1970,3	828,9	1016,8	1279,9	1719,9	1840,7	501,7	623,8	871,8	1075,9	1397,7
ENSAYO 5	884,9	1179,3	1430,4	1802,9	2006,9	802,2	1011,7	1301,3	1617,8	1900,6	494,5	619,3	817,6	1064,5	1325,2
PRUEBIO	967,6	1170,0	1448,6	1796,3	2011,7	861,1	1031,6	1320,9	1697,2	1888,1	507,1	631,1	829,6	1098,7	1333,3



OBSERVACIONES:

Pruebo:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Pruebo:
Firma: *[Signature]*
Nombre: Francisco Edmundo Castellanos Ballesteros
Cargo: ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Pruebo:
Firma: *[Signature]*
Nombre: Oscar Javier Nieto Ortiz
Cargo: DIRECTOR PRUEBAS CONVENCIO 469 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL - GEOTECNIA

ENSAYO DE LUNDA INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS INVL - 7/8 - 07

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL - GEOTECNIA

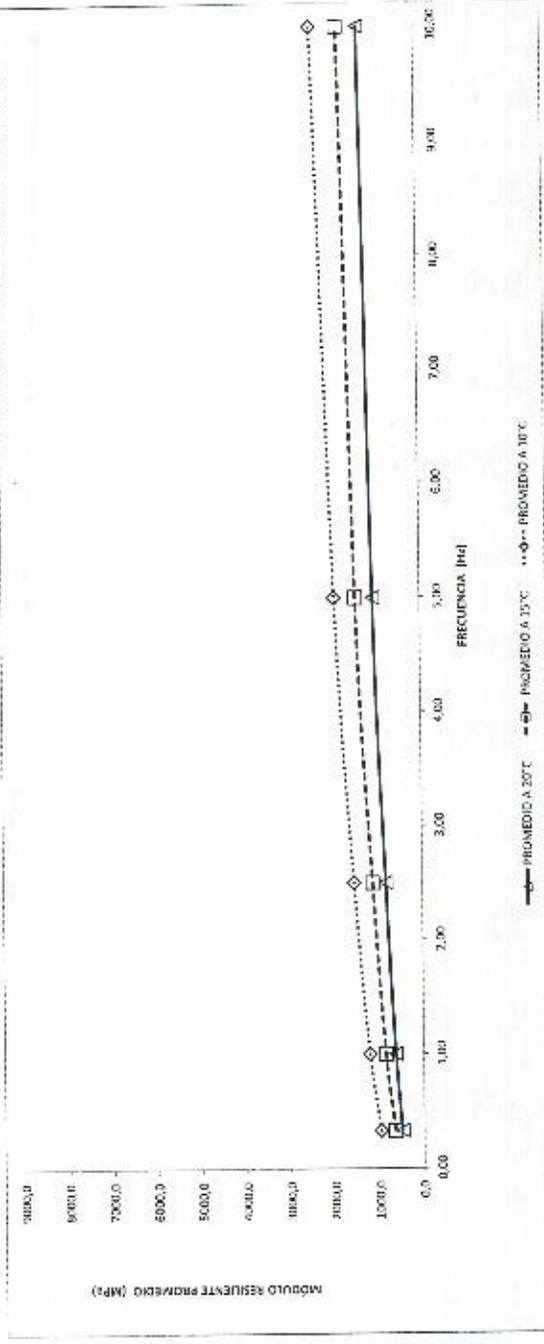
CONVENIO 469 DEL 2017
MAPPERES CI P3

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

Jueves, 18 de enero de 2018
Martes, 13 de febrero de 2018

CR-1

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV					TIPO EMULSION									
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30					
FRECUENCIA (Hz)	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	97.16	1753.6	1575.2	2962.1	2193.4	65.78	863.2	1154.4	3496.3	1815.8	504.5	653.8	845.2	1109.4	1343.7
ENSAYO 2	963.8	1197.4	1539.7	1933.6	2215.2	694.5	804.1	1175.8	3466.7	1723.4	500.0	642.1	837.1	1077.0	1222.6
ENSAYO 3	963.8	1204.4	1586.7	1862.5	2375.9	641.0	804.1	1107.7	3465.5	1702.8	485.9	635.0	836.2	1054.0	1269.6
ENSAYO 4	975.0	1183.0	1489.5	1955.0	2423.9	645.5	805.1	1094.2	3432.6	1733.4	476.7	618.1	806.9	1044.6	1267.1
ENSAYO 5	967.2	1228.9	1461.6	1863.1	2300.2	643.5	843.3	1109.5	3432.8	1728.2	480.2	617.7	806.0	1039.0	1247.3
PROMEDIO	967.3	1213.0	1493.3	1930.9	2306.7	645.7	816.3	1117.9	3454.3	1738.9	480.5	640.2	821.4	1062.9	1203.3

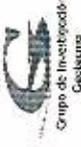


OBSERVACIONES:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Director Técnico: CONVENIO 469 / 2017

		UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería		ENSAYO DE TENSION INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESONANTE DE MEZCLAS ASFALTICAS INVL - AB - 07			
Calle No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: +5720557, Fax: +5720557, Nit: 800.235.340-8		Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia		jueves, 18 de enero de 2018 martes, 22 de febrero de 2018		Grupo de Investigación Geotecnia	
CONVENIO 039 DE 2017 RAPPS ES S C P I		LUGAR DE FABRICACION: FECHA DE ENSAYO:		jueves, 18 de enero de 2018 martes, 22 de febrero de 2018		Grupo de Investigación Geotecnia	
SOLICITUD: MUESTRA:		MEZCLA ASFALTICA TIPO UMV		MDX-20		CR 1	
TEMPERATURA (°C)		10		15		20	
FRECUENCIA (Hz)		0,33 1,00 2,50 5,00 10,00		0,33 1,00 2,50 5,00 10,00		0,33 1,00 2,50 5,00 10,00	
ENSAYO 1		3571,9 7151,5 2488,5 3022,3 3688,3		3613,3 1197,0 1549,6 1997,9 2414,1		267,8 902,1 1172,7 1552,3 1790,5	
ENSAYO 2		3816,0 2207,7 2531,6 2001,8 3106,7		1386,4 1524,1 1490,2 1300,2 2130,3		751,3 876,5 1109,5 1496,6 1816,5	
ENSAYO 3		1778,7 2119,5 2431,5 2888,9 3486,2		928,2 1172,3 1490,5 1876,5 2261,5		731,3 895,2 1144,1 1457,2 1697,2	
ENSAYO 4		1743,0 2033,1 2365,2 2674,0 3331,6		957,3 1174,8 1528,2 1908,0 2275,8		711,1 898,6 1106,2 1457,5 1677,9	
ENSAYO 5		1787,0 2092,8 2428,8 2872,3 3266,1		959,6 1196,4 1499,2 1895,7 2262,2		731,7 906,7 1147,7 1455,0 1777,3	
PROMEDIO		1790,3 2105,5 2448,7 2818,1 3417,3		1185,7 1519,5 1914,8 2276,8		740,6 894,1 1129,8 1487,7 1735,3	

—▲— PROMEDIO A 30°C -●- PROMEDIO A 15°C -□- PROMEDIO A 10°C

OBSERVACIONES:

Elabado: 
 Firmado: 
 Nombre: Geopoliédrico Eduardo Castellano Ballsteros
 Cargo: ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó: 
 Firmado: 
 Nombre: Geopoliédrico Eduardo Castellano Ballsteros
 Cargo: DIRECTOR PROYECTOS CONVENIO 609 / 2017



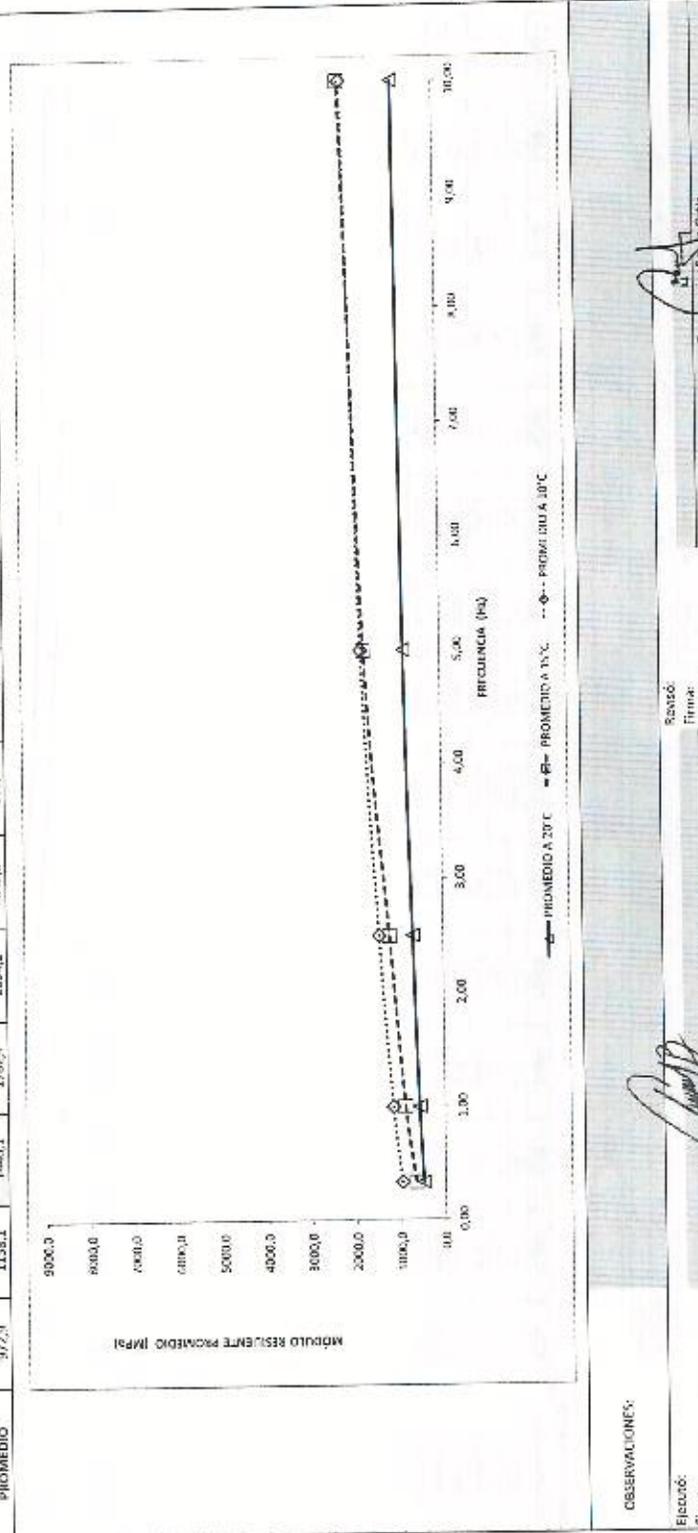
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería



ENSAYO DE FUSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS HW F - 740 - 07
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica

SOLICITUD: Cía 11 No. 101 - 80, Sloop F. Bogotá D.C., Tel. 4-5900000 ext. 325, Fax. 4-5942557, NIT. 800.225.300-8
MUESTRA: COMERCIO 469 DEL 2017
FECHA DE FABRICACIÓN: jueves, 15 de enero de 2016
RMP/2-05-0-03 P2. FECHA DE ENSAYO: martes, 23 de febrero de 2016

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV					TIPO EMULSIÓN				
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30
0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
1010.0	1180.8	1489.6	1853.3	2152.5	2451.7	2750.5	3049.3	3348.1	3646.9	3945.7
ENSAYO 1	1156.3	1423.8	1779.6	2178.3	2605.1	2961.9	3318.7	3675.5	4032.3	4389.1
ENSAYO 2	981.5	1468.9	1764.5	2082.2	2399.9	2717.6	3035.3	3353.0	3670.7	3988.4
ENSAYO 3	974.6	1263.3	1468.9	1764.5	2082.2	2399.9	2717.6	3035.3	3353.0	3670.7
ENSAYO 4	1150.9	1470.2	1732.9	1989.8	2247.5	2505.2	2762.9	3020.6	3278.3	3536.0
ENSAYO 5	956.1	1191.4	1386.8	1577.9	1769.4	1960.9	2152.4	2343.9	2535.4	2726.9
PROMEDIO	972.9	1158.1	1440.1	1782.4	2094.2	2406.4	2718.6	3030.8	3343.0	3655.2



OBSERVACIONES:

Elaboró: [Firma]
 Firmó: [Firma]
 Nombre: [Nombre]
 Cargo: [Cargo]

Revisó: [Firma]
 Firmó: [Firma]
 Nombre: [Nombre]
 Cargo: [Cargo]

Director del Laboratorio de Investigación Pavimentación: [Firma]
 Nombre: [Nombre]
 Cargo: [Cargo]



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS INV L - 499 - 07
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnias



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 2-5600000 ext. 235, Fax: 1-4570557 - MIT: 800.275.340.8

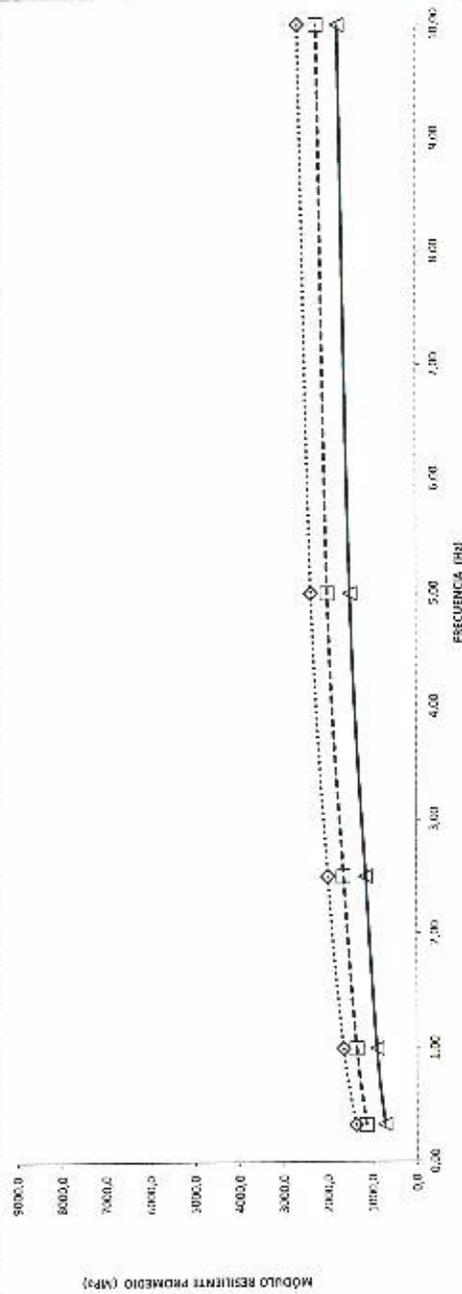
Jueves, 18 de enero de 2018
mañana, 13 de febrero de 2018

CONVENIO 480 DE 2017
R4P75-45-5-2-F3

FECHA DE EMISIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MDT-20 TPO EMULSIÓN CRI - 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	3406.1	3671.6	7106.6	23442.8	27390.0	1166.2	1368.8	1671.4	2077.5	2299.2	762.0	804.0	1179.5	1241.5	1861.0
ENSAYO 2	3582.4	3656.2	4010.4	2931.3	28709.6	1154.1	1367.6	1650.7	2050.1	2287.0	713.6	809.7	1166.5	1481.6	1796.0
ENSAYO 3	1325.0	1679.4	1916.9	2380.6	2405.3	1126.3	1375.7	1574.4	1948.4	2307.7	729.9	891.5	1132.4	1450.0	1730.5
ENSAYO 4	1384.0	1641.9	2022.7	2767.2	2627.9	1139.1	1439.8	1612.5	1963.6	2262.5	708.0	898.3	1133.2	1504.8	1763.4
ENSAYO 5	1382.2	1621.1	1924.7	2285.4	2621.7	1110.7	1360.9	1610.2	1939.9	2090.5	742.0	895.6	1134.0	1452.2	1737.9
PROMEDIO	1372.9	1646.2	1906.3	2362.0	2671.1	1140.1	1350.8	1611.4	1990.9	2245.6	722.3	877.8	1147.1	1465.8	1773.8



OBSERVACIONES:

Ejecutó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firmó:
Nombre:
Cargo:

Director de Investigación Pavimentos
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Director de Ingeniería Urbana
DIRECTOR DE INGENIERÍA URBANA



UNIVERSIDAD WILITARI NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS INVE 70B-10

Laboratorio de Ingeniería Civil Geotécnica



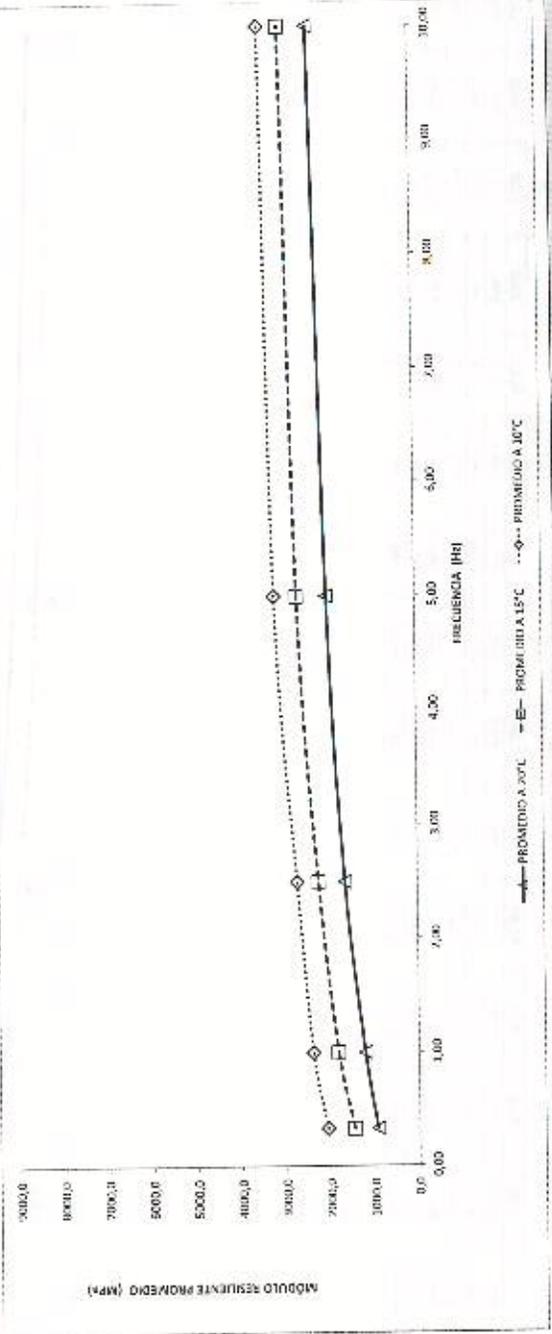
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 3-6500000 ext. 1291, Fax: 3-6570557, Nit: 900.225.500-8

Jueves, 18 de enero de 2018
mañana, 13:44 febrero de 2018

CONVENIO 487 DE 2017
FECHA DE FABRICACIÓN:
RAP75 E-5-C-3P1
TC-6 DE ENSAYO:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNV MCF 20 CIR-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20					
	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00
ENSAYO 1	2126,1	2398,2	2649,3	3442,7	3407,7	1099,2	1862,0	2348,7	2742,2	2902,6	979,9	1216,4	1686,7	2045,7	2394,4	2734,4
ENSAYO 2	2031,9	2378,4	2741,9	3250,7	3095,5	1486,5	1796,7	2177,7	2755,5	3095,5	980,5	1205,7	1655,3	1975,1	2274,0	2624,0
ENSAYO 3	2075,5	2362,8	2670,0	3109,7	3275,8	1490,7	1780,7	2265,5	2665,8	2769,2	932,3	1239,5	1640,8	2036,2	2379,5	2739,5
ENSAYO 4	2122,7	2385,3	2655,5	2982,8	3194,0	1453,4	1812,4	2192,0	2531,2	3041,5	937,3	1246,5	1604,8	1979,2	2217,0	2577,0
ENSAYO 5	1991,7	2391,2	2810,7	3257,7	3540,1	1728,6	1788,5	2201,3	2631,8	2895,9	952,3	1211,0	1609,8	1945,4	2212,2	2572,2
PROMEDIO	2065,6	2381,4	2711,5	3125,4	3193,8	1603,0	1811,1	2111,7	2665,9	2931,4	934,1	1208,8	1653,6	1996,3	2297,8	2697,8



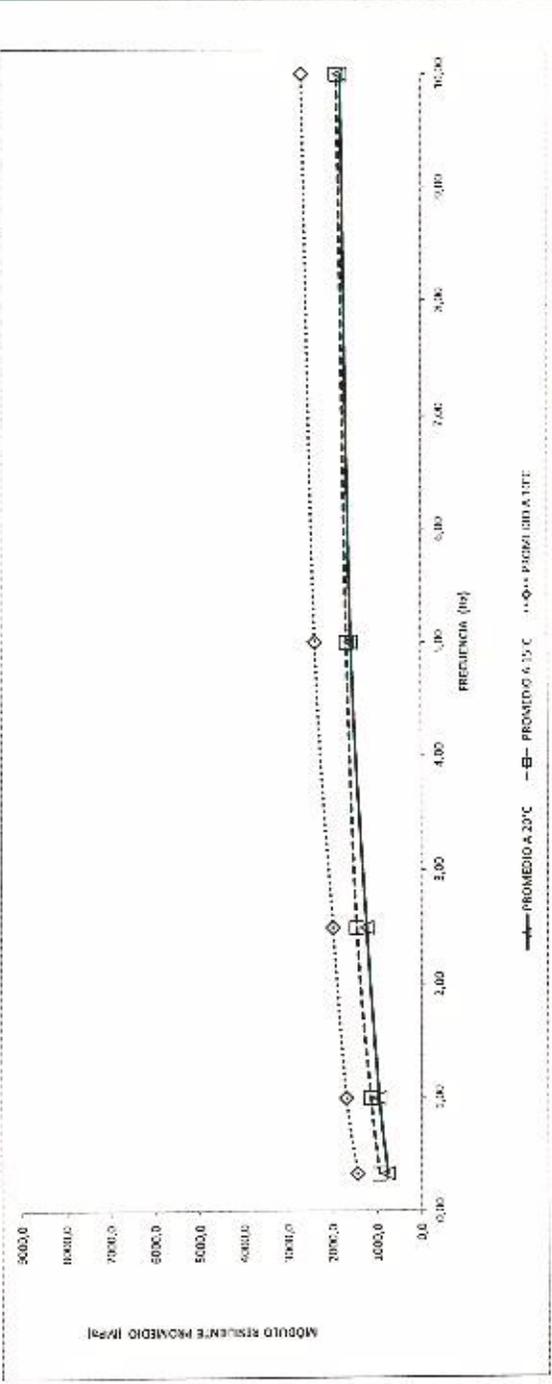
OBSERVACIONES:

Revisó: [Firma]
Firmó: [Firma]
Nombre: [Nombre]
Cargo: [Cargo]

Revisó: Oscar Solís Reyes Oñis
Firmó: [Firma]
Nombre: [Nombre]
Cargo: DIRECTOR GENERAL CONVULSO 460 / 2017

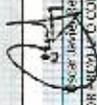
Cta 11 No. 101 - 80, Bogue F. Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6570557, Nit: 800.225.340 8
 LUVIARIO 469 DE 2017
 FECHA DE FABRICACION: jueves, 15 de enero de 2018
 RAP75 ES 5 CB P2
 LUGAR DEL ENSAYO: martes, 13 de febrero de 2018

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	3422,0	1714,3	1026,4	2500,8	2596,0	996,6	1176,3	1450,1	1571,9	1852,1	796,1	988,3	1258,3	1681,0	1893,7
ENSAYO 2	1490,7	1662,5	2060,3	2263,8	2493,6	540,5	1163,6	1477,1	1656,7	2006,8	774,6	855,6	1228,2	1590,3	1817,3
ENSAYO 3	3402,9	1600,5	2037,8	2495,8	2811,0	940,3	1124,2	1470,3	1606,3	1986,3	751,3	954,2	1236,3	1550,1	1753,4
ENSAYO 4	1479,7	1746,7	2096,3	2462,1	2720,5	933,5	1116,7	1453,3	1685,1	1773,4	753,0	885,1	1214,3	1588,0	1823,2
ENSAYO 5	1479,9	1666,4	1887,0	2193,4	2790,6	983,2	1227,2	1421,1	1771,8	2031,2	795,8	934,3	1207,5	1510,4	1837,5
PROMEDIO	1443,4	1694,9	1988,0	2492,0	2700,4	950,4	1147,1	1453,6	1674,4	1939,0	765,8	933,2	1228,9	1575,7	1822,0



OBSERVACIONES:

Firmado: 
 Nombre: Yansel Jaisire Urbano Casallave Ballesteros
 Cargo: ASISTENTE DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Firmado: 
 Nombre: Scarlett Reyes Ortiz
 Cargo: DIRECTOR AUXILIAR DE CONVENIO 469 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSION INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS (RV L - 709 - 07)

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

Cra 11 No. 301 - 80, Bogotá D.C., Tel.: +57200000 ext. 3291, Fax: +57200000 ext. 800.275.340-8

Jueves, 18 de enero de 2018
Martes, 13 de febrero de 2018

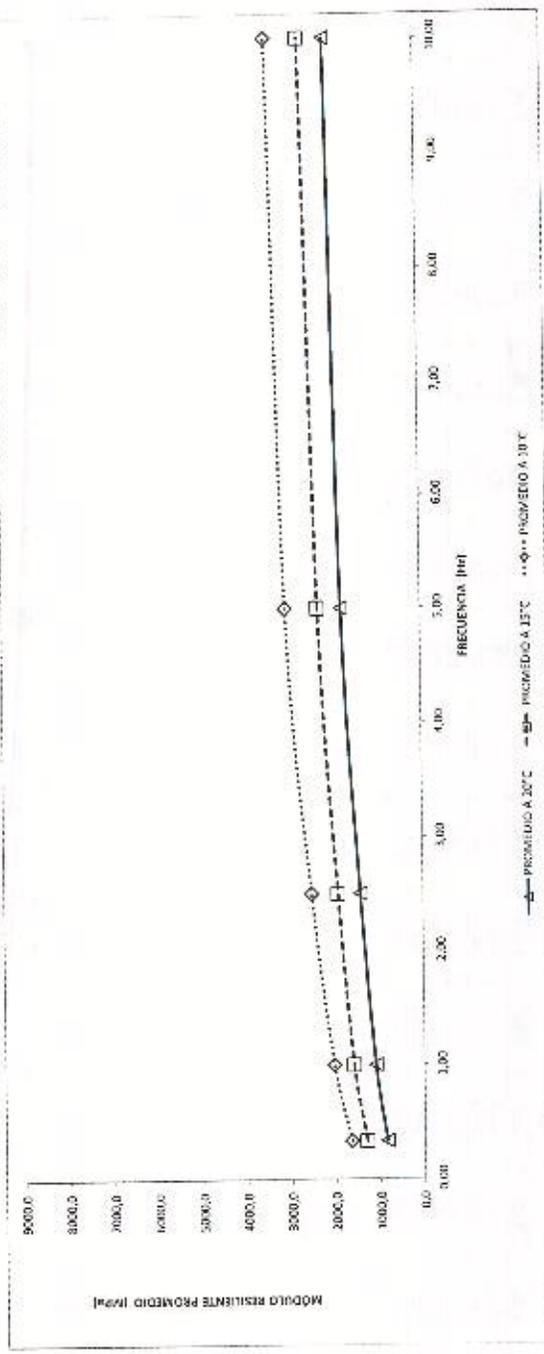
FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 469 DE 2017
RAP 75-65-63-03

SOLICITUD:
MUESTRA:

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV M30-20 330-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1706,5	2051,5	2402,5	3245,1	5445,7	1806,8	1631,3	1972,2	2555,7	2766,1	877,3	1141,7	1422,9	1884,0	2051,5
ENSAYO 2	1707,0	2053,1	2575,5	3005,1	5308,2	1210,3	1608,7	1865,7	2229,9	2732,6	859,7	1089,9	1422,8	1830,9	2017,7
ENSAYO 3	1652,2	2003,8	2548,6	3077,6	4893,2	1297,0	1599,5	1884,2	2281,0	2533,9	852,5	1101,0	1401,0	1759,8	2065,2
ENSAYO 4	1628,0	1899,4	2453,2	3204,1	4906,5	1200,5	1567,5	1971,5	2338,0	2534,3	879,9	1091,9	1392,9	1692,4	2065,5
ENSAYO 5	1562,9	1993,7	2505,3	2948,0	4754,7	1247,5	1555,0	1901,1	2308,8	2506,7	843,2	1052,9	1378,7	1776,0	1921,9
PROMEDIO	1651,7	2028,1	2537,2	3098,0	4961,3	1302,1	1592,6	1911,1	2300,7	2623,5	868,2	1095,5	1403,7	1788,0	2043,3



OBSERVACIONES:

Uso de:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]

[Signature]

DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE FUSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS INVF - 749 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1293, Fax: 1 6870557 - Nit: 800.225.340 8

Fecha de Emisión de Resultados: 21 de febrero de 2018

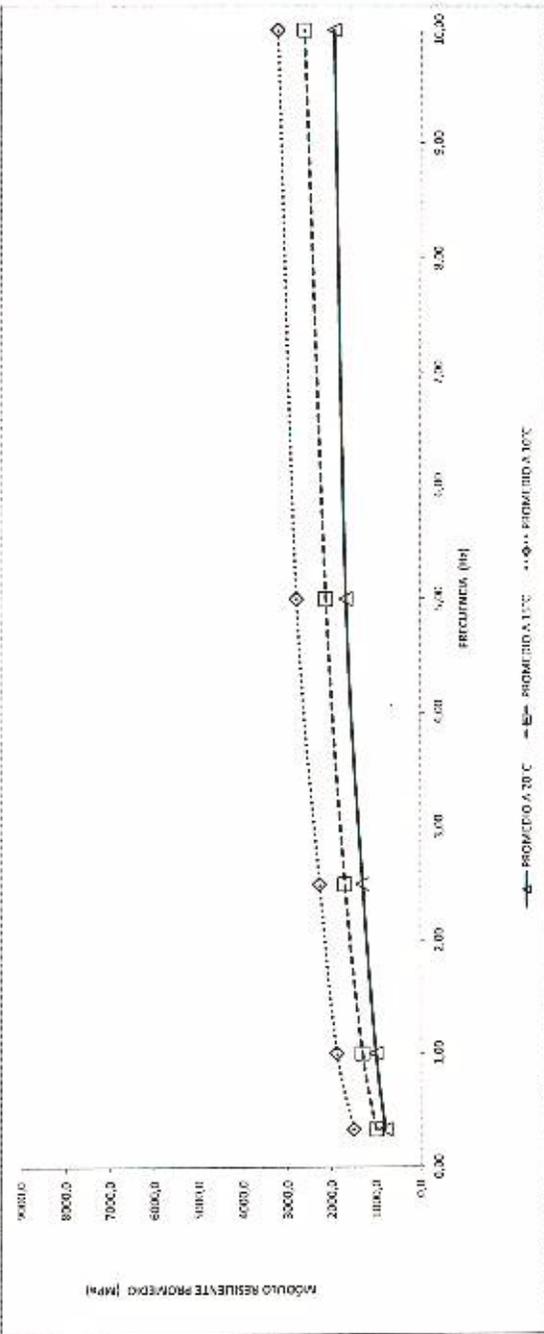
Fecha de Fabricación: 21 de febrero de 2018

Comprobación de 2017: BAPLAD 662-CL-91

Fecha de Emisión de Resultados: 21 de febrero de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

TEMPERATURA (°C)	40					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1578,5	1990,7	2319,4	2827,9	3501,5	1044,8	1339,2	1734,0	2341,5	2763,5	838,4	1062,8	1364,5	1790,7	2029,1
ENSAYO 2	1499,0	1882,2	2280,7	2881,7	3616,0	977,4	1296,1	1710,8	2234,4	2661,3	758,7	972,7	1306,0	1704,0	1950,8
ENSAYO 3	1431,1	1880,5	2350,7	2986,6	3280,8	885,7	1294,0	1698,0	2106,1	2577,9	698,0	1011,3	1286,0	1662,7	1874,4
ENSAYO 4	1470,7	1855,5	2278,0	2706,8	2952,1	1015,4	1364,6	1725,9	2192,2	2665,9	779,5	1008,5	1302,4	1653,1	1937,3
ENSAYO 5	1495,4	1822,7	2211,8	2651,2	3075,9	1018,4	1325,2	1662,1	2015,6	2478,9	682,7	1001,7	1290,7	1653,7	1903,6
PROMEDIO	1502,0	1896,3	2278,3	2792,8	3220,0	1002,5	1311,6	1708,1	2128,6	2629,7	734,5	1007,6	1300,0	1680,7	1957,6



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1 850000 ext. 3797, Fax. 1 6370057, NIT. 800.225.569-8
 áreas 5 de febrero de 2018
 miércoles, 21 de febrero de 2018

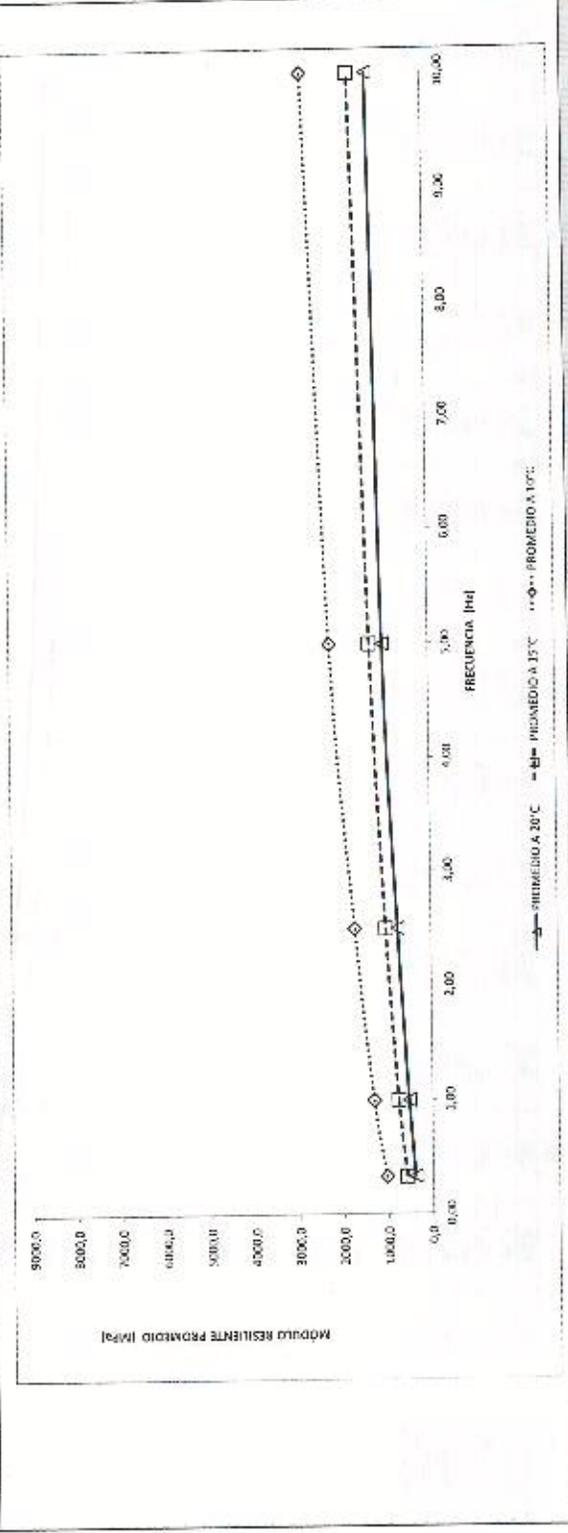
CONVENCIO-408 DEL 2017
 5002004FE0 C1 P2

FECHA DE FABRICACIÓN:
 PLANTA DE FASEADO:

Solicitud:
 MUESTRA:

CRI - 1

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW					TIPO EMULSIÓN									
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30					
0,33	1066,8	1367,8	1821,9	2368,0	2927,9	581,5	780,1	1097,0	1384,4	1707,5	403,1	545,5	791,2	1195,7	1323,4
ENSAJO 1	1367,8	1748,9	2248,5	2861,3	3577,8	777,5	960,7	1201,6	1395,0	1697,9	397,5	523,6	740,3	1066,5	1257,0
ENSAJO 2	1037,9	1316,9	1688,8	2244,8	2917,0	567,4	755,5	1007,9	1310,1	1662,8	385,5	516,8	743,9	1070,0	1402,8
ENSAJO 3	1044,5	1316,9	1688,8	2244,8	2917,0	567,4	755,5	1007,9	1310,1	1662,8	385,5	516,8	743,9	1070,0	1402,8
ENSAJO 4	1027,5	1308,0	1650,9	2197,8	2530,4	571,8	767,4	999,9	1288,0	1595,7	389,4	515,7	737,5	980,1	1229,9
ENSAJO 5	1012,9	1255,1	1699,1	2170,2	2773,1	561,1	747,2	1010,8	1291,8	1633,2	380,7	509,0	715,9	989,8	1207,0
PROMEDIO	1033,9	1312,5	1711,7	2273,9	2718,8	576,3	758,7	1013,4	1315,1	1599,3	383,9	522,5	746,8	1037,7	1252,2



OBSERVACIONES:

Recibe: _____
 Firma: _____
 Nombre: _____
 Cargo: _____

Recibe: _____
 Firma: _____
 Nombre: _____
 Cargo: _____

DIRECTOR PROYECTO CONVENCIO 408 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSION INDICADA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV E 749 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Estructura



Cra 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, fax: 1-6170557 - Nit: 800.225.140-9

lunes, 5 de febrero de 2018
miércoles, 21 de febrero de 2018

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENCIO 469 DE 2017
RAPID-EG-04-C-3

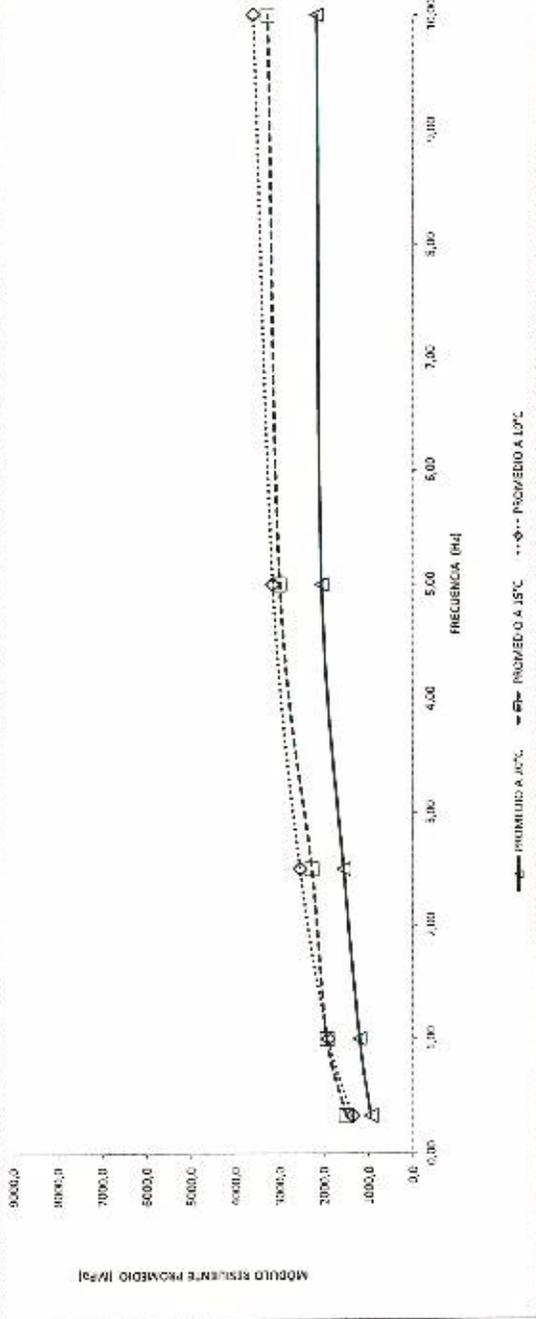
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMW

INDI-20

TIPO EMULSION

CR. 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	1379.0	1962.6	2541.7	3535.9	4355.5	1553.1	2000.6	2547.6	3147.0	3767.5	996.0	1270.6	1633.4	2225.0	2305.3
ENSAYO 2	1379.0	1934.0	2507.7	3152.8	3896.9	1529.2	1982.9	2498.1	3030.8	3402.2	973.0	1217.2	1565.3	2052.7	2221.9
ENSAYO 3	1351.9	2088.9	2488.4	3060.1	3288.2	1500.2	1918.7	2384.3	2910.9	3338.8	962.3	1192.3	1530.9	1989.0	2144.2
ENSAYO 4	1379.6	1887.3	2585.3	3011.6	3597.0	1495.6	1904.3	2478.6	2907.8	3348.0	929.1	1171.2	1549.4	1962.1	2111.9
ENSAYO 5	1347.5	1892.3	2403.6	2978.2	3416.6	1481.7	1896.4	2467.0	2956.4	3382.2	978.6	1178.6	1590.2	1947.1	2066.7
PROMEDIO	1365.2	1912.8	2541.5	3143.9	3630.9	1494.8	1940.8	2475.5	2990.6	3483.6	954.6	1206.0	1557.6	2043.0	2172.9



OBSERVACIONES:

Ejecuto:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Osca J. Jarama Rojas Ortiz
DIRECTOR PROMOCION CONVENCIO 469 F2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSION INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS INVE 74B E7

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

SOLICITUD: Gra 11 No 101 - 80, Bloque J, Bogotá, D.C. Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-657-9557 - MIT-800-425-100-8

FECHA DE FABRICACION: Lunes, 5 de febrero de 2018

FECHA DE ENSAYO: miércoles, 21 de febrero de 2018

REPETICIONES: 5

CR1: 1

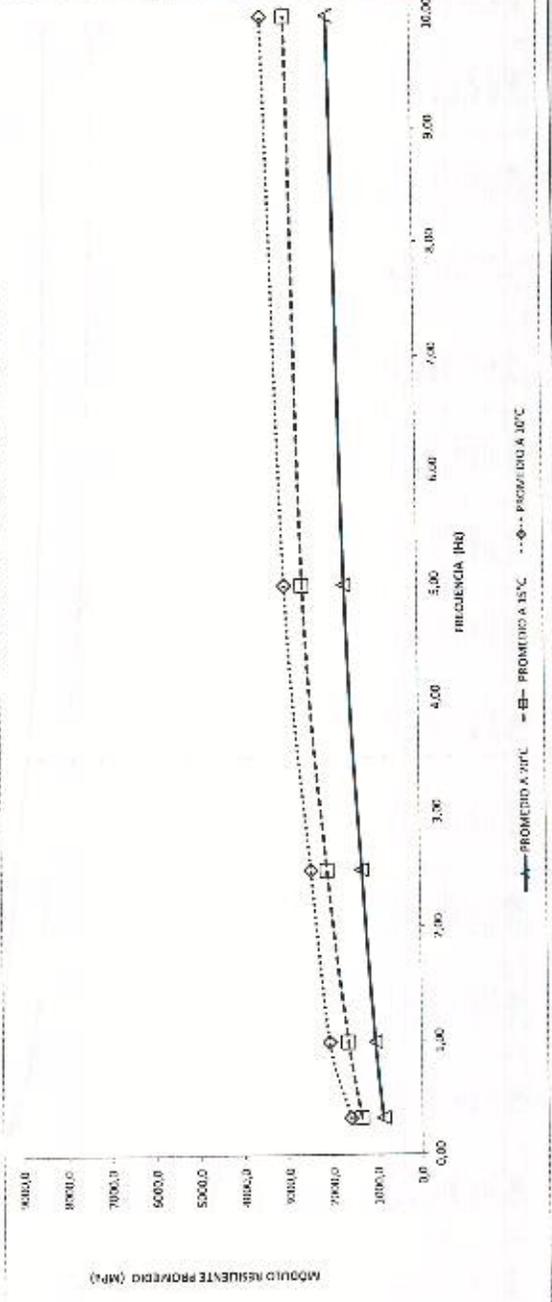
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

MDP-30

TIPO EMULSION

CR1: 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	1567.1	2066.8	2521.0	3028.7	3457.9	1417.5	1896.8	2347.6	2581.7	2990.3	913.5	1065.9	1337.4	1714.8	1906.4
ENSAYO 2	1587.2	2091.1	2501.4	2967.8	3400.2	1372.9	1851.0	2344.7	2619.3	2874.5	882.6	1053.7	1305.0	1641.0	1802.3
ENSAYO 3	1605.1	2058.1	2507.6	2984.3	3354.3	1396.1	1821.6	2356.6	2503.7	2881.7	868.7	1034.5	1317.7	1629.1	1846.0
ENSAYO 4	1632.1	2075.1	2484.6	2932.5	3457.8	1340.3	1801.7	2387.8	2685.0	2875.0	867.2	1026.1	1293.5	1616.8	1845.8
ENSAYO 5	1606.0	2039.0	2578.3	3029.0	3354.7	1341.5	1825.7	2367.7	2467.6	2716.7	848.7	1033.4	1280.0	1621.8	1853.8
PROMEDIO	1599.0	2076.3	2467.5	2995.7	3375.0	1353.7	1847.4	2358.9	2647.6	2847.6	874.9	1041.9	1316.7	1645.1	1860.6



—■— PROMEDIO A 15°C -◆- PROMEDIO A 30°C

Observaciones:

Revisó: Oscar Jairo Reyes Orozco

Firma: 

Nombre: Oscar Jairo Reyes Orozco

Cargo: DIRECTOR GENERAL DE COMPLEJO ICS / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS INVE - 76.9 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra. 11 No. 101 - 82, Bloque F, Bogotá D.C., Tel. 1 8500000 ext. 1281, Fax: 1 8278557 - Nit. 800.225.340 8

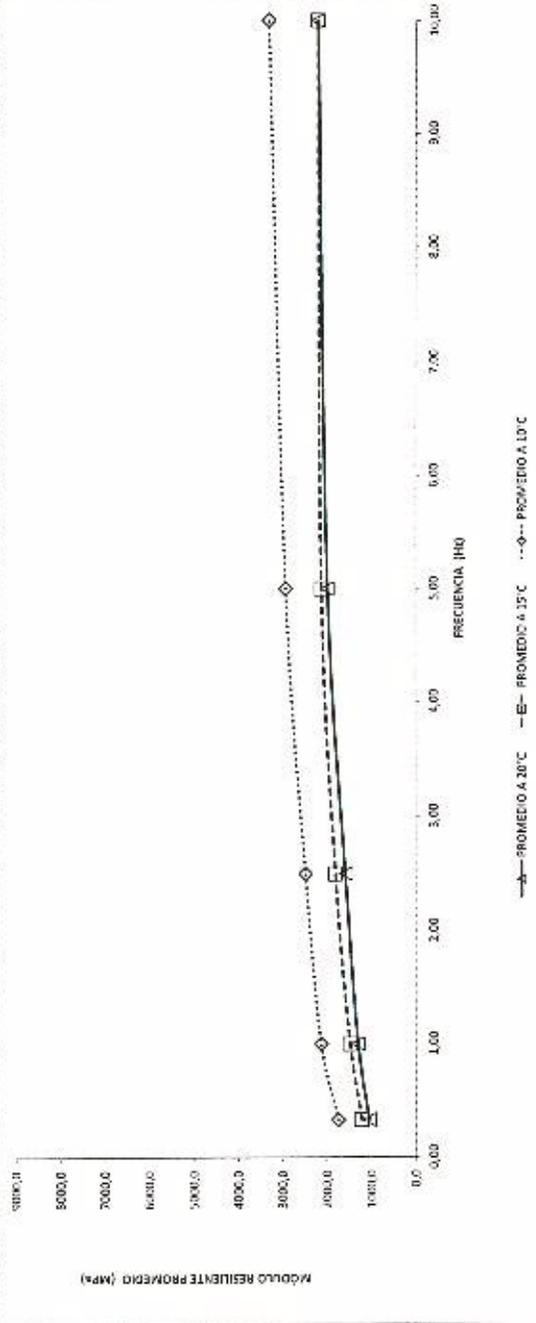
lunes, 5 de febrero de 2018
miércoles, 7 de febrero de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CIU-1

TIPO EMULSION

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1758,1	2705,9	2512,7	3018,4	3529,9	1240,1	1513,4	2220,1	2110,9	2276,0	1054,2	1333,6	1637,4	2051,7	2415,2
ENSAYO 2	2124,7	2130,9	2178,0	2988,9	3181,9	1765,4	1888,8	1708,1	2109,5	2186,8	1041,9	1300,3	1544,1	2035,7	2184,6
ENSAYO 3	1760,1	2101,2	2484,9	2588,4	2196,7	1221,5	1475,9	1894,8	2133,7	2180,3	1054,2	1265,0	1606,7	2014,0	2175,7
ENSAYO 4	1717,0	2136,8	2476,5	2856,4	3409,8	1180,5	1464,0	1835,9	2077,5	2186,1	1048,3	1298,4	1611,3	1947,5	2099,9
ENSAYO 5	1759,9	2073,0	2489,1	2839,6	3189,9	1199,9	1451,6	1795,9	2152,6	2288,2	1014,6	1285,8	1514,7	1951,4	2331,0
PROMEDIO	1738,0	2125,0	2482,3	2950,1	3321,0	1213,4	1476,7	1804,6	2124,8	2111,5	1042,2	1296,6	1580,8	1986,1	2212,9



OBSERVACIONES:

Levado:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

31 de marzo de 2017
DIRECTOR LABORATORIO GEOTECNIA



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS (MVE - 749 - 07)



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 167 - 80, Blanco F. Bogotá U.C., Tel. 1 SECCION ext. 1231, Fax: 1-6370557, Nit. 800 225 300-8

lunes, 5 de febrero de 2013

mércoles, 21 de febrero de 2013

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 489 DEL 2017

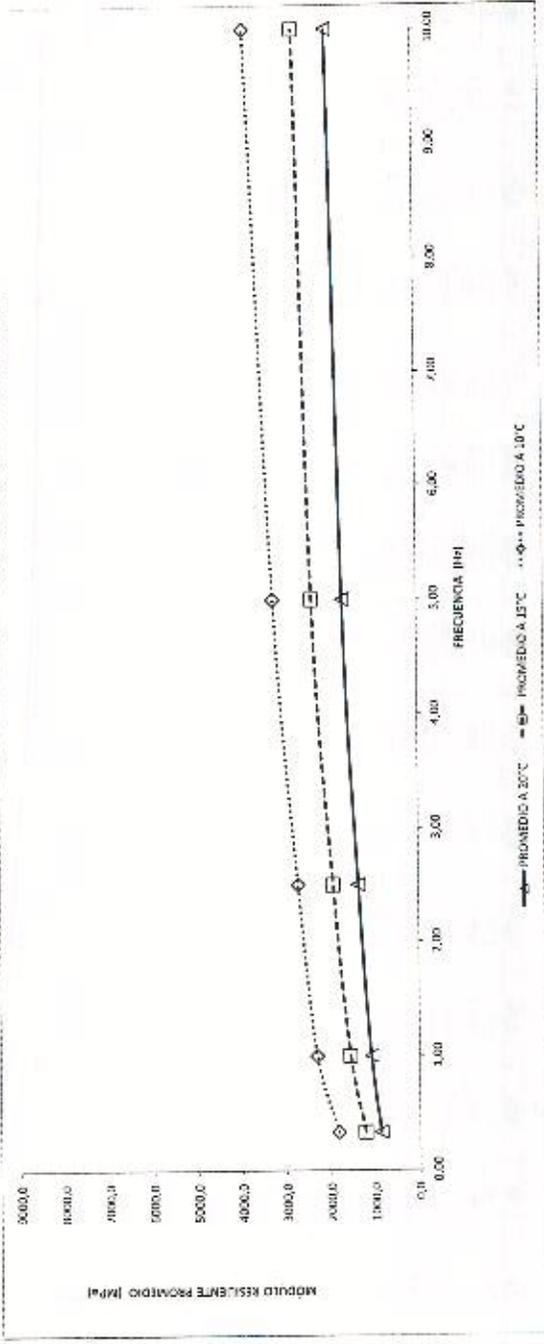
PROYECTO C3 P3

TIPO EMULSIÓN

CR1 1

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNW

TEMPERATURA (°C)	10			15			20			
	1,00	2,50	5,00	1,00	2,50	5,00	1,00	2,50	5,00	
ENSAYO 1	1877,6	2483,7	2711,7	4243,2	5750,0	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00
ENSAYO 2	1890,7	2703,1	3112,1	3827,5	3927,5	3927,5	1228,6	1565,7	1927,7	2437,7
ENSAYO 3	1783,7	2236,5	2784,2	3329,5	3751,1	3751,1	1227,7	1580,7	1876,5	2326,5
ENSAYO 4	3907,0	2388,8	2726,8	3287,8	2794,5	2794,5	1225,0	1522,9	1924,3	2425,9
ENSAYO 5	3808,2	2294,5	2625,8	3208,0	3768,1	3768,1	1248,7	1524,1	1890,4	2311,3
PROMEDIO	3877,0	2308,9	2712,7	3242,3	3804,2	3804,2	1225,8	1550,0	1925,3	2407,5



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Ingeniero de Edificación Civil
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Ingeniero de Edificación Civil
DIRECTOR ASISTENTE CONVENCIO 489 7 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSION INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS TIPO UMV

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotécnica



Cra. 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 1701 Fax: 1-8520557 - NT: 800-275-340-8

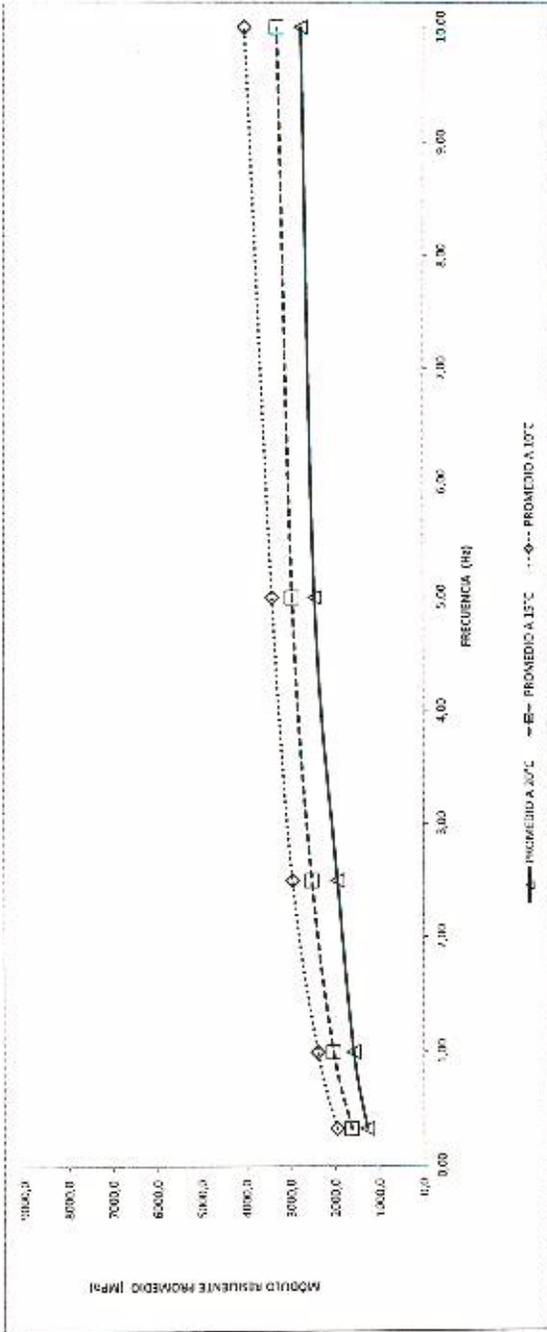
lunes, 5 de febrero de 2018
miércoles, 21 de febrero de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 459 DE 2017
DAP 100-56 (C-3)-PI

SOLICITUD: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MPEI-20 (CR-1)

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	1942,3	2381,9	2964,0	3526,1	4072,2	1855,1	2086,4	2527,7	2959,5	3388,2	1382,1	1615,2	2114,9	2559,0	2800,2
ENSAYO 2	1950,2	2350,4	2936,6	3513,4	4001,3	1560,4	2272,1	2595,0	3050,0	3570,0	1733,3	1813,7	1916,0	2007,6	2755,2
ENSAYO 3	1982,2	2366,9	3011,9	3533,0	4060,7	1681,6	2080,6	2482,2	2867,2	3289,4	1336,7	1575,4	1824,7	2413,5	2629,4
ENSAYO 4	1955,0	2457,0	2880,7	3337,6	3974,4	1546,0	1938,5	2468,8	2883,0	3275,6	1755,2	1588,0	1875,6	2453,4	2759,2
ENSAYO 5	1963,1	2427,9	2890,1	3312,0	4076,5	1672,8	2027,8	2477,7	2886,8	3220,8	1441,1	1541,5	1896,0	2314,8	2869,0
PROMEDIO	1953,6	2383,6	2957,1	3404,5	4027,0	1625,7	2050,0	2510,4	2953,0	3296,2	1383,7	1586,8	1945,2	2445,7	2758,7



OBSERVACIONES:

Levada:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Francisco de Paula Castellanos Salazar
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Osvaldo Javier Rojas Ortiz
DIRECTOR PROYECTO CONVENCIO 469 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TORSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLA ASFÁLTICA INVL - 700 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 80, Bliques I, Bogotá D.C., Tel. 1 6000000 ext. 1271, Fax 1 6070557 - NIT 800.775.340 9

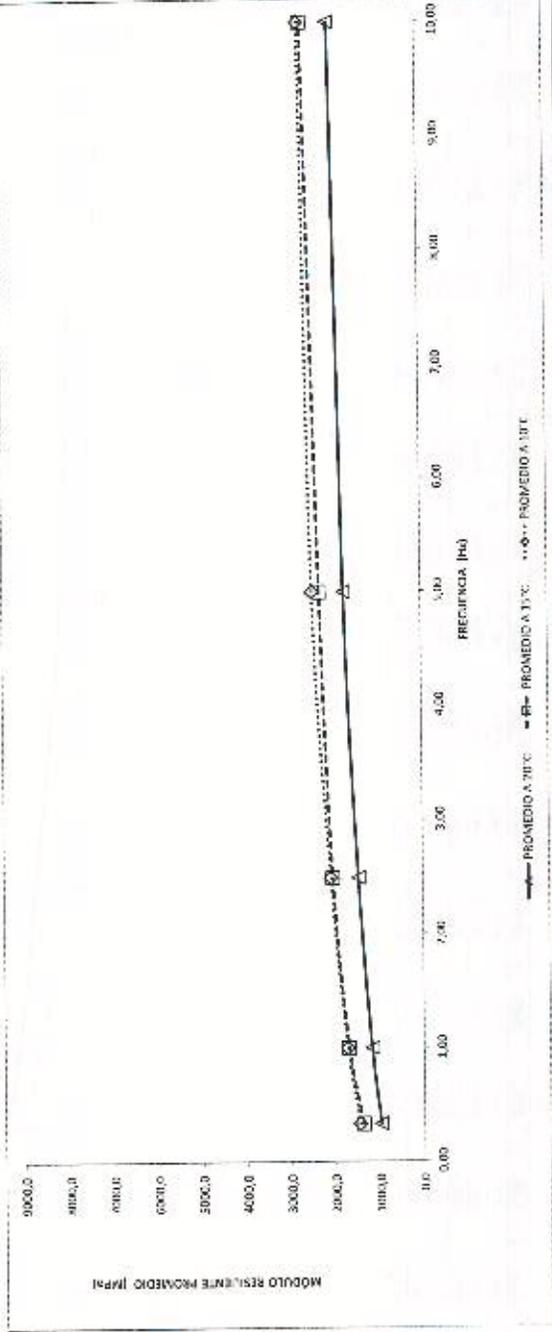
Pruebas, 5 de febrero de 2018
Muestras, 21 de febrero de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
FICHA DE ENSAYO:

CONVENIO 659 DE 2017
RÁPIDO 650 C3-P2

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY HMF-20 TIPO EMULSION CN-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	1468.9	1725.6	2051.0	2486.8	2855.3	1415.9	1759.1	2102.2	2372.5	2366.7	1007.0	1177.9	1532.0	1788.4	2070.1
ENSAYO 2	1462.1	1744.2	2091.0	2446.8	2855.3	1378.4	1792.6	2066.5	2365.2	2899.6	963.3	1170.2	1440.7	1732.8	1890.2
ENSAYO 3	1443.9	1720.3	2052.9	2486.8	2855.3	1359.0	1857.5	2101.1	2124.8	2593.1	968.3	1161.0	1449.6	1734.0	1997.8
ENSAYO 4	1448.6	1695.0	2090.2	2486.8	2855.3	1338.9	1608.0	2072.8	2507.7	2402.1	975.6	1180.7	1433.6	1703.0	2061.3
ENSAYO 5	1444.5	1725.2	2031.5	2453.3	2855.3	1361.5	1626.1	1778.4	2181.5	2755.1	957.2	1166.0	1420.5	1754.0	2006.8
PROMEDIO	1460.8	1728.5	2075.7	2455.0	2855.3	1374.0	1688.7	2031.9	2300.3	2400.3	977.5	1171.1	1455.3	1742.4	1983.5



OBSERVACIONES:

Usuario:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Profesor Experto Ezequiel Bustos
ALUMNOS DE INVESTIGACIÓN PARALELOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
César Iván Reyán
DIRECTOR PROYECTO LACOLUNO/659 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE LAS
MEZCLAS ASFÁLTICAS RMV F-749 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101 - 89, Bloque F, Bogotá D.C., Tel.: +57 (0)200 469 4217 Fax: +57 (0)200 469 4218

Fecha de Emisión: 15 de febrero de 2018

Fecha de Recepción: 22 de febrero de 2018

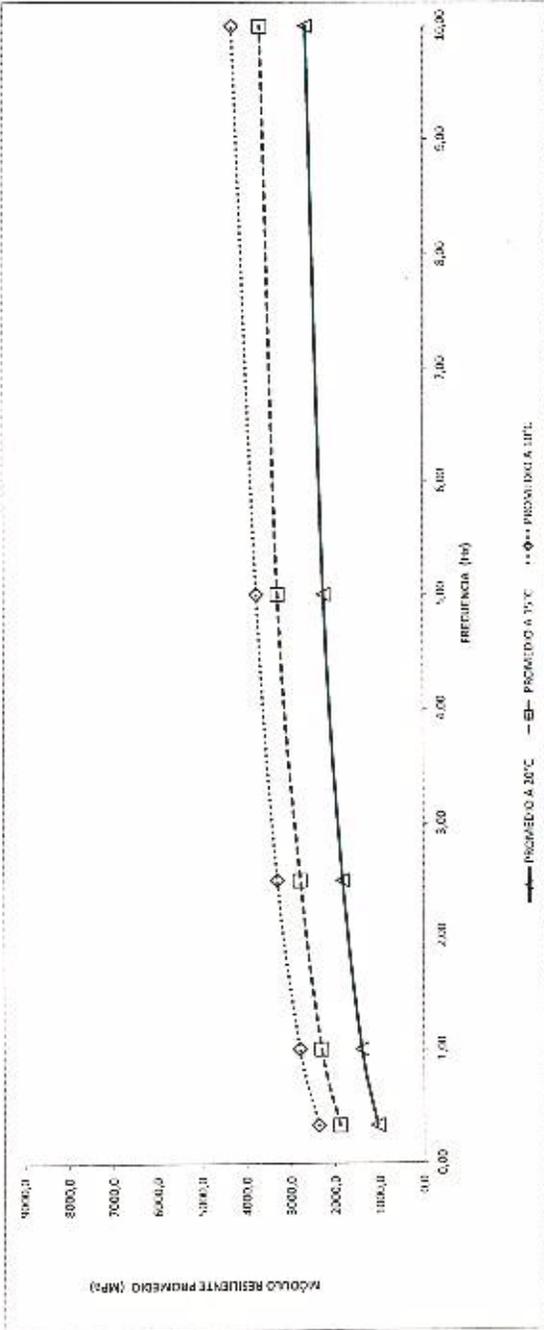
Fecha de Fabricación:

Fecha de Ensayo:

CRL - 1

TIPO EMULSION

TEMPERATURA (°C)	10				15				20			
	0.33	1.00	5.00	10.00	0.33	1.00	5.00	10.00	0.33	1.00	5.00	10.00
ENSAYO 1	2417.0	2795.7	3525.5	4735.8	1937.9	2352.0	3351.7	4007.5	1050.1	1230.3	1857.4	2704.7
ENSAYO 2	2403.5	2929.7	3741.5	4931.7	2207.0	2783.0	3782.2	4324.7	1420.8	1793.8	2472.4	3688.0
ENSAYO 3	2310.7	2722.4	3244.2	4163.3	1890.6	2276.4	3200.3	3724.6	1030.6	1380.4	1860.5	2583.0
ENSAYO 4	2479.0	2796.5	3145.4	3972.0	2167.7	2775.7	3266.9	3516.3	1071.0	1461.1	1797.3	2574.0
ENSAYO 5	2337.9	2784.4	3314.3	4470.7	1852.8	2224.4	3259.7	3811.0	1033.8	1374.0	1798.6	2578.6
PROMEDIO	2375.4	2702.9	3295.9	4208.7	1991.9	2307.5	3274.5	3668.5	1042.8	1294.2	1819.5	2480.5



OBSERVACIONES:

Lección:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Sofía Jarama Torres Ortiz
DIRECTOR AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

DIRECCIÓN AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TEMPERANCERÍA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS INVE 7/9 - 97

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Gr 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C. Tel: 1 6080800 ext. 1291, Fax: 1-6370557. MI: 900.276.340 R
Mód. 15 de marzo de 2016
Jueves, 19 de julio de 2015

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 409 DE 2017

60650455 81 PE

SOLICITUD:
PAULSTIVA:

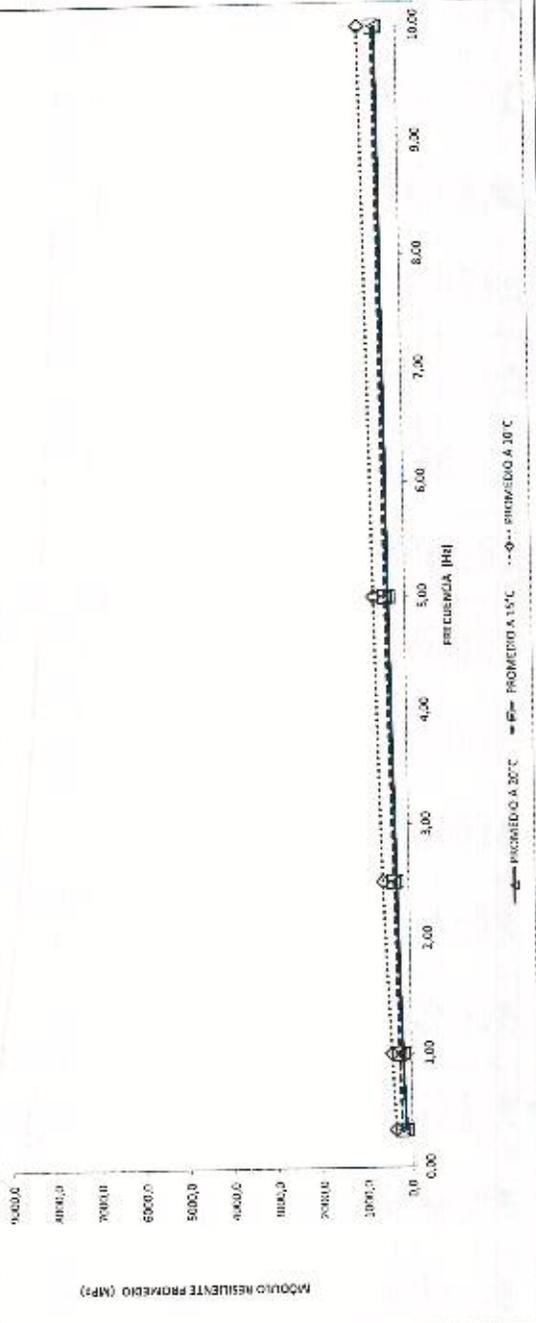
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF-20

TIPO EMULSIÓN

CR: 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	350.5	447.0	576.6	756.5	1052.4	232.8	297.0	356.7	433.1	507.0	146.4	225.8	299.0	411.1	520.2
ENSAYO 2	326.1	404.5	517.7	700.8	975.8	187.4	233.0	305.5	433.1	605.5	119.3	171.3	264.3	377.9	486.6
ENSAYO 3	376.2	520.9	670.7	853.7	945.7	224.7	282.2	358.7	447.4	590.1	114.2	156.0	231.7	366.8	516.3
ENSAYO 4	387.1	511.5	625.5	726.0	779.8	207.1	260.1	320.4	404.1	530.1	115.7	158.3	204.6	294.8	376.3
ENSAYO 5	319.4	383.6	483.8	600.2	686.2	212.6	295.8	367.9	455.1	484.2	126.7	206.1	290.9	330.1	569.3
PROMEDIO	352.9	429.3	556.0	705.3	876.0	217.0	282.0	338.4	409.4	525.0	124.5	183.7	273.5	375.1	484.5



OBSERVACIONES:

Licetio:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

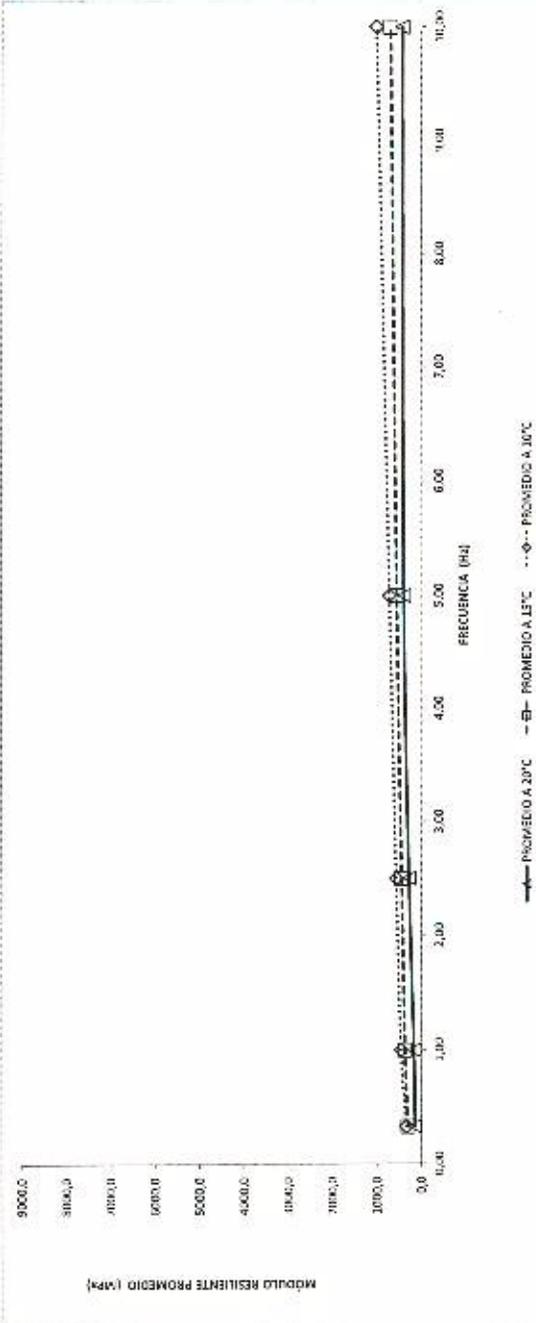
[Signature]

Director de Laboratorio de Ingeniería Civil

Asistente Técnico Enriquez Castellanos Asistenres
ALUMNOS DE INVESTIGACIÓN PRESENTES

Director de Laboratorio de Ingeniería Civil

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (SIVE 749 E7) Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia	 Grupo de Investigaciones Geotecnia	
Cra 11 No. 301 - 90, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: +5650000 ext. 2251, Fax: +56500537, Nit: 800.225.169-8			
SOLICITUD: COMPROBANDO 469 DE 2017	FECHA DE FABRICACIÓN:	Lunes, 19 de marzo de 2018	
MULTITRAC: BAP50455-B14P2	FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 19 de julio de 2018	
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV			
MOD-20			
TIPO EMULSIÓN			
CR1 1			
TEMPERATURA (°C)	10	15	20
FRECUENCIA (Hz)	1.00	2.50	5.00
ENSAYO 1	477.0	518.8	577.7
ENSAYO 2	420.0	426.7	495.5
ENSAYO 3	463.9	498.3	556.2
ENSAYO 4	459.2	488.8	550.3
ENSAYO 5	489.8	512.7	557.2
PROMEDIO	461.0	505.3	566.4
0.33	779.9	811.1	811.1
0.33	375.0	426.7	495.5
0.33	360.8	380.5	436.2
0.33	367.4	388.9	438.8
0.33	342.2	371.8	417.4
0.33	303.0	333.1	374.6
0.33	356.4	410.0	465.1
0.33	165.9	171.5	171.5
0.33	150.4	150.4	151.2
0.33	148.9	148.9	148.9
0.33	174.6	174.6	174.6
0.33	105.5	105.5	105.5
0.33	267.5	276.0	276.0
0.33	424.1	424.1	424.1
0.33	390.4	390.4	390.4
0.33	397.7	397.7	397.7
0.33	424.8	424.8	424.8
0.33	319.3	319.3	319.3
0.33	321.5	321.5	321.5



Módulo Resiliente Promedio (MPa)

FRECUENCIA (Hz)

—●— PROMEDIO A 20°C —■— PROMEDIO A 15°C —◆— PROMEDIO A 10°C

OBSERVACIONES:

Recusado: _____ Firma: _____ Nombre: _____ Cargo: _____	Recusado: _____ Firma: _____ Nombre: _____ Cargo: _____
--	--

DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

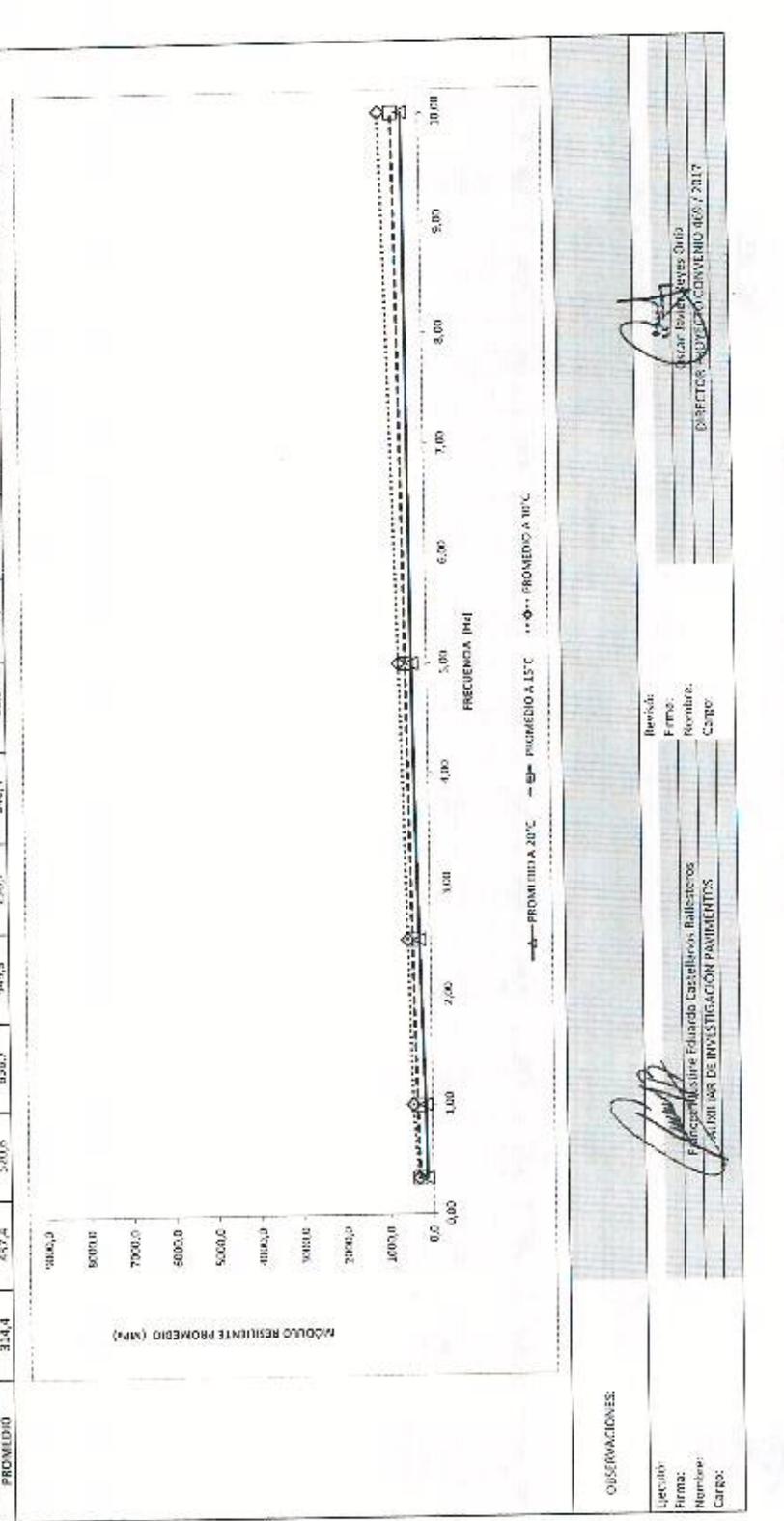
ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS HW 1 - 740 - 17

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación
Geotecnia

Cra 11 No. 101 80 Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext. 2291, Fax: 1 570257 - MIT: 500.222-269-B
 Fecha: 19 de marzo de 2018
 Fecha de Emisión: 29 de julio de 2018

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UWV					TIPO EMULSIÓN									
	10		15			20			25						
FRECUENCIA (Hz)	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	327.4	462.7	504.7	790.3	854.8	785.8	357.5	482.5	584.6	745.5	361.0	161.9	240.9	382.7	475.5
ENSAYO 2	342.5	389.2	529.5	529.5	1048.8	302.9	385.1	577.8	611.0	748.6	118.1	154.4	248.6	490.2	406.5
ENSAYO 3	375.7	442.5	585.2	543.2	1083.3	269.8	361.5	478.6	592.5	597.6	138.4	143.7	224.0	506.4	387.8
ENSAYO 4	257.4	490.0	440.5	773.1	790.8	250.1	330	368.2	495.3	584.1	124.8	136.5	155.7	385.8	407.2
ENSAYO 5	206.1	457.6	582.1	697.2	980.8	332	335	346.8	515	645.7	138.1	147.5	229.5	311.3	492.1
PROMEDIO	314.4	437.4	510.6	656.7	949.3	260.7	340.4	412.0	496.1	639.1	126.1	151.2	250.1	355.3	416.0



Observaciones:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

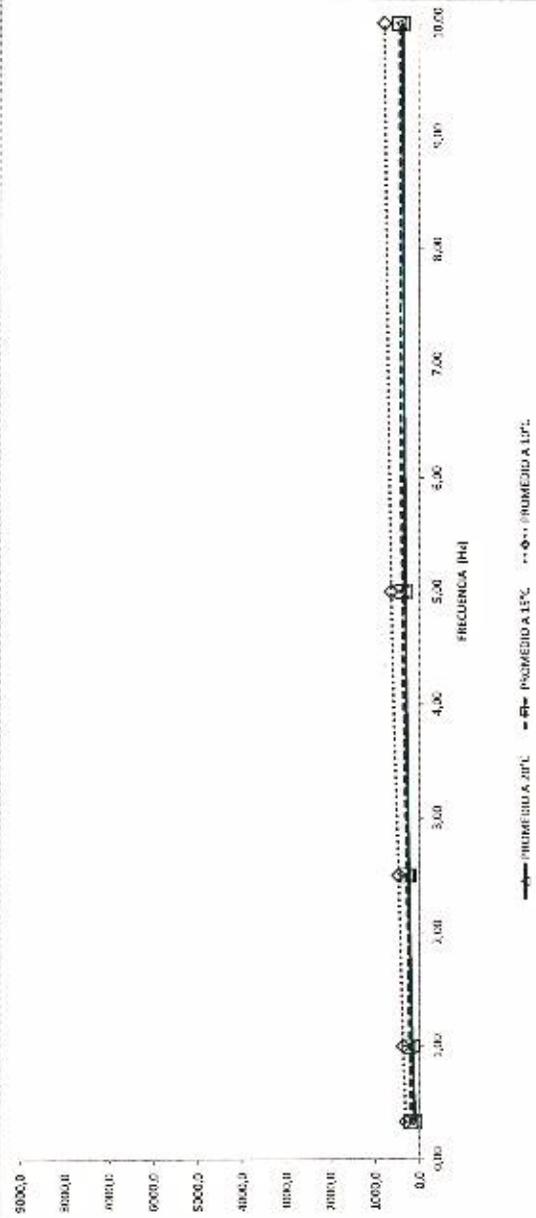
Profesor Asistente Eduardo Castellanos Ballesteros
 DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN PAQUETOS

Caracas, 19 de marzo de 2018
 DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	ENSAYO DE TORSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS INV E 749 07 Laboratorio de Ingeniería Civil - Sismotécnica	 Grupo de Investigación Geotecnia
Cta 11 No. 301 - 80, bloque F, Iglesia D.L., Tel: 3 6500000 ext. 1394, Fax: 3 6370657 - Nit: 8001225-3001-8		
SOLICITUD: CONVENIO 469 DE 2007		FECHA DE FABRICACIÓN:
MUESTRA: 30050405-5-21-5-21		FECHA DE ENSAYO:
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV		MUR-20
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV		TIPO EMULSIÓN
CRU 1		CRU 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	388,1	467,1	732,6	812,5	10,00	200,5	261,4	296,1	455,2	417,5	118,6	172,0	266,2	441,1	468,2
ENSAYO 2	331,8	478,6	593,6	883,2	10,00	165,0	189,5	244,4	289,8	518,1	97,9	145,5	216,7	507,4	361,0
ENSAYO 3	451,8	536,6	638,6	858,7	10,00	191,0	178,6	307,8	467,4	505,3	95,1	132,8	245,1	297,2	300,8
ENSAYO 4	275,2	321,1	496,8	615,3	840,1	184,0	233,7	322,6	344,6	422,9	92,6	140,2	236,7	310,8	433,4
ENSAYO 5	298,7	345,3	494,8	511,3	678,5	180,8	230,6	235,8	365,0	426,4	102,7	173,2	246,2	277,3	402,0
PROMEDIO	308,3	369,6	470,8	629,9	802,6	185,1	220,2	281,3	384,0	463,6	101,5	156,7	225,0	307,6	390,9

MÓDULO RESISTENTE PROMEDIO (MPa)



PROMEDIO A 15%
 PROMEDIO A 10%
 PROMEDIO A 5%

OBSERVACIONES:

Lecido: _____
 Firmar: 
 Nombre: Eduardo Castellanos Ballesteros
 Cargo: LABORATOR DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

Revisó: _____
 Firmar: 
 Nombre: Onar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: DIRECTOR PAVIMENTO CONVENCIO 469 / 2007



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV L - 715 - 07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 101 BQ. Bloque I, Bogotá D.C., Tel.: 3 8509000 ext. 1201, Fax: 1 6370557. NIT: 300.276.340.8
lunes, 10 de marzo de 2010
jueves, 13 de julio de 2008

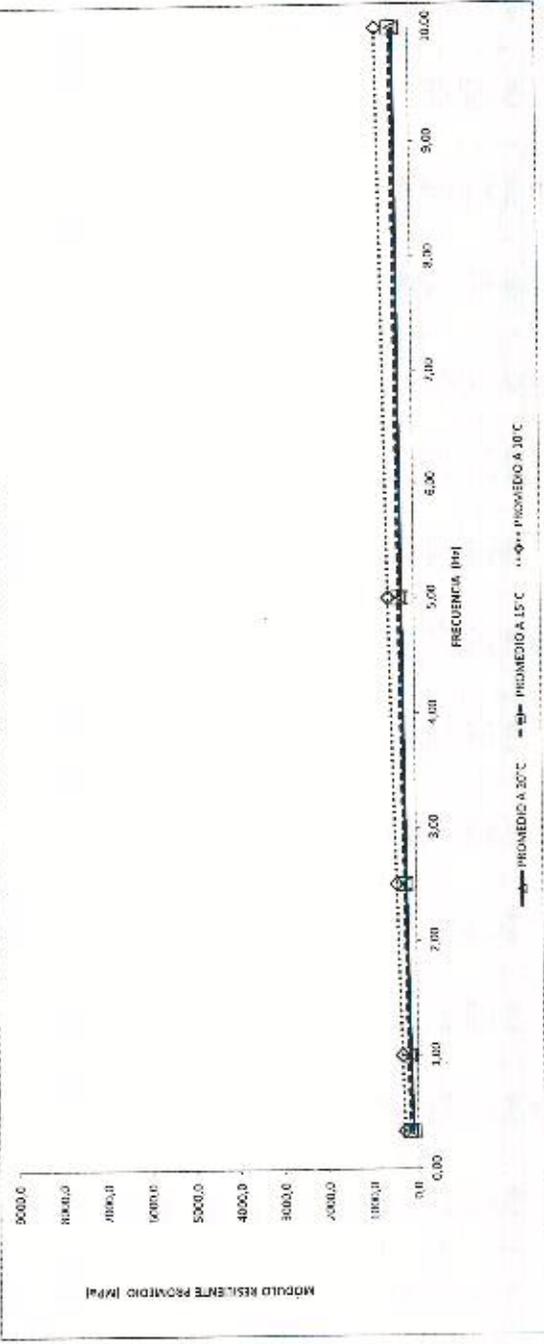
FECHA DE FABRICACIÓN:
FUECUBO 450 DE 2017

FECHA DE ENSAYO:
BARRIO ES. S. R. L. 4-P2

SOLICITUD:
MUESTRA

TIPO EMULSIÓN
CR1 - 1

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNV					MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNV								
	10		15		20		10		15		20			
FRECUENCIA (Hz)	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	293.1	451.0	479.1	604.8	771.9	180.5	235.3	269.5	413.2	380.0	178.6	254.3	307.2	444.8
ENSAYO 2	251.8	489.9	643.4	818.3	943.3	155.1	180.1	227.3	356.8	472.2	135.4	189.7	290.3	532.2
ENSAYO 3	321.7	415.3	488.4	560.0	796.1	287.5	366.7	477.3	537.1	459.8	127.7	225.4	276.4	275.5
ENSAYO 4	309.0	289.0	424.9	572.3	759.1	171.2	211.5	266.5	316.0	450.3	83.6	181.8	293.3	402.8
ENSAYO 5	277.8	317.7	390.0	470.4	578.3	176.0	227.7	320.5	399.0	441.7	167.0	210.4	260.2	365.0
PROMEDIO	290.7	342.0	438.5	582.2	753.0	173.0	205.7	280.4	353.3	422.3	93.7	146.7	217.8	283.0



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Asistente de Laboratorio
Facultad de Investigación Científicas

Director Profesional de Laboratorio
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS INVF 740 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Castellana

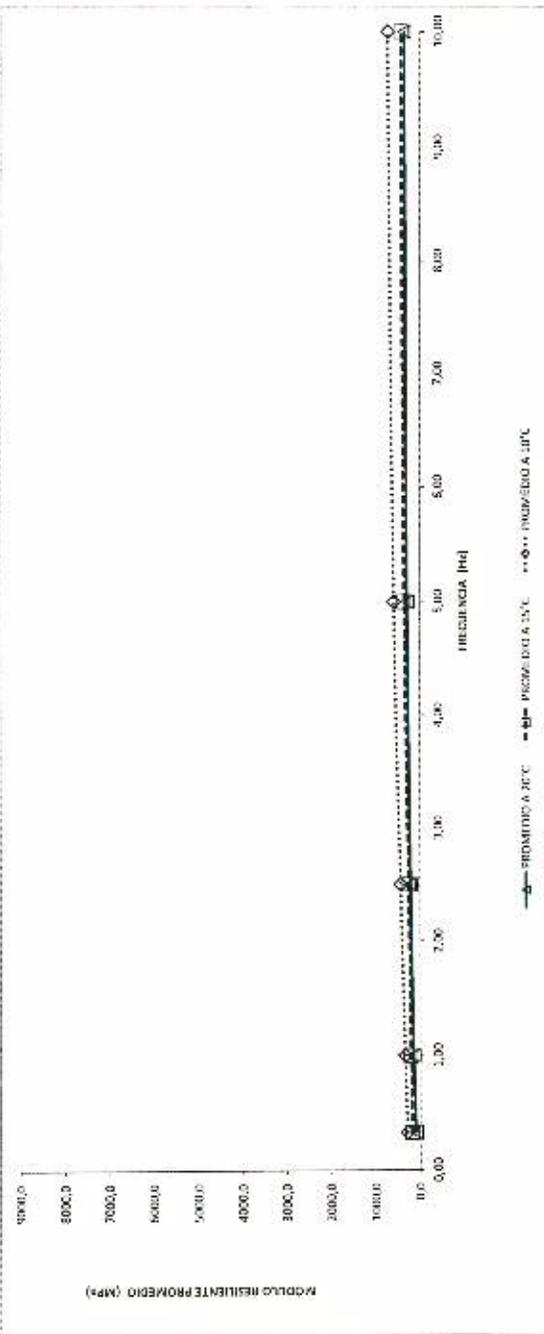


Grupo de Investigaciones Castellana

Calle 11 No. 101 - 80, Surquío F. Bogotá D.C., Tel.: 1 6500000 ext. 2293, Fax: 1 9570557. - NIT: 800.225.240-9

SOLICITUD: COMANDO EN JEFE DE 2017 FECHA DE FABRICACIÓN: lunes 18 de marzo de 2018
 MUESTRA: PAPELONES 15-15-15 TÍTULO DE ENSAYO: juicios 15 de julio de 2018

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO LIMV					MEZCLA ASFÁLTICA TIPO LIMV				
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30
FRECUENCIA (Hz)	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	280,8	353,7	443,8	679,3	731,3	388,5	205,8	278,4	400,7	392,5
ENSAYO 2	257,2	326,7	405,1	622,7	803,8	148,8	174,4	224,9	382,6	481,1
ENSAYO 3	321,7	397,7	504,5	572,1	798,6	177,7	193,2	283,2	326,2	465,8
ENSAYO 4	499,2	296,7	429,4	580,6	765,1	171,7	217,8	296,8	330,3	430,3
ENSAYO 5	280,8	321,2	385,8	470,4	566,7	178,5	225,1	343,1	401,3	577,7
PROMEDIO	297,9	337,5	441,7	585,8	753,9	172,9	206,6	281,5	354,4	442,6



—●— PROMEDIO A 20°C —■— PROMEDIO A 25°C —○— PROMEDIO A 30°C

OBSERVACIONES:

Licencia: _____ Revisó: _____
 Firma: _____ Emite: _____
 Nombre: _____ Nombre: _____
 Cargo: _____ Cargo: _____

Director de Investigación Pavimentos
 Dr. Carlos Rojas-Olivé
 DIRECTOR DE INVESTIGACION PAV 7 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE FLEXION INDICADA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV F - 746 - 07

Grupo de Investigación
Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 111 No. 101 - 80, Bloque 1, Bogotá D.C., Tel: 3-6000000 ext. 1291, Fax: 3-6373557 - Nit: 800 225 340-8

viernes, 30 de marzo de 2017

miércoles, 1 de agosto de 2018

CONVULSION: MFD DE 2017

FECHA DE FABRICACION: MIERTE

BAFTS: LS-3-R3-LF1

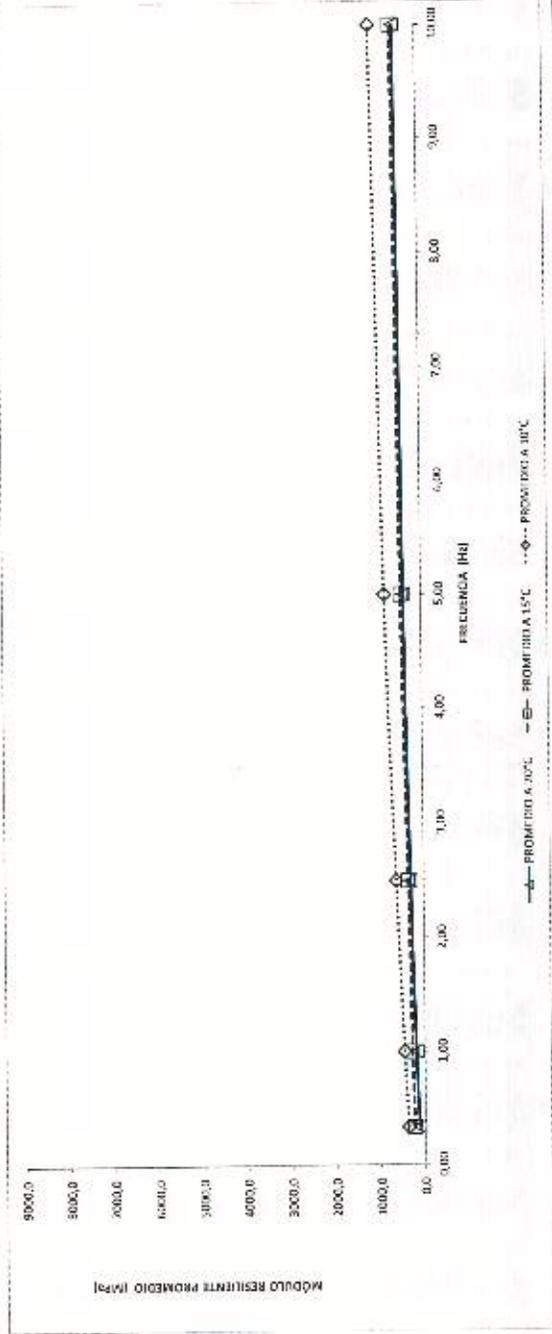
FECHA DE ENSAYO: CR-1

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF: 20

TIPO EMULSION

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	352.6	405.1	628.5	820.6	1011.3	240.6	317.8	378.2	522.8	578.7	152.8	244.9	326.0	542.4	567.1
ENSAYO 2	345.7	416.5	559.3	820.4	1044.2	194.9	268.0	311.7	437.5	608.3	131.3	176.3	276.3	316.8	490.2
ENSAYO 3	395.1	557.5	684.2	783.0	1057.4	245.0	284.0	352.3	406.4	539.4	115.5	157.6	270.1	299.3	388.9
ENSAYO 4	427.0	411.1	688.2	843.0	1177.0	239.4	281.2	380.0	406.5	571.5	119.2	175.3	276.8	406.2	521.5
ENSAYO 5	304.8	406.7	518.5	871.7	1006.0	232.6	222.6	289.4	448.6	506.4	136.3	210.3	272.0	348.9	574.3
PROMEDIO	376.0	455.4	615.7	820.6	1050.2	240.6	279.0	313.3	462.6	576.8	131.2	190.9	288.5	396.5	508.7



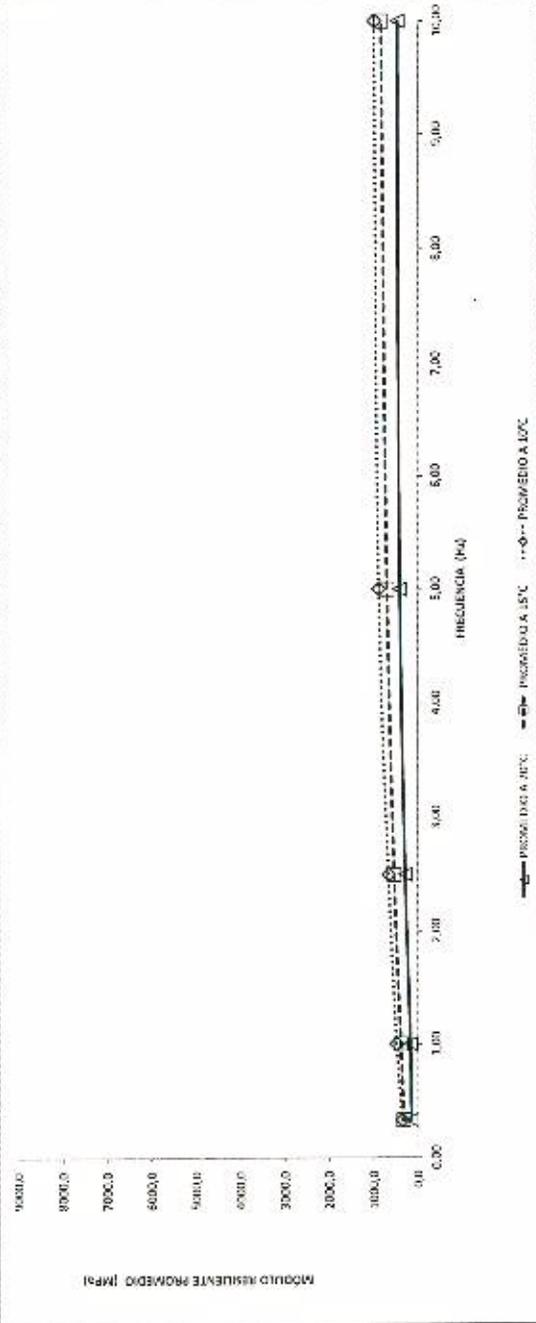
OBSERVACIONES:

Revisó: *[Signature]*
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: *[Name]*
 Cargo: *[Cargo]*

Revisó: *[Signature]*
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: *[Name]*
 Cargo: *[Cargo]*

 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Facultad de Ingeniería	ENSAYO DE TORSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS IN V E 748 E7 Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia	 Grupo de Investigación Geotecnia												
Ca 11 No. 101 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 600000 ext. 1291, Fax: 1-6170557 NIT: 900.225.309-9														
COMPROBANDO 460 DE 2017 FECHA DE FABRICACIÓN:														
MUESTRA: 8007/15-3-014PZ														
viernes, 30 de marzo de 2018 miércoles, 1 de agosto de 2018														
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV														
MDF: 20 TIPO EMULSIÓN: CRL: 1														
10 15 20														
TEMPERATURA (°C)	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
FRECUENCIA [Hz]	374,7	502,9	637,3	891,4	307,9	412,5	636,0	737,7	851,6	171,0	273,0	413,6	483,1	483,1
ENSAYO 1	428,4	475,8	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7
ENSAYO 2	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7
ENSAYO 3	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7
ENSAYO 4	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7
ENSAYO 5	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7
PROMEDIO	351,9	485,4	660,5	872,0	892,2	305,2	536,5	695,7	835,1	148,5	284,8	397,3	442,6	442,6

MÓDULO RESISTENTE PROMEDIO [MPa]



PROMEDIO A 15°C
 PROMEDIO A 25°C
 PROMEDIO A 30°C

OBSERVACIONES:

Fecha: _____ Resultado: _____
 Firma: _____ Nombre: Oscar Javier Reyes Soto
 Nombre: _____ Cargo: DIRECTOR PROYECTO SUBCONTRATO 460 / 2017
 Cargo: _____



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORIO DE TENSIÓN INDICIA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (RMF - 749 - 07)

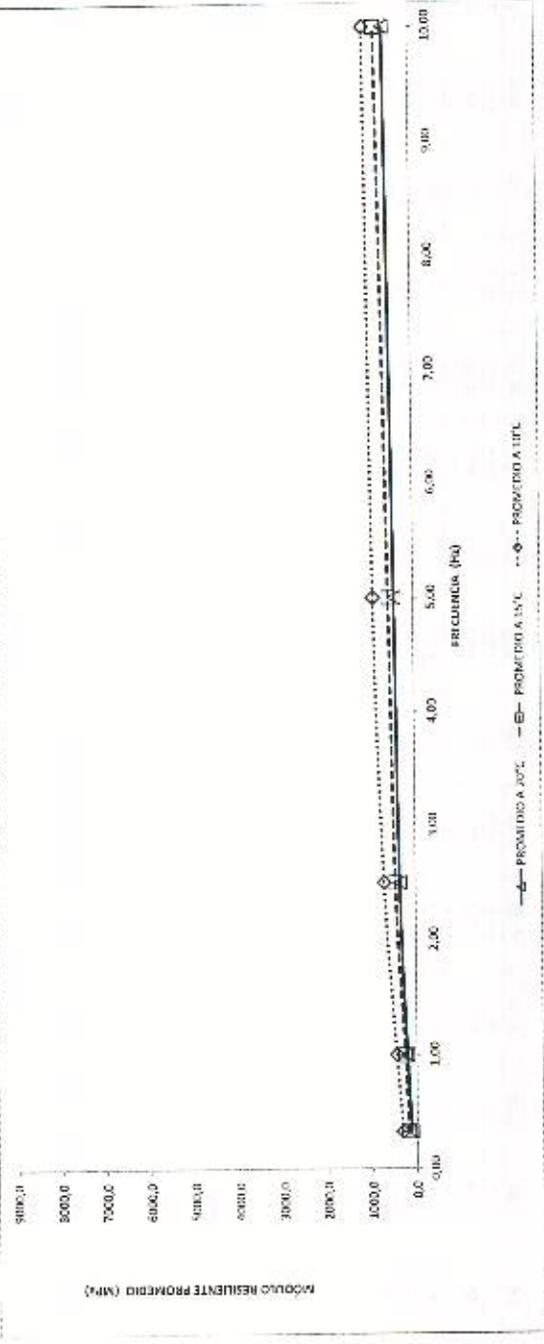


Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1791, Fax: 1-6509557 - Nit: 800.223.340-9
 viernes, 30 de marzo de 2018
 miércoles, 1 de agosto de 2018

SUBCULTO:
MUESTRA: CONVULSION 161 DE 2017
FECHA DE FABRICACION: M/D/20
CR-1

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

TEMPERATURA (°C)	10					15					20					
	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00	0,33	1,00	5,00	10,00
ENSAYO 1	473,0	825,8	1081,7	847,1	153,8	271,6	570,7	798,6	129,5	225,9	426,7	484,5	129,5	225,9	426,7	484,5
ENSAYO 2	428,4	783,3	686,7	1119,2	228,7	306,0	509,9	786,2	171,4	136,6	331,7	461,9	171,4	136,6	331,7	461,9
ENSAYO 3	475,1	776,0	791,3	957,2	192,8	286,7	465,3	756,3	76,9	183,7	312,8	440,2	76,9	183,7	312,8	440,2
ENSAYO 4	499,2	570,5	802,4	1779,7	118,7	717,8	412,1	691,2	168	176,3	261,5	352,4	168	176,3	261,5	352,4
ENSAYO 5	435,6	602,8	567,9	1173,3	202,1	234,8	178	255,2	72,5	251,4	317,8	445	72,5	251,4	317,8	445
PROMEDIO	413,0	702,7	966,9	1028,2	180,9	255,8	455,6	768,7	113,8	194,0	353,1	484,0	113,8	194,0	353,1	484,0



OBSERVACIONES:

Revisó: *[Signature]*
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: *[Name]*
 Cargo: *[Title]*

Revisó: *[Signature]*
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: *[Name]*
 Cargo: *[Title]*

Cra 11 No. 101 - 80, Rivera F, Bogotá D.C., Tel: 1-5500000 ext: 1291, Fax: 1-670657 NIT: 900.225.340-9

viernes, 10 de marzo de 2017
miércoles, 1 de agosto de 2018

SOCIIDAD:
MAESTRA:

CONVENIO 469 DEL 2017
RADS P.E.B. 2015 F1

FECHA DE FABRICACION:
FECHA DE PRSAVO:

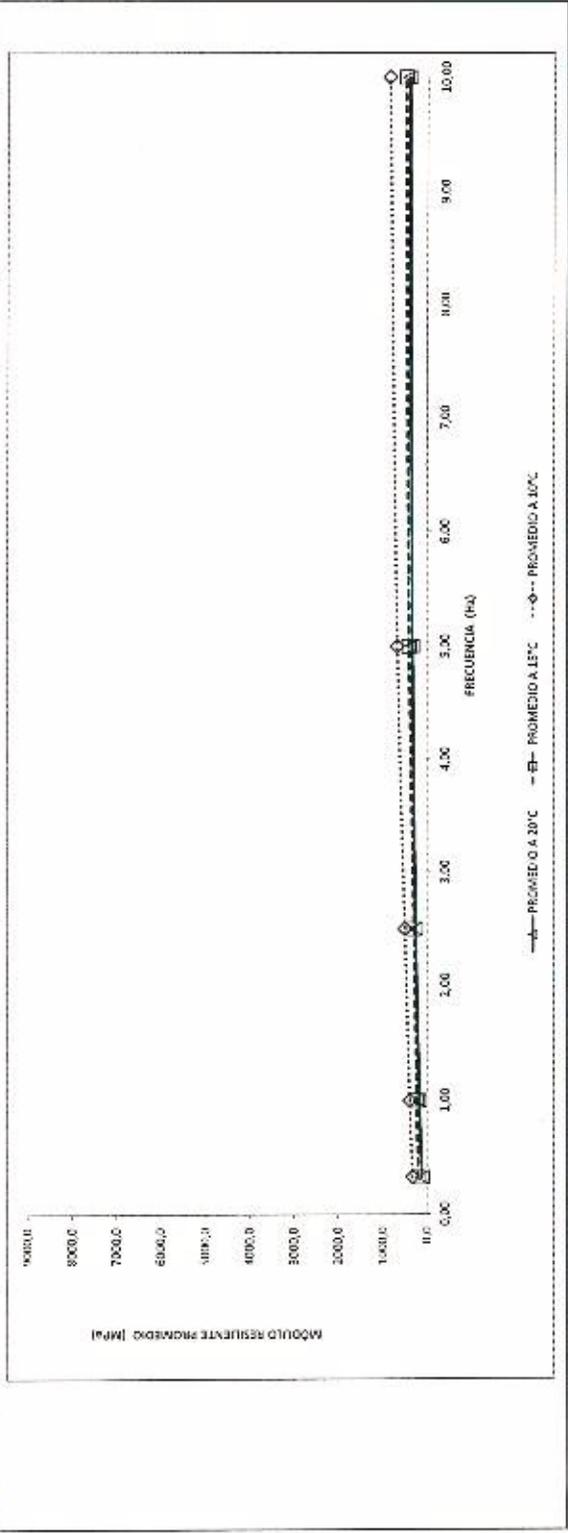
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV

MDF-20

TIPO EMULSION

CR-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	370,9	382,0	485,8	757,1	853,2	206,6	284,3	302,1	406,2	450,9	120,3	201,1	216,9	308,7	477,6
ENSAYO 2	413,5	408,4	502,6	705,7	873,6	170,0	282,8	216,9	402,4	562,8	303,9	354,3	373,4	505,5	303,5
ENSAYO 3	356,0	481,6	584,9	660,5	918,9	194,9	196,5	375,4	366,1	530,5	97,1	14,3	264,8	324,9	309,9
ENSAYO 4	318,5	341,6	470,6	576,9	856,7	192,1	290,7	329,1	428,1	427,9	95,4	146,7	344,9	339,0	427,7
ENSAYO 5	323,6	348,8	439,7	536,8	878,8	208,8	264,0	245,1	370,6	478,7	105,8	181,6	236,3	289,1	401,1
PROMEDIO	331,5	357,1	495,7	665,2	856,2	195,1	233,7	290,6	401,1	485,5	105,9	166,4	246,1	323,5	405,0



OBSERVACIONES:

Firma: *[Signature]*
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: DIRECTOR PROYECTOS CONCRETOS APT 7 2017

Firma: *[Signature]*
 Nombre: *[Signature]*
 Cargo: *[Signature]*



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

PRSAVO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS BSV L - 749 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

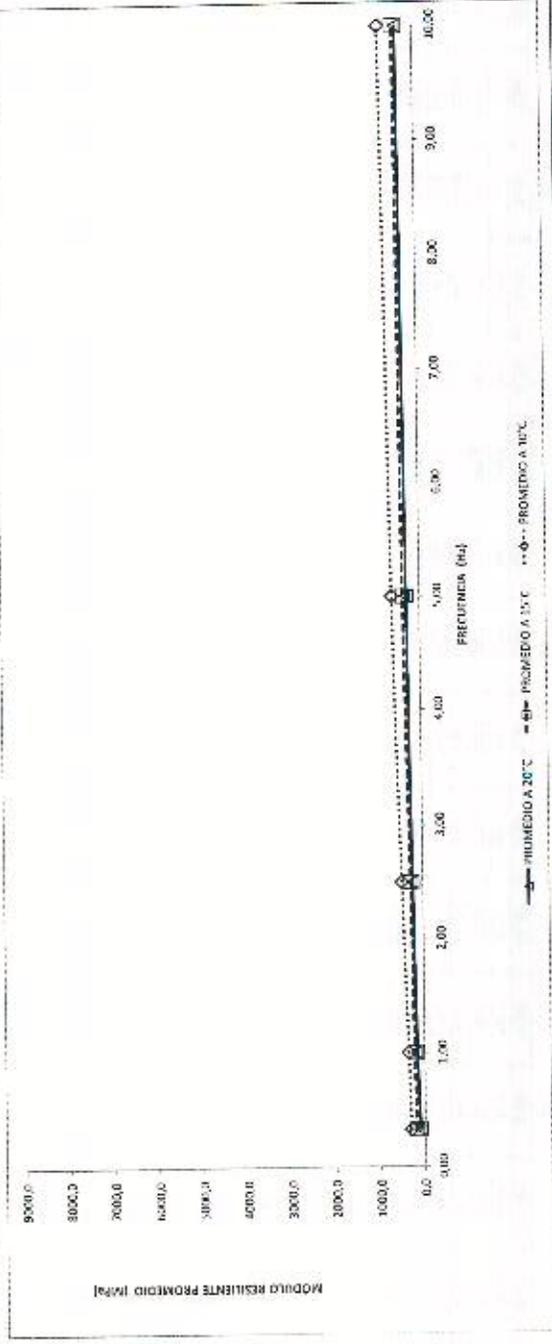


Cra 11 No. 103 - 80, Bogotá D.C., Tel: +57 3 6500000 ext. 1200, Fax: +57 3 6370557 - RIT: R00.225.249-8
 CONVENIO 469 DEL 2017
 FECHA DE FABRICACION: 10 de marzo de 2018
 FECHA DE ENSAYO: 10 de agosto de 2018

SOLICITUD:
MUESTRA

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV		TIPO EMULSIÓN				
		CRI - 1				
		MD-30				

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	310,7	367,7	422,3	471,5	502,8	192,2	254,2	274,0	296,5	320,0	111,6	157,9	265,4	310,3	493,4
ENSAYO 2	267,0	337,1	394,0	439,9	496,8	150,5	192,8	238,7	275,7	297,2	107,5	147,9	191,6	267,2	352,2
ENSAYO 3	337,8	396,1	422,6	455,2	488,1	197,8	230,3	289,3	340,7	301,2	96,4	137,2	234,6	290,3	287,0
ENSAYO 4	318,3	317,9	467,4	506,7	531,1	107,2	226,0	324,9	338,5	469,1	87,6	139,5	224,9	305,7	434,5
ENSAYO 5	302,9	370,9	427,3	488,7	501,5	180,2	250,5	279,5	328,5	411,0	101,0	171,1	212,6	281,6	397,0
PROMEDIO	307,3	355,3	420,9	476,7	490,1	182,9	227,8	275,5	381,8	429,5	100,6	156,1	226,0	299,0	390,5



—●— PROMEDIO A 20°C -■- PROMEDIO A 15°C -▲- PROMEDIO A 10°C

OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Francely Angeli Edrardo Castellanos Ballesteros
CARRERA DE INVESTIGACION PAVIMENTOS

[Signature]
Dora Beatriz Reyes
DIRECTOR PROYECTO CONVENIO 469 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE

MEZCLAS ASFÁLTICAS RHW F - 740 - B7

Laboratorio de Ingeniería Civil - Casadonia



Cra 11 No. 101 - 90, Bloque F, Bogotá D. C., Tel.: 6500000 ext. 1241, Fax: 1 6370557 - Mt. 800.225.360-R

Fecha: 30 de marzo de 2018

Miércoles, 1 de agosto de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE ENSAYO:

CONVOLUTO 469 DL 2017

RADIOS F5,5 R15 F3

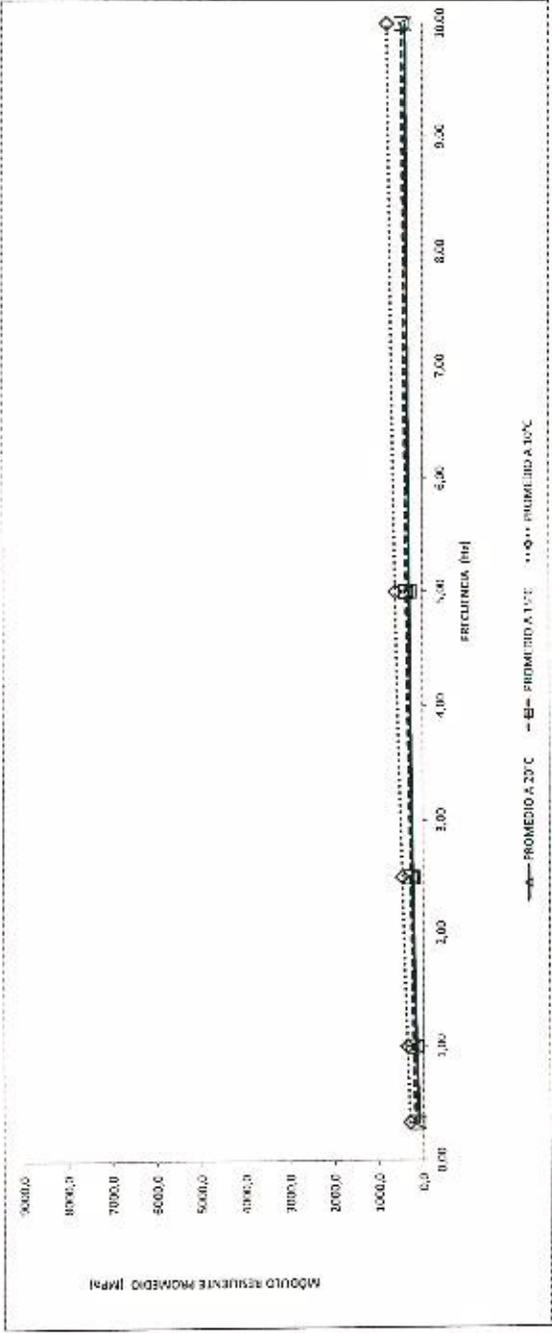
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNW

MDF-2B

TIPO EMULSIÓN

CSL-1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	
ENSAYO 1	302,9	470,5	670,7	797,7	197,3	265,1	292,4	422,0	404,3	117,7	175,5	254,0	370,7	460,2	
ENSAYO 2	290,4	508,4	458,5	647,7	300,1	188,6	277,2	338,0	511,5	97,4	145,0	207,5	286,7	370,0	
ENSAYO 3	331,4	402,7	506,9	678,5	185,5	189,0	311,6	355,5	511,3	54,8	130,6	233,7	291,7	268,5	
ENSAYO 4	376,7	376,7	488,1	621,4	376,4	233,1	295,7	355,7	460,5	92,4	133,1	225,7	314,8	470,0	
ENSAYO 5	282,1	253,4	405,1	484,6	594,0	186,4	241,1	306,5	407,1	101,5	163,0	220,4	255,0	377,8	
PROMEDIO	307,8	359,5	465,4	644,0	184,7	223,1	275,1	369,2	459,0	99,8	139,0	228,5	297,8	383,1	



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

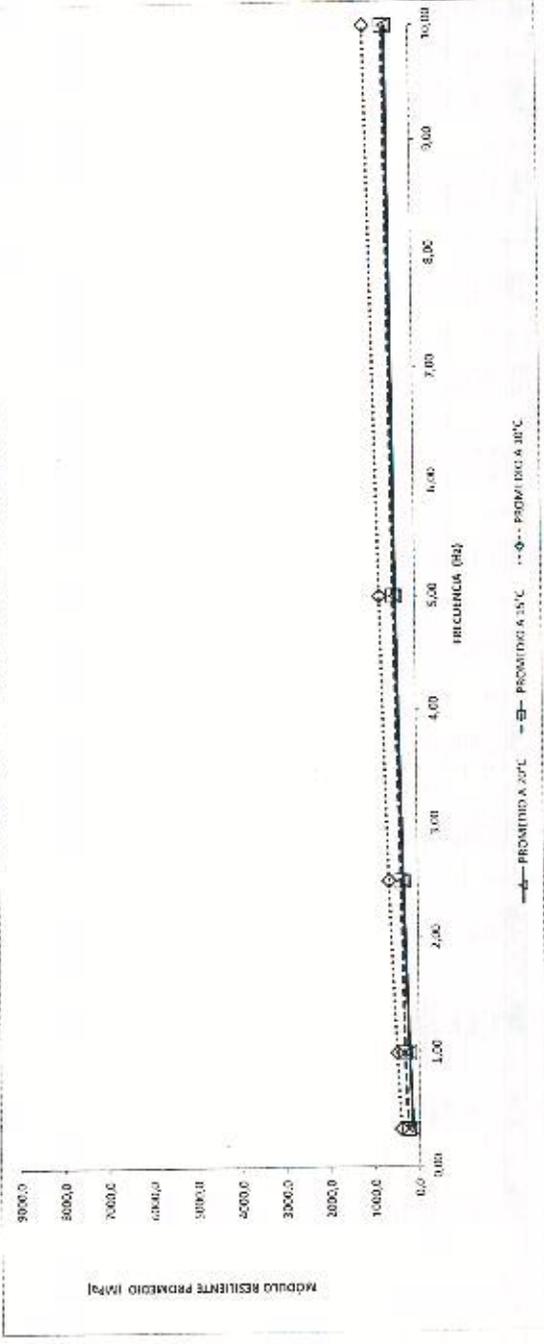
ENSAYO DE TENSIÓN INDICADA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV E - 746 - 67



Grupo de Investigación Geotécnica

Gr 11 No. 101 - 80, Urb. F. Bogotá D.C., Tel: 3-5500000 ext. 1291, Fax: 3-5579557 - MIT: 800.225.000-8
 CONVENIO 460 DE 2017
 R4P100455-214P1
 SOLICITUD: MEZCLA ASFÁLTICA TIPO URV
 PAQUETE: MDF 2E
 FECHA DE FABRICACION: miércoles, 21 de mayo de 2013
 FECHA DE ENSAYO: miércoles, 15 de agosto de 2013

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	392,4	519,1	680,3	765,9	1022,6	257,5	356,0	416,1	501,1	581,1	167,7	263,1	346,8	474,0	540,9
ENSAYO 2	500,7	464,0	561,7	813,3	1073,3	214,9	283,3	346,0	463,8	670,1	157,9	196,5	203,9	424,6	534,4
ENSAYO 3	411,0	576,8	722,1	751,0	898,7	267,1	253,2	382,4	499,7	630,7	121,3	164,0	310,6	402,6	482,6
ENSAYO 4	607,6	452,3	709,5	827,3	1718,3	204,8	309,4	433,5	488,4	623,0	127,6	109,9	214,8	453,6	552,8
ENSAYO 5	270,6	443,4	540,0	875,8	946,3	236,9	44,0	301,0	474,1	521,6	395,3	235,5	303,0	395,5	603,8
PROMEDIO	402,6	691,7	642,7	802,7	1040,8	246,5	308,8	371,2	487,8	606,9	240,8	209,2	319,7	426,1	546,7



OBSERVACIONES:

Revisó: Oscar Javier Sotelo
 Firmó: Oscar Javier Sotelo
 Nombre: Oscar Javier Sotelo
 Cargo: DIRECTOR PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Revisó: [Signature]
 Firmó: [Signature]
 Nombre: [Signature]
 Cargo: [Signature]



UNIVERSIDAD MILITAR POLITECNICA DE ECUADOR
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE ILUSIÓN MODULADA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS TIPO E 749 E7

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra. 31 No. 101 - 80, Guayaquil E. Bagota D.C., Tel: 1 8000000 ext. 1281, Fax: 1-5979557, INT: 800 225 3494

SECCION:

MAESTRA:

CONVENIO: 459 DE 2017

RAPIDIO 15.2-81-92

FECHA DE FABRICACION:

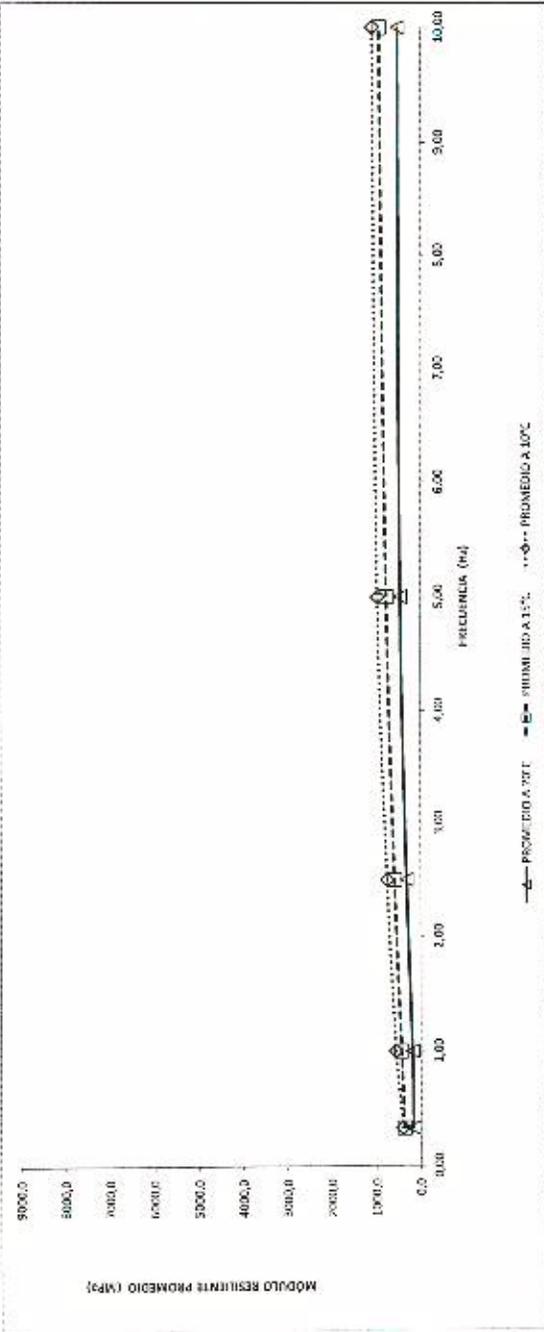
FECHA DE ENSAYO:

Muestras: 21 de marzo de 2018

muestras: 15 de agosto de 2018

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV MBF 20: CSL - 1 TIPO EMULSION

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	424.6	595.6	757.5	945.3	1071.0	354.0	496.2	661.7	776.8	864.7	583.7	706.8	781.7	856.0	963.3
ENSAYO 2	443.5	538.5	623.5	695.4	731.5	467.0	361.8	596.7	802.0	920.1	346.0	296.2	322.7	494.9	456.8
ENSAYO 3	496.4	534.3	767.4	888.8	1086.1	316.5	475.0	664.5	765.0	898.4	175.9	157.5	295.6	351.4	450.2
ENSAYO 4	524.2	573.1	639.7	976.5	1154.8	326.4	456.7	548.6	753.1	822.2	364.7	175.1	300.1	473.4	486.4
ENSAYO 5	318.5	568.6	753.2	1088.8	1097.9	377.5	456	480.5	739.0	933.7	161.8	196.6	356.2	427.2	487.2
PROMEDIO	401.4	556.8	755.8	961.6	1086.3	365.4	455.1	588.2	765.0	931.7	168.3	188.7	314.5	467.2	530.8



OBSERVACIONES:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL - SECCION 1
Laboratorio de Ingeniería Civil - Sección 1

GRUPO DE INVESTIGACION
CONCRETO

LABORATORIO DE INVESTIGACION PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (MVE - 749 - 07)

Car 11 No. 101 80, bloque F Bogotá D.C. Tel: 3-6500000 ext. 2291, Fax: 3-670557. NIT: 800.425.0048

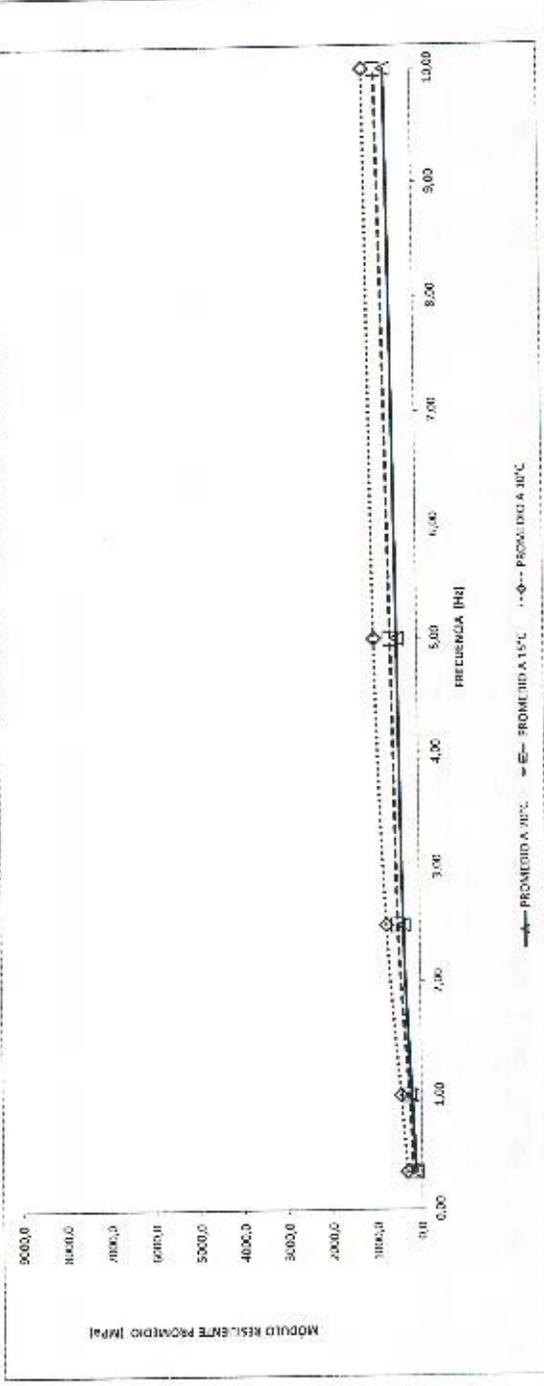
miércoles, 21 de marzo de 2018
miércoles, 10 de agosto de 2018

SOLICITUD: CONVULSOS DE 2007
FECHA DE ENSAYO: 5-02-2008

MUESTRA: 5-02-2008-3-5-03-LP3

TIPO EMULSION: CR1 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	
ENSAYO 1	427,3	824,0	1170,1	872,6	160,0	287,9	545,4	723,9	830,6	142,5	282,5	445,8	493,8	668,6	
ENSAYO 2	312,2	445,6	871,7	1270,0	249,8	308,8	555,8	670,1	870,1	125,1	177,3	251,7	482,0	511,7	
ENSAYO 3	430,4	887,7	1034,7	201,8	201,8	241,9	507,2	633,3	765,7	73,7	141,1	441,7	469,3	539,7	
ENSAYO 4	524,2	627,4	818,5	1260,3	128,1	277,7	425,9	791,8	105,4	179,8	185,4	268,1	329,9	575	
ENSAYO 5	451,7	634,7	1266,1	975,6	222,4	271,2	389,4	562	791,4	73,7	264	335,2	481,7	541,2	
PROMEDIO	455,8	745,8	972,0	1090,4	197,3	266,8	486,7	810,5	585,8	120,2	211,5	366,5	453,7	589,8	



OBSERVACIONES:

Elaboró: *[Firma]*
Firma: *[Firma]*
Nombre: *[Nombre]*
Cargo: *[Cargo]*

Elaboró: *[Firma]*
Firma: *[Firma]*
Nombre: *[Nombre]*
Cargo: *[Cargo]*



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSION INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV L-749-07



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Gr 11 No. 101, 80, Blicous F, Bogotá D.C., tel: 3-600000 ext. 1201, Car: 1-6370557 INT: 800 275 340-8

módulos, 21 de marzo de 2018
módulos, 15 de agosto de 2018

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

CONVENIO 489 DE 2017
RAM100-ES-5-0-5-PL

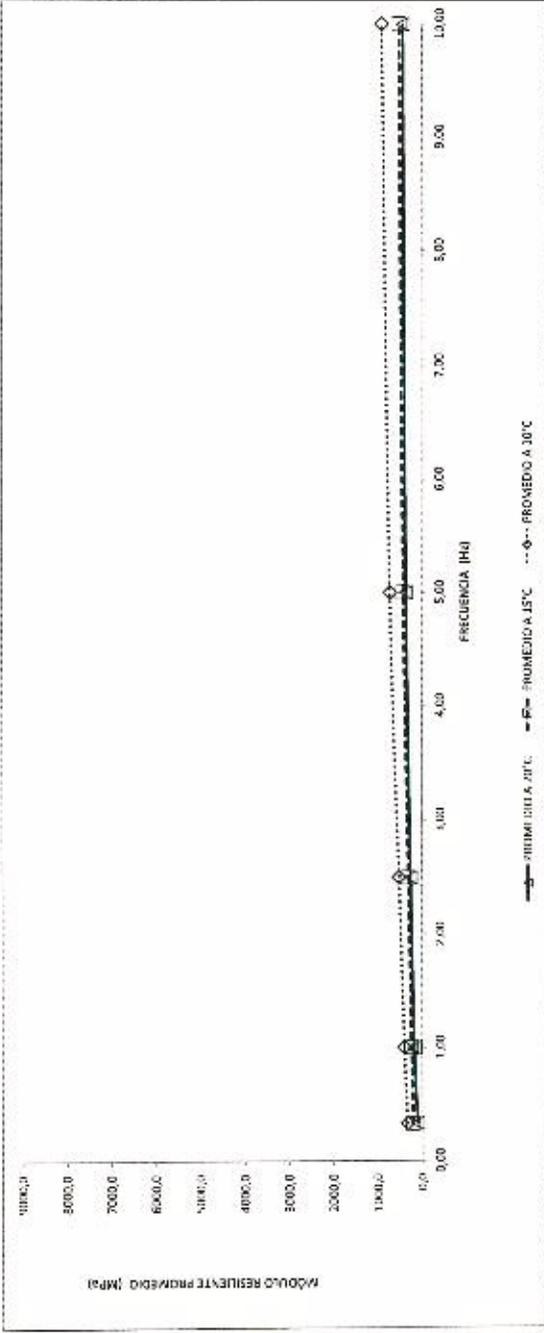
CRL-7

TIPO EMULSION

PM20-20

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	330,6	407,7	529,5	786,7	906,4	210,8	296,3	317,3	429,0	516,7	131,9	215,9	285,3	401,9	487,2
ENSAYO 2	282,7	395,3	532,8	776,3	1059,1	175,1	211,0	249,4	313,5	570,5	110,3	162,1	227,9	346,9	405,4
ENSAYO 3	386,2	491,3	614,2	730,5	906,5	210,5	268,5	346,2	391,8	531,8	101,0	151,9	270,1	350,0	337,8
ENSAYO 4	331,9	377,1	489,5	710,8	867,3	199,1	238,0	302,1	303,7	483,0	96,9	102,1	254,1	306,2	413,4
ENSAYO 5	332,2	376,8	489,1	542,3	735,6	219,3	275,0	367,4	387,7	445,9	110,1	192,8	251,8	288,6	433,8
PROMEDIO	310,7	405,6	523,0	716,9	895,4	202,0	248,1	309,1	419,1	506,7	109,0	177,0	257,5	306,7	433,5



OBSERVACIONES:

Creado:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

Cesar Jairo Reyes Ochoa
DIRECTOR PROYECTO GEOTECNIA 01-497/2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

PRISAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DE LIRIMAR FI MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS IRV L - 419 - 07

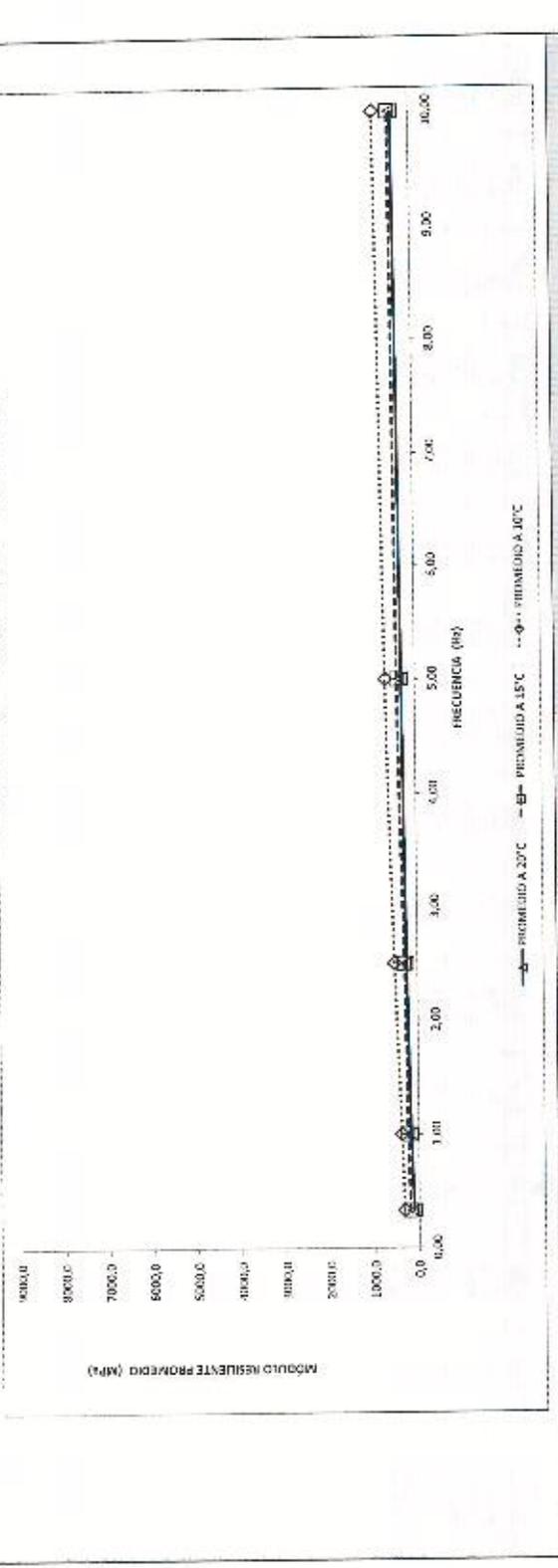
Grupo de Investigación
Geotecnia

Cra 11 No. 101 - 81, Bogotá D.C., Tel.: 5500000 ext. 1291, Fax: 5570557, Nit: 800 176 340 8
miércoles, 21 de marzo de 2018
miércoles, 15 de agosto de 2018

SO: IHTID: EDIFICIO 409 DE 2007 FECHA DE FABRICACIÓN: 10/2000 F.S.S. R15 PE FECHA DE ENSAYO: 10/2000 F.S.S. R15 PE

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UNIV 9.2-30 CR 1

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	338,7	401,2	403,1	792,2	835,0	206,8	276,6	277,7	477,5	435,0	170,5	204,5	288,3	379,0	450,1
ENSAYO 2	285,7	347,3	544,4	778,7	912,8	166,2	184,8	208,3	380,9	532,1	103,6	158,0	197,4	311,3	383,9
ENSAYO 3	361,5	482,3	565,7	643,2	673,0	206,8	308,0	311,7	382,4	511,3	301,4	165,5	201,7	295,3	270,5
ENSAYO 4	327,9	321,1	504,8	637,1	889,3	185,7	248,0	344,4	324,2	507,0	96,4	148,0	206,5	300,8	488,9
ENSAYO 5	370,2	353,0	450,7	533,7	610,6	193,1	275,6	251,5	370,7	456,9	111,1	174,8	214,8	284,5	477,7
PROMEDIO	328,3	377,0	512,5	667,8	822,7	192,5	246,4	288,5	405,4	484,3	106,6	166,3	234,7	305,8	430,0



OBSERVACIONES

Elaboró: *[Signature]*
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: Francisco José Jordán Castellanos Ballesteros
 Cargo: AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN PAVIMENTOS

Revisó: *[Signature]*
 Firmó: *[Signature]*
 Nombre: Osvaldo Reyes Gil
 Cargo: DIRECTOR PROYECTO CONVENCIO 445 / 2007



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TRACSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS INV E - 749 - 07

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra. 11 No. 101 - 80, Bogotá D.C., Tel.: +5700000 ext. 1791, Fax: +5700657 - A/T: +5700275 340-R

Miércoles, 23 de marzo de 2017
miércoles, 15 de agosto de 2018

CONVENIO 069 DE 2012
FECHA DE ENSAYO

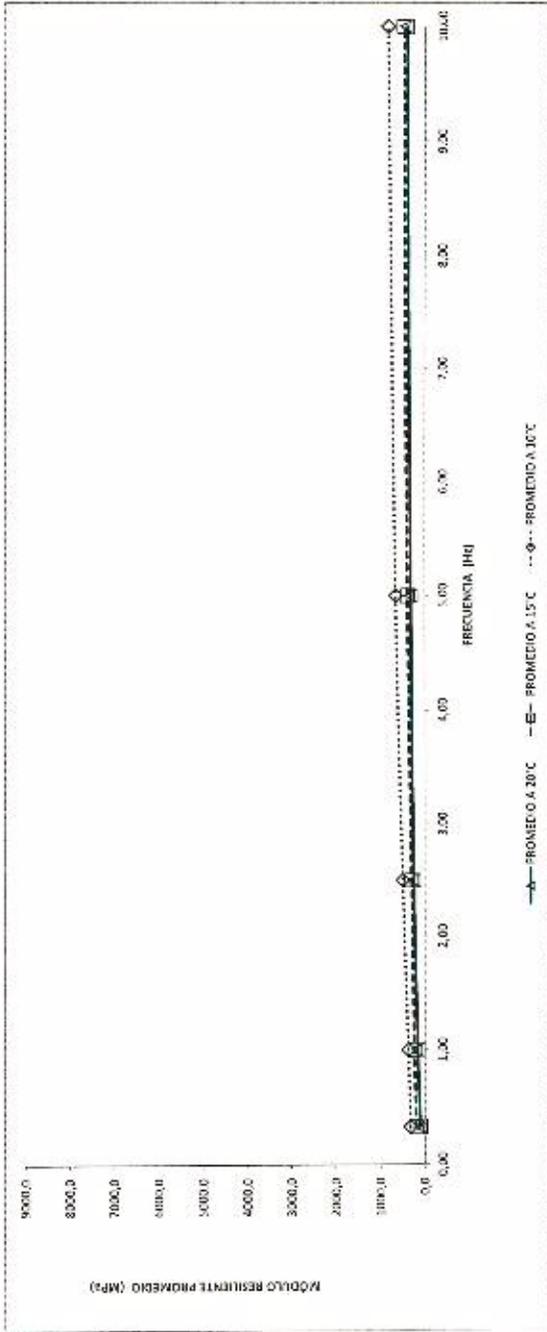
842100 ES.5. B1.5 PS

CIU-1

TIPO EMULSIÓN

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMY

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	318,2	382,1	517,6	757,7	879,1	711,6	281,5	321,7	421,6	412,4	115,0	123,4	271,5	545,2	487,1
ENSAYO 2	297,3	369,4	495,2	693,1	890,8	162,1	203,5	250,0	301,0	571,8	101,5	100,6	226,2	317,5	399,6
ENSAYO 3	361,3	434,1	555,8	655,1	957,8	235,4	203,5	321,0	377,0	542,0	101,5	141,1	249,5	298,6	364,5
ENSAYO 4	345,8	322,9	492,2	608,3	847,7	187,0	254,1	323,8	363,8	465,0	95,2	146,5	239,3	319,1	422,3
ENSAYO 5	305,7	350,5	437,3	489,5	635,6	210,2	238,0	263,9	277,8	428,9	108,7	164,2	240,5	284,7	401,4
PROMEDIO	310,5	373,8	493,6	655,1	837,9	194,9	240,1	256,1	302,4	477,2	108,3	150,2	245,6	312,6	403,2



OBSERVACIONES:

Liquidó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Francisco Javier Moreno Castellanos Balbastro
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
García Rodríguez
DIRECTOR PROYECTO SUBPROYECTO 609 / 2017



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE EN
MEZCLAS ASFÁLTICAS INV. E - 249 - 07



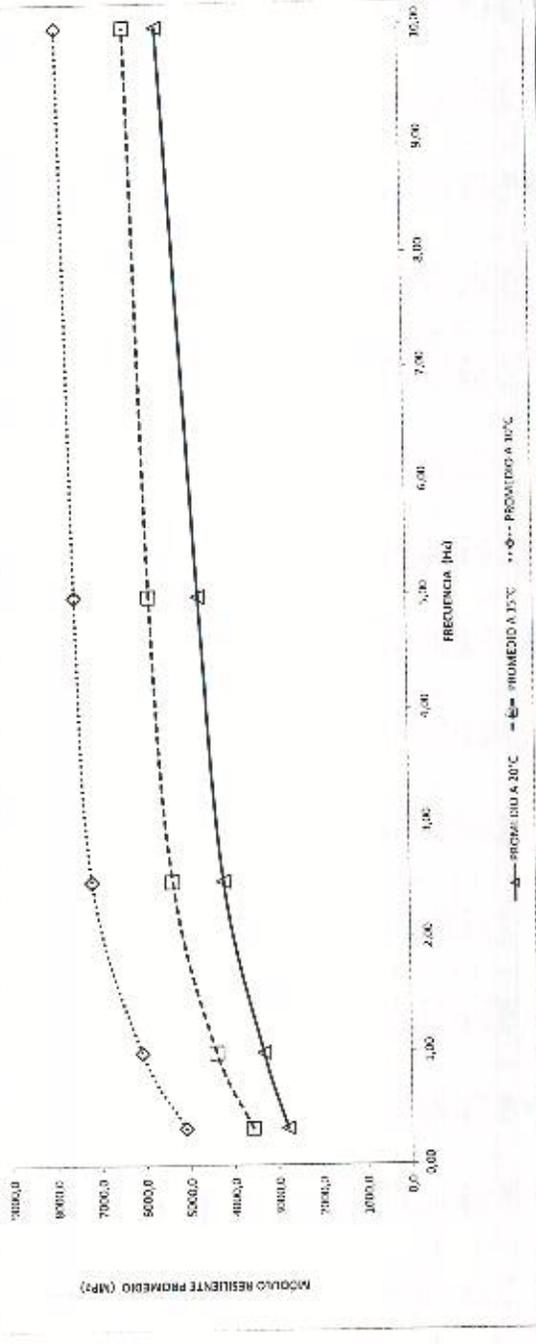
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

SOLUCIÓN: MUELS 100
MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV
MIDIU: MDSU
TIPO ASFALTO: 80/70

Cra 11 No. 101 80, alicaña F, Bogotá D.C., Tel: 5500000 ext. 1455, Fax: 1 872557, MIT: 800.225.200-8

Fecha de fabricación:
Lunes, 1 de marzo de 2018

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00	0.33	1.00	2.50	5.00	10.00
ENSAYO 1	5197.2	6118.0	7053.7	7580.3	7943.3	3646.5	4357.2	5226.7	5887.5	6179.6	2722.3	3275.9	4263.3	4526.2	5563.9
ENSAYO 2	5299.3	5997.7	7061.1	7305.5	7597.5	3735.4	4486.8	5115.8	5774.3	6211.0	2929.2	3415.6	4196.5	4513.4	5426.3
ENSAYO 3	4945.2	5100.8	7171.0	7500.3	7550.1	3558.1	4317.5	5098.5	5729.0	6091.8	2787.0	3349.5	4363.5	4859.4	5686.6
ENSAYO 4	4921.5	6265.5	7244.9	7642.7	8056.4	3523.7	4532.5	5346.5	5785.5	6133.4	3822.8	3985.8	4707.5	4704.5	5273.4
ENSAYO 5	5188.5	5912.0	7430.6	7402.8	8038.9	3887.5	4570.0	5441.8	5859.2	6118.0	2733.5	3150.6	4079.6	4837.4	5195.1
PROMEDIO	5098.2	6074.0	7171.0	7484.3	7780.8	3582.2	4399.1	5351.5	5807.1	6219.8	2797.8	3331.5	4205.7	4679.3	5481.5



—▲— PROMEDIO A 10°C -■- PROMEDIO A 15°C ···◆··· PROMEDIO A 20°C

OBSERVACIONES:

Clerato:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Profesor Juan Carlos Escobar Castellanos Ballesteros
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PAVIMENTOS

Revisó:
Firma:
Nombre:
Cargo:

[Signature]
Oscar Soto Restrepo
DIRECTOR PROYECTOS DE INVESTIGACIONES



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

USUARIO DEL TENDÓN SUBIERTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESIDENTE DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS IN VIVO

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Cra 11 No. 101-80, Bloque 1, Bogotá D.C., te: 1-5040000 ext. 2452, Fax: 1-5070557, ml: 8001225-340 8

jueves, 15 de febrero de 2010
jueves, 1 de marzo de 2010

FECHA DE FABRICACIÓN:
FECHA DE ENSAYO:

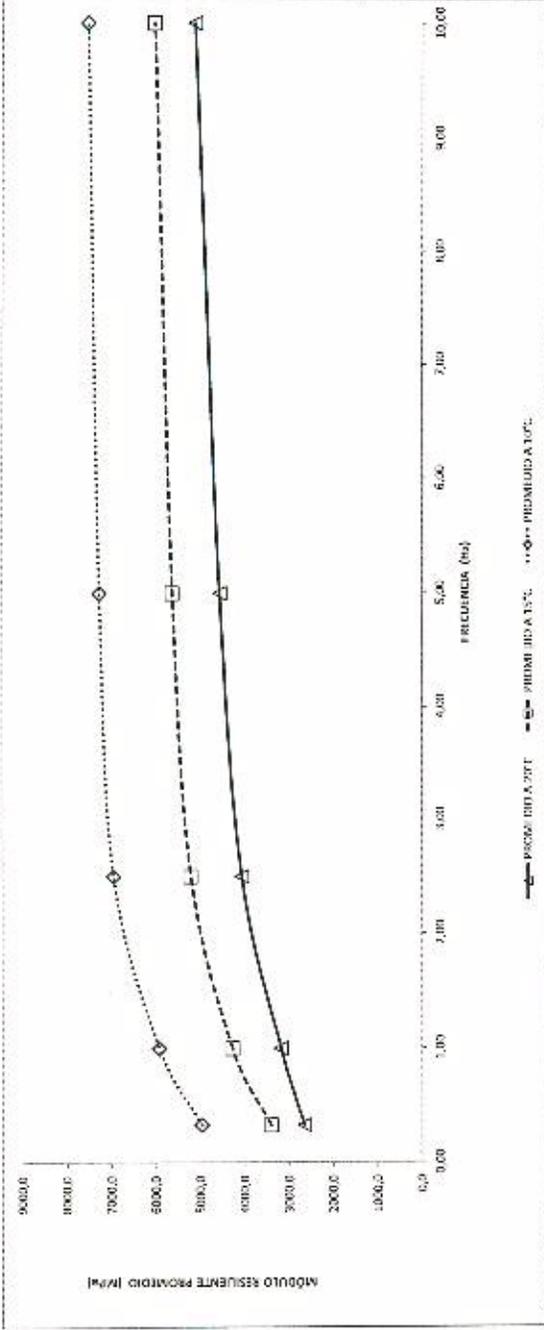
CONVENIO 469 DE 2017
M.O.U 72

MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV

TIPO ASFALTO

RC70C

TEMPERATURA (°C)	10					15					20				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	4832,4	6650,2	7248,7	7248,7	7248,7	3407,2	4227,2	5005,7	5597,0	5936,1	2565,1	3279,7	4176,0	4256,2	5245,2
ENSAYO 2	5775,3	5981,1	6047,4	6056,4	7301,6	5510,5	4836,8	4830,4	5702,1	6028,9	2770,0	3319,8	4150,5	4753,7	5002,6
ENSAYO 3	4825,3	5187,8	5985,7	7240,3	7540,6	3327,4	4058,0	5534,6	5655,3	5000,0	2651,6	3069,7	4171,2	4822,5	5412,4
ENSAYO 4	4747,5	6796,4	7075,5	7589,2	7682,8	3429,0	4207,6	5290,2	5655,9	5838,2	2626,5	3154,3	3871,8	4599,7	5141,4
ENSAYO 5	5056,6	5044,7	7096,3	7352,8	7748,2	3357,5	4517,4	5311,8	5555,5	6416,4	2658,2	3052,2	3868,1	4755,8	4648,3
PROMEDIO	4968,6	5970,6	6954,2	7375,7	7525,1	3408,4	4278,5	5212,7	5629,7	6024,1	2656,2	3181,1	4088,7	4661,3	5116,7



OBSERVACIONES:

Firma: _____
Nombre: _____
Cargo: _____

Firma: _____
Nombre: **Franco Ospina**
Cargo: **AUXILIAR DE INVESTIGACION EN VIENTOS**

Firma: _____
Nombre: **Oscar Javier Torres**
Cargo: **DIRECTOR PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL**



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de Ingeniería

ENSAYO DE TENSIÓN INDIRECTA PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESISTENTE DE MEZCLA ASFÁLTICA TIPO A
Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Ca. 11 No. 301 - 80, Bliana - F. Bogotá D.C., Tel: 1-8500002 ext. 1291, Fax: 1-8572857. - NIT: 800.275.346.8

CONVENIO 489 DE 2017

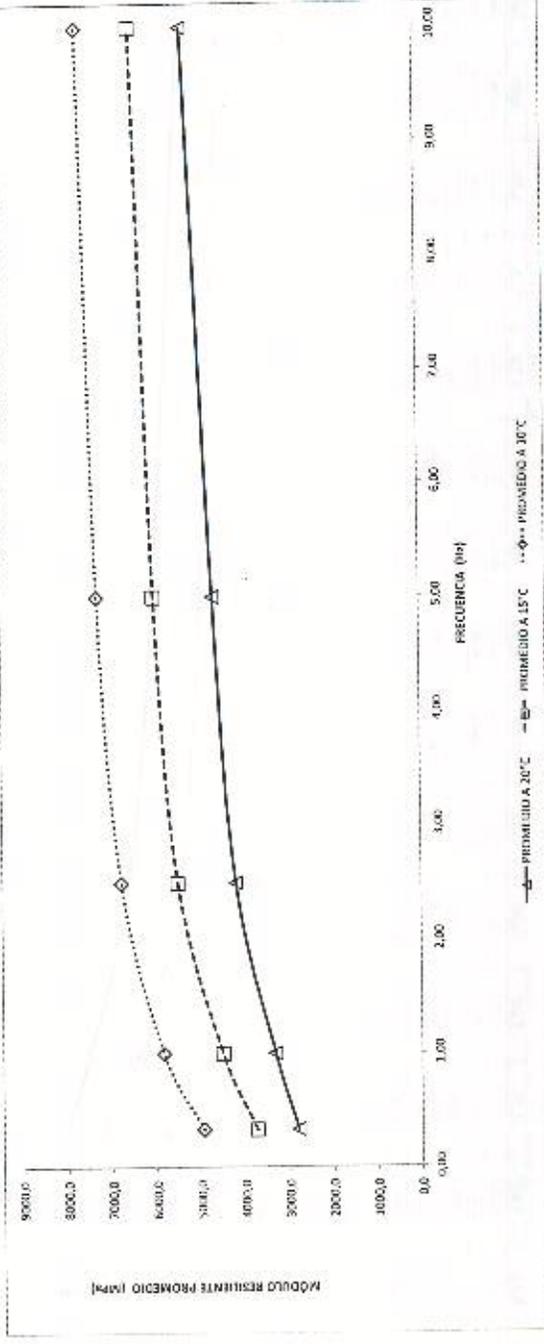
SOLICITUD: M2021

MUESTRA: FCS-6 DE USASO

FECHA DE USASO: jueves, 15 de febrero de 2018

BO/VO: jueves, 1 de marzo de 2018

TEMPERATURA (°C)	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO UMV					MEZCLA ASFÁLTICA TIPO A				
	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00	0,33	1,00	2,50	5,00	10,00
ENSAYO 1	5121,2	5816,7	6681,7	7425,7	7291,9	4453,7	5403,4	6175,3	6673,2	7895,1
ENSAYO 2	5172,3	5871,2	6550,0	7305,4	7592,5	4555,8	5130,4	5902,3	6483,2	7863,2
ENSAYO 3	4726,4	5850,8	6856,9	7385,4	7189,7	6071,5	5778,5	6015,5	6078,1	7781,0
ENSAYO 4	4643,3	5842,0	6711,0	7539,2	8035,5	4837,5	5590,2	5819,3	6405,2	7075,4
ENSAYO 5	5035,3	5872,9	6922,0	7088,1	8019,7	4603,8	5409,5	5612,1	6552,2	7706,2
PROMEDIO	4940,2	5632,5	6758,4	7271,0	7620,5	4488,7	5489,8	5888,6	6413,0	7706,2



OBSERVACIONES:

Revisó: Oscar Spier Reyes-RB
Firma: Oscar Spier Reyes-RB
Nombre: Oscar Spier Reyes-RB
Cargo: Director PROYECTO COMPLEJO 465 / 2017

ANEXO 14

Ensayos de laboratorio
Leyes de fatiga a flexotracción en
probetas trapezoidales



Ensayo de fatiga dos puntos UNF-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación Geotecnia

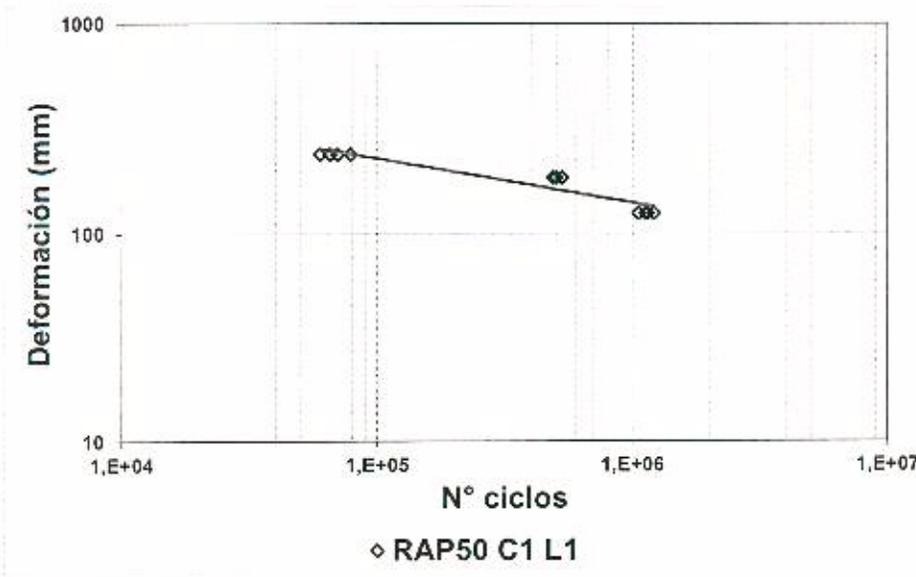
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	junio, 5 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C1 L1	FECHA DE ENSAYO:	junio, 2 de julio de 2018

FRECUENCIA	30 Hz	TEMPERATURA	13 °C
------------	-------	-------------	-------

Probeta	Minutos	Segundos	Ct	N
1	1 910	314 379	125	1 142 789
2	1 875	112 368	125	1 123 850
3	1 755	105 362	125	1 053 624
4	1 810	121 125	125	1 211 254
5	813	48 756	185	487 562
6	878	52 699	185	525 982
7	835	50 124	185	501 236
8	835	50 125	185	501 254
9	198	6 324	240	63 236
10	191	7 852	240	78 513
11	115	6 585	240	65 811
12	98	5 564	240	55 695

b	0,228
R _s	141



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justina Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

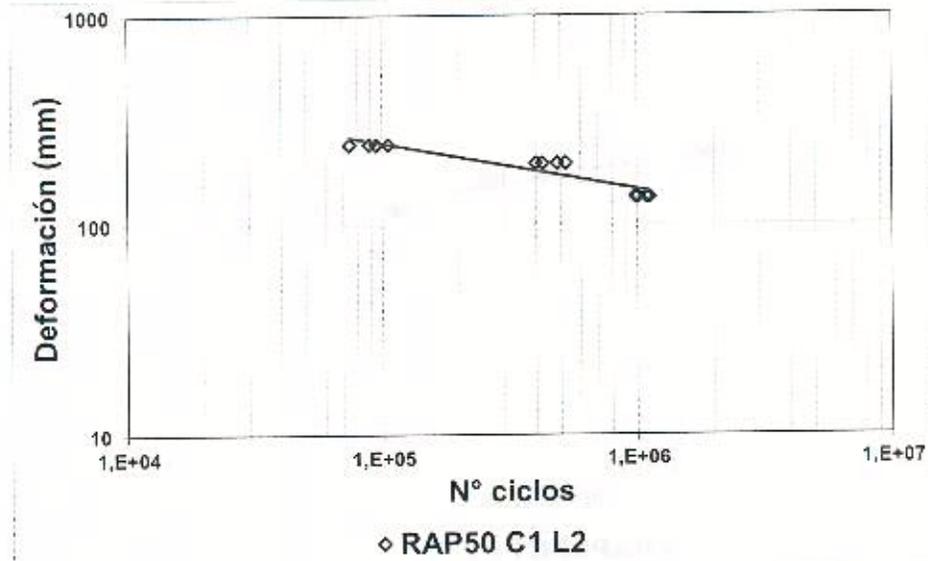
Cra 11 No. 201 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6370557. NIT. 800.225.340 8

SOLICITUD	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN	Jueves, 5 de julio de 2018
MUESTRA	RAP50 C1 L2	FECHA DE ENSAYO	Jueves, 2 de julio de 2018

FRECUENCIA: _____ 30 Hz TEMPERATURA: _____ 19 °C

Probeta	Mínimo	Segundo	Et	N
1	1.576	100.587	135	1.005.874
2	1.543	98.507	135	985.632
3	1.567	112.315	135	1.120.145
4	1.816	108.965	135	1.089.653
5	799	42.570	135	425.570
6	667	201.624	135	201.624
7	274	52.455	135	52.455
8	510	48.397	135	48.397
9	158	9.436	135	9.436
10	176	10.163	135	10.163
11	148	8.895	135	8.895
12	124	7.452	135	7.452

h	0,218
SP	1,7%



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Ez. Jordán Castellanos
 Firma: _____
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: _____
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

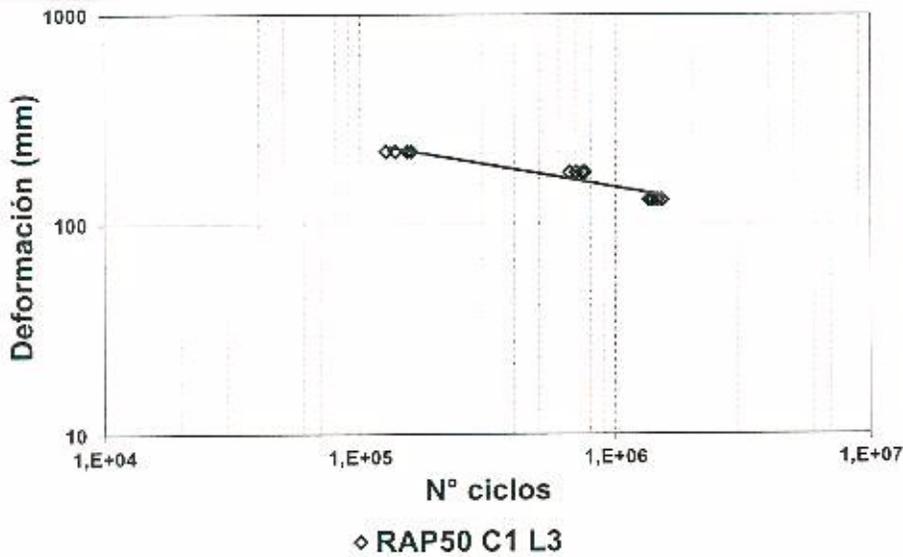
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6570557 NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	viernes, 5 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C1 L3	FECHA DE ENSAYO:	lunes, 2 de julio de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 19 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	2 481	145 297	110	1 456 987
2	2 539	152 365	130	1 523 654
3	2 254	175 273	110	1 357 698
4	2 334	140 023	130	1 409 251
5	1 265	75 406	175	758 963
6	1 171	70 238	175	702 586
7	1 235	74 175	175	741 250
8	1 180	85 987	175	859 876
9	228	13 049	220	136 987
10	219	12 587	220	125 875
11	265	15 807	220	158 085
12	254	15 259	220	152 987

b	-0,211
c1	216



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

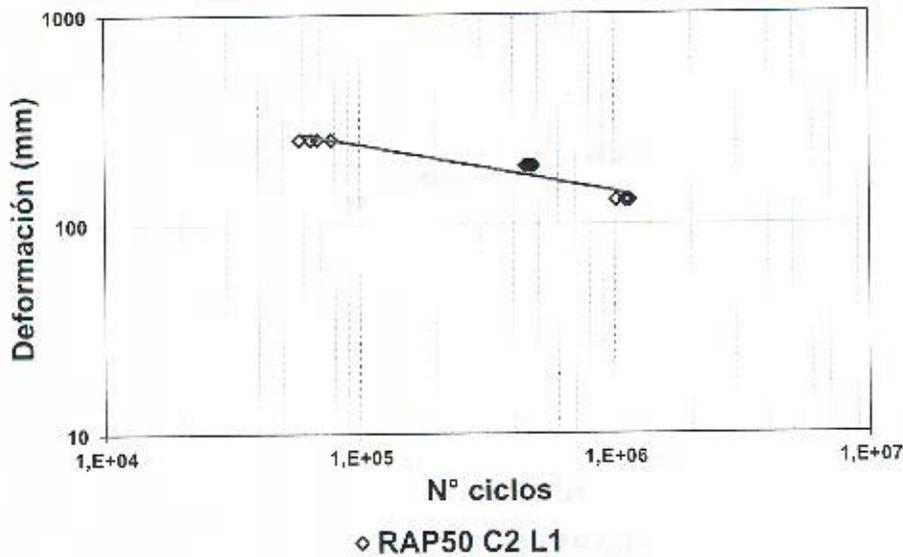
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357, NI°, 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Jueves, 5 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C2 L1	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 20 de julio de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	σ	N
1	1.880	112.791	190	1.127.915
2	1.840	110.179	190	1.103.799
3	1.694	101.536	190	1.016.155
4	1.518	125.009	190	1.190.862
5	741	44.456	190	404.657
6	802	48.119	190	481.192
7	784	47.252	190	472.515
8	764	45.970	190	458.898
9	107	6.441	255	54.409
10	120	7.365	255	72.852
11	116	6.537	255	58.510
12	97	5.816	255	58.137

b	-4,226
σ ₀	143



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justo Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justo Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

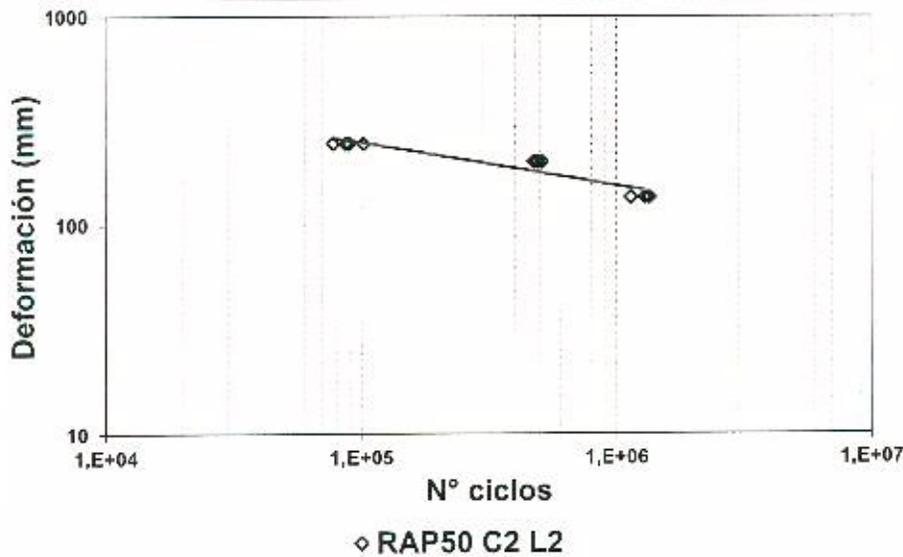
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6520000 ext. 1291, Fax: 1 6370557. NIT. 800 225 340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	jueves, 5 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C2 L2	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 20 de julio de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 20 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Et	N
1	2.125	135.500	135	1.335.000
2	2.146	128.735	135	1.287.354
3	2.896	131.771	135	1.117.938
4	2.240	134.952	135	1.349.331
5	789	57.354	230	473.327
6	848	59.901	230	506.910
7	847	59.852	230	506.330
8	915	61.931	230	485.918
9	143	8.677	245	87.736
10	170	10.174	245	101.739
11	148	8.957	245	89.572
12	174	7.751	245	77.565

b	-0.139
Et	136



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

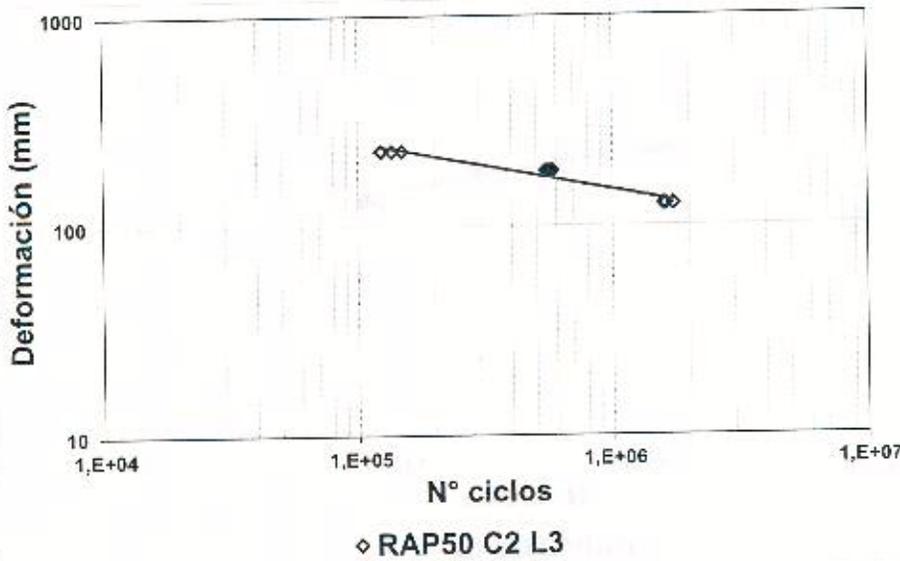
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT 800.225.940-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Jueves, 5 de Julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C2 L3	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 20 de julio de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 20 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Si	N
1	2.700	142.009	125	1.570.288
2	2.700	151.978	125	1.629.703
3	2.844	158.648	125	1.566.477
4	2.856	171.143	125	1.752.651
5	932	55.890	140	558.964
6	938	56.997	130	559.021
7	971	59.085	160	562.857
8	971	74.548	180	546.677
9	206	13.854	225	121.643
10	244	14.830	225	148.904
11	225	13.557	235	139.518
12	205	12.312	235	123.224

b	-0,129
c2	147



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Francisco Justino Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Francisco Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bogue F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 - NIT: 800.275.940-8

SOLICITUD

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECEPCIÓN

Jueves, 5 de Julio de 2018

MUESTRA:

RAP50 C3 L1

FECHA DE ENSAYO:

martes, 27 de Julio de 2018

FRECUENCIA

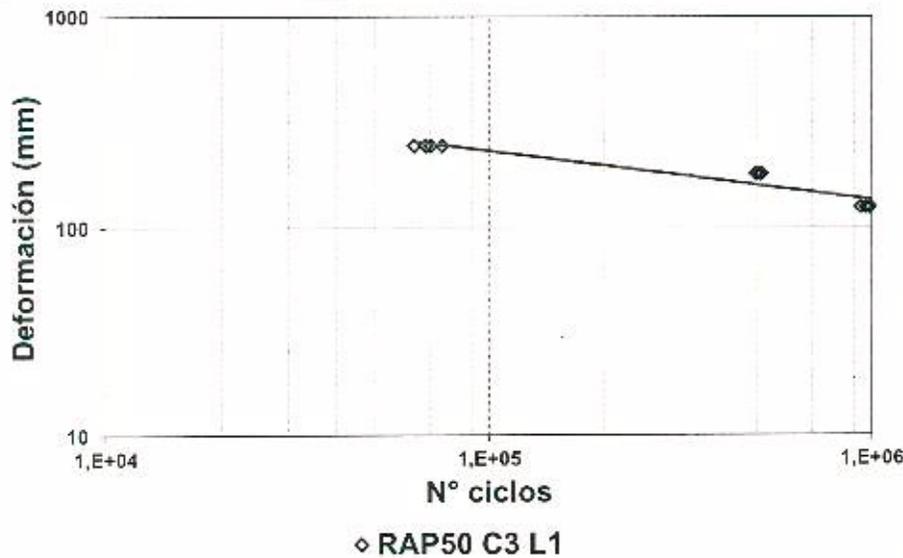
30 Hz

TEMPERATURA

19 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	1.637	98.246	125	981.456
2	1.635	98.281	125	967.807
3	1.557	93.391	125	933.013
4	1.600	96.995	125	909.919
5	854	51.283	180	512.346
6	823	49.698	180	491.976
7	862	51.457	180	514.376
8	843	50.923	180	509.227
9	117	7.032	245	70.324
10	114	6.822	245	68.225
11	126	6.755	245	67.546
12	125	7.523	245	75.234

σ	0.131
σ_s	1.17



OBSERVACIONES:

Ejecutó:

Franceth Justine Eduardo Castellanos

Firma:

Nombre:

Cargo:

Franceth Justine Castellanos

Auxiliar de Investigación

Revisó:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Oscar Javier Reyes Ortiz

Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

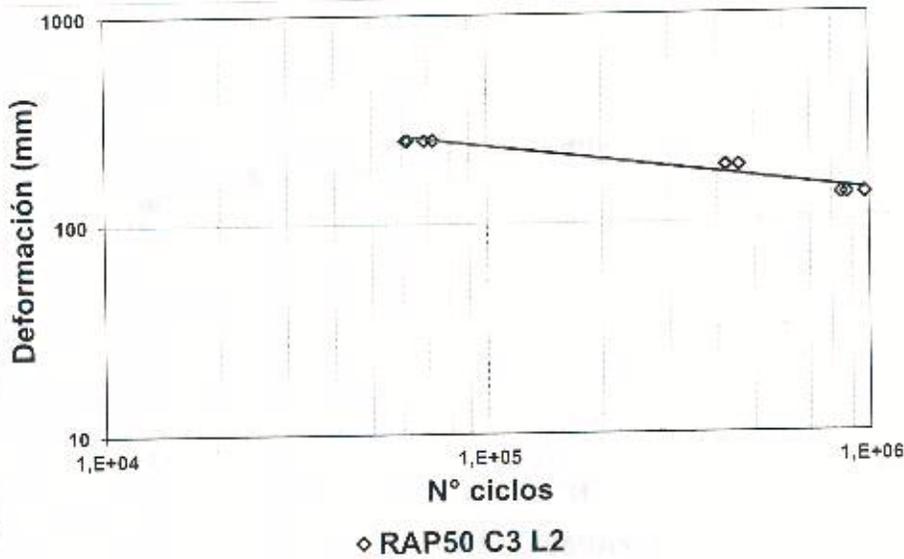
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 465 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Jueves, 5 de Julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C3 L2	FECHA DE ENSAYO:	Martes, 31 de Julio de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	St	N
1	1.458	57.416	135	874.561
2	1.410	84.576	135	845.761
3	1.676	97.564	135	975.435
4	1.410	84.576	135	845.763
5	763	45.763	185	457.546
6	761	45.778	185	456.778
7	706	42.341	185	421.611
8	702	42.112	185	421.324
9	114	5.861	230	68.654
10	107	6.124	230	61.235
11	104	6.212	230	62.171
12	121	7.732	250	72.821

h	4,139
lx	130



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Francisco Justo Augusto Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Francisco Justo Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 465 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Concrete

Facultad de Ingeniería

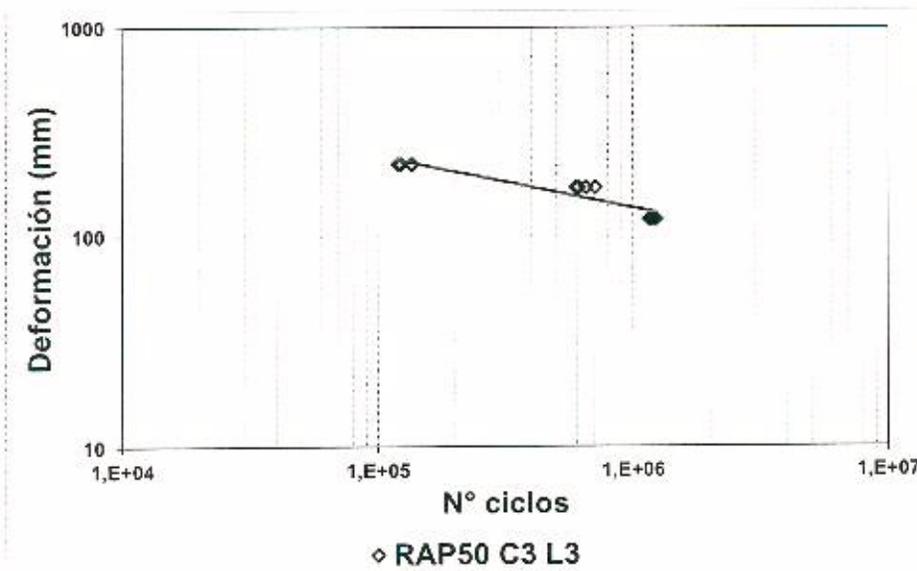
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext: 1261, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Lunes, 5 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP50 C3 L3	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 31 de julio de 2018

RECURRENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 18 °C

Prueba	Minutos	Segundos	E1	N
1	2,054	113,247	130	1,172,467
2	2,058	113,438	130	1,134,578
3	1,028	115,687	130	1,158,875
4	1,385	118,074	130	1,189,737
5	1,091	65,637	130	654,321
6	958	58,877	130	588,365
7	1,021	61,215	130	612,346
8	1,187	71,325	130	712,156
9	300	11,916	130	110,158
10	236	19,555	130	115,553
11	206	17,347	130	123,466
12	227	13,644	130	116,435

σ	0,349
σ_c	1,17



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Guerrero Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, N.T. 800 225 840-8

SOLICITUD:

Convenio 169 de 2017

FECHA DE RECEPCIÓN:

Lunes, 9 de julio de 2018

MUESTRA:

RAP75 C1 L1

FECHA DE ENSAYO:

martes, 7 de agosto de 2018

FRECUENCIA

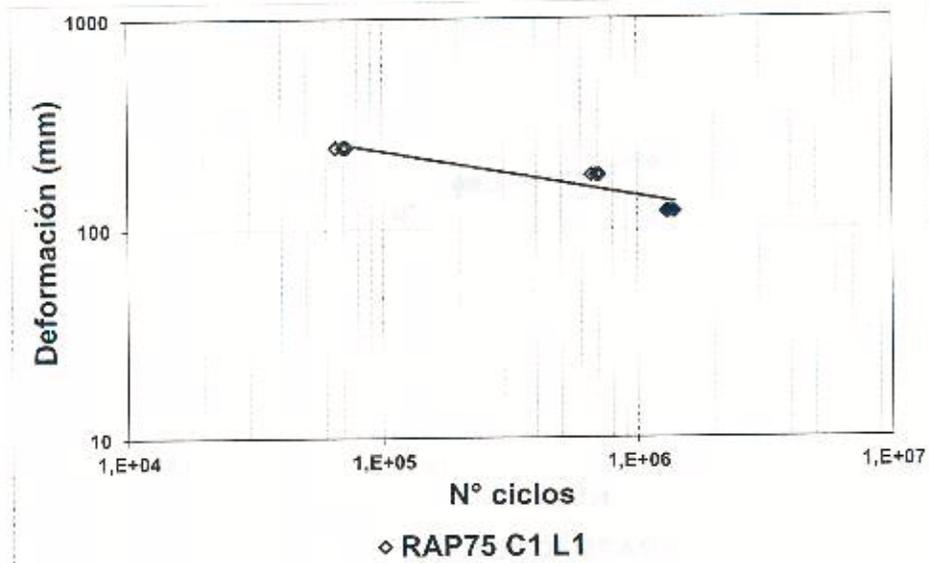
10 Hz

TEMPERATURA

10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Øt	N
1	2.231	139.579	120	1.398.756
2	2.237	139.637	120	1.354.321
3	2.165	125.873	120	1.296.731
4	2.197	131.547	120	1.315.465
5	1.175	79.545	180	705.460
6	1.150	68.979	180	649.389
7	1.187	71.734	180	712.543
8	1.037	55.795	180	657.354
9	1.9	7.173	245	71.252
10	1.6	5.988	245	69.875
11	1.21	7.255	245	72.345
12	1.05	6.550	245	65.498

l	0.214
Øt	145



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Francett Justine Eduardo Castellanos
 Firma: _____
 Nombre: Francett Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: _____
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 169 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 41 No. 102 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NII 800 225 340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: Lunes, 9 de julio de 2018

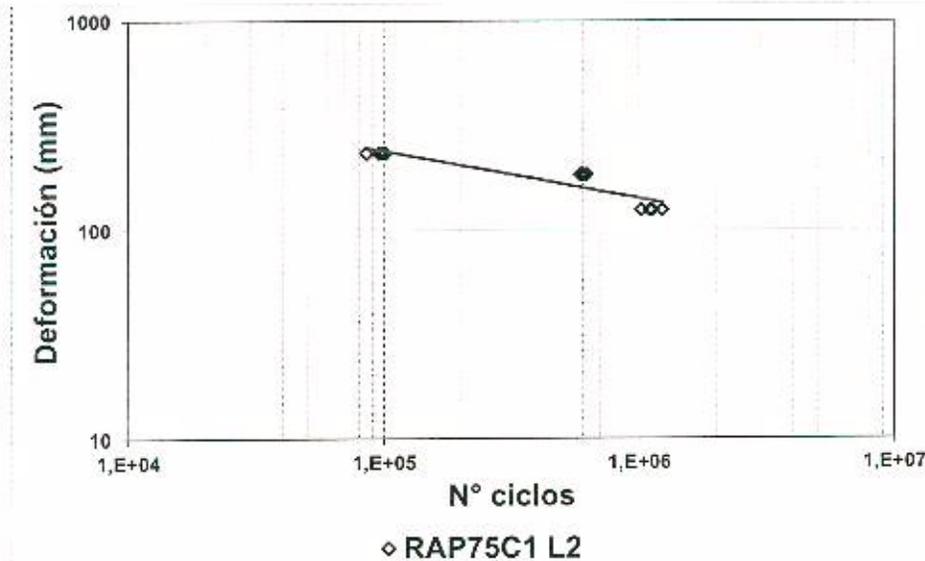
MUESTRA: RAP75C1 L2

FECHA DE ENSAYO: martes, 7 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 30 Hz TEMPERATURA: 30 °C

Prueba	Minutos	Segundos	E1	N
1	1 877	112.347	125	1 123.458
2	2 051	125.698	125	1 236.654
3	1 790	102.135	125	1 021.354
4	1 881	109.875	125	1 098.754
5	1 036	62.132	185	621.324
6	098	59.874	185	598.746
7	1 072	60.125	185	601.254
8	980	58.798	185	587.984
9	169	10.125	235	101.214
10	163	9.008	235	97.875
11	159	8.772	235	95.321
12	167	8.346	235	81.451

b	0,327
En	143



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justo Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justo Eduardo Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

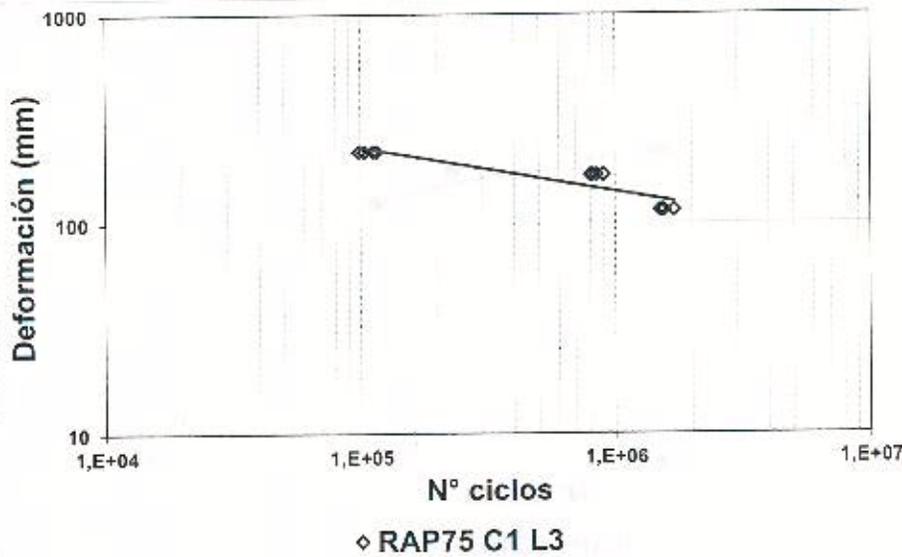
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1281, Fax: 1-6370557. Nit. 900.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	lunes, 9 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP75 C1 L3	FECHA DE ENSAYO:	martes, 7 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 30 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Cs	N
1	2.562	153.658	115	1.554.988
2	2.557	151.434	115	1.534.195
3	2.638	149.874	113	1.498.238
4	2.851	149.843	115	1.588.456
5	1.405	84.346	170	863.661
6	1.496	89.874	170	898.795
7	1.391	74.673	170	794.781
8	1.754	85.223	170	812.234
9	1.73	36.335	220	103.546
10	1.93	41.858	220	115.678
11	1.87	11.215	220	112.154
12	1.65	9.885	220	98.879

b	-0.211
2s	142



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 11 No. 201 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO: lunes, 6 de julio de 2018

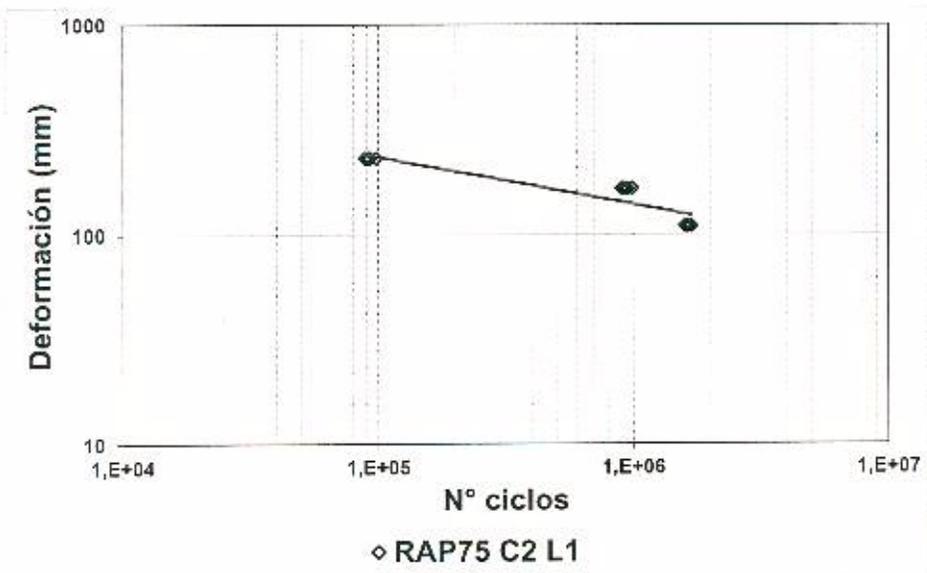
MUESTRA: RAP75 C2 L1

FECHA DE ENSAYO: viernes, 17 de agosto de 2018

CARGA: 10 Pa TEMPERATURA: 19 °C

Prueba	Minutos	Segundos	E ₁	N
1	2.811	158.425	110	1.687.955
2	2.865	159.785	110	1.397.654
3	2.689	161.125	110	1.613.245
4	2.720	163.215	110	1.632.154
5	1.375	64.564	165	645.644
6	1.497	88.799	165	897.587
7	1.521	91.235	165	912.345
8	1.645	98.673	165	988.734
9	163	6.734	230	97.663
10	148	8.674	130	88.743
11	154	6.232	230	92.374
12	152	9.372	130	91.324

l	0.224
z	1.36



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justo Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justo Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

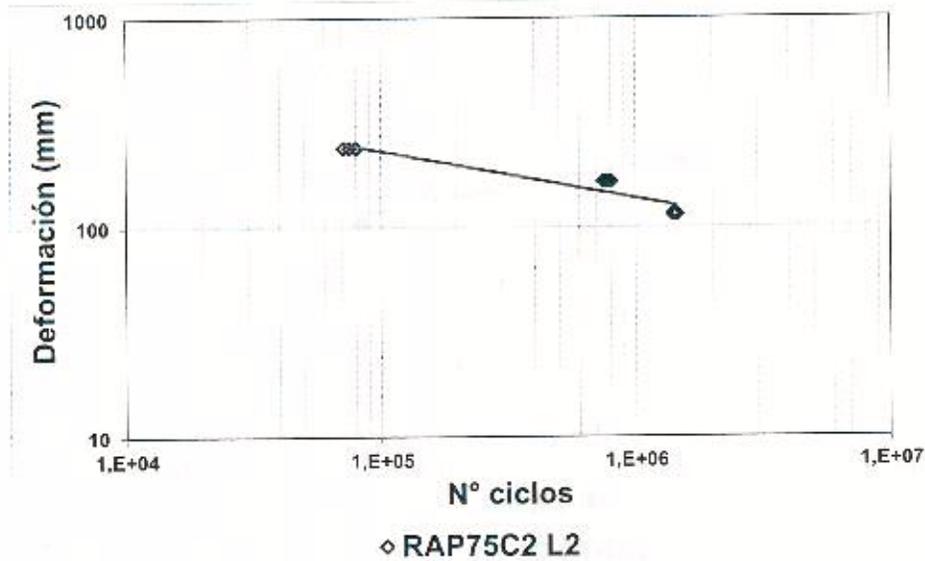
Cra 11 No. 101 - 80. Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext: 1291, Fax: 1-6570557. NIT 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Junes, 9 de Julio de 2018
MUESTRA:	RAP75C2 L2	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 12 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 30 Hz TEMPERATURA: 16 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	2.630	145.674	115	1455.733
2	2.591	159.898	115	1396.855
3	2.390	142.156	115	1421.564
4	2.351	139.877	115	1396.765
5	1.315	78.585	165	759.576
6	1.337	80.217	165	802.165
7	1.243	75.268	165	743.678
8	1.275	76.542	165	765.471
9	1.13	7.866	240	75.804
10	1.14	8.023	240	80.254
11	1.26	7.552	240	75.321
12	1.15	7.152	240	71.324

b	-0,227
D5	1,57



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Suelos

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bogue F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Lunes, 9 de julio de 2018

MUESTRA: RAP75 C2 L3

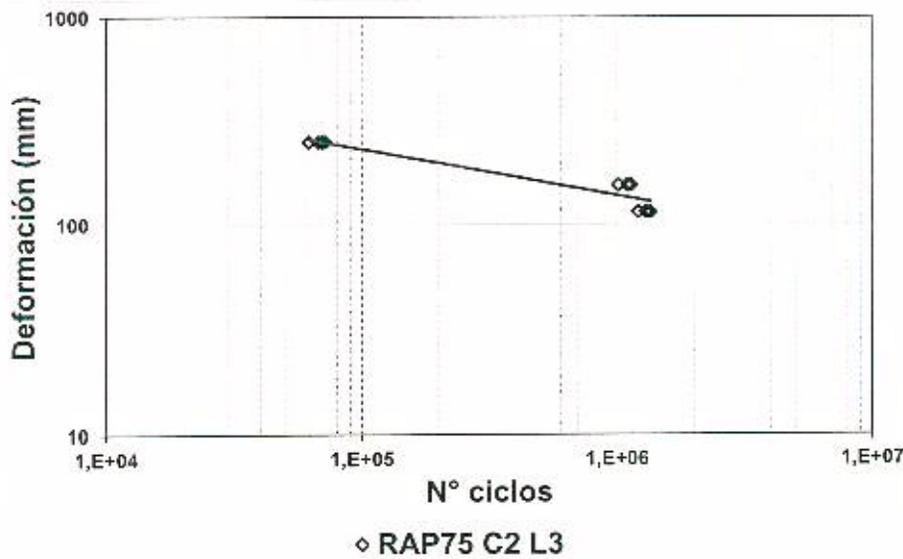
FECHA DE ENSAYO:

viernes, 17 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 30 Hz TEMPERATURA: 19 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	2.254	135.242	115	1.351.415
2	2.192	131.546	115	1.315.654
3	2.184	129.855	115	1.298.565
4	2.076	121.155	115	1.211.543
5	1.891	113.464	115	1.134.641
6	1.872	112.346	155	1.121.659
7	1.667	101.237	155	1.012.574
8	1.851	109.874	155	1.098.743
9	1.11	6.764	250	67.643
10	1.15	6.929	250	69.894
11	1.20	7.174	250	71.743
12	1.04	6.215	250	62.154

h	-0,213
UE	138



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz

Firma: Franceth Justine Castellanos

Firma: Oscar Javier Reyes Ortiz

Nombre: Franceth Justine Castellanos

Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz

Cargo: Auxiliar de Investigación

Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Grupo de Investigación
Sociedad

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80. Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370567. NIT: 800.225.340-8

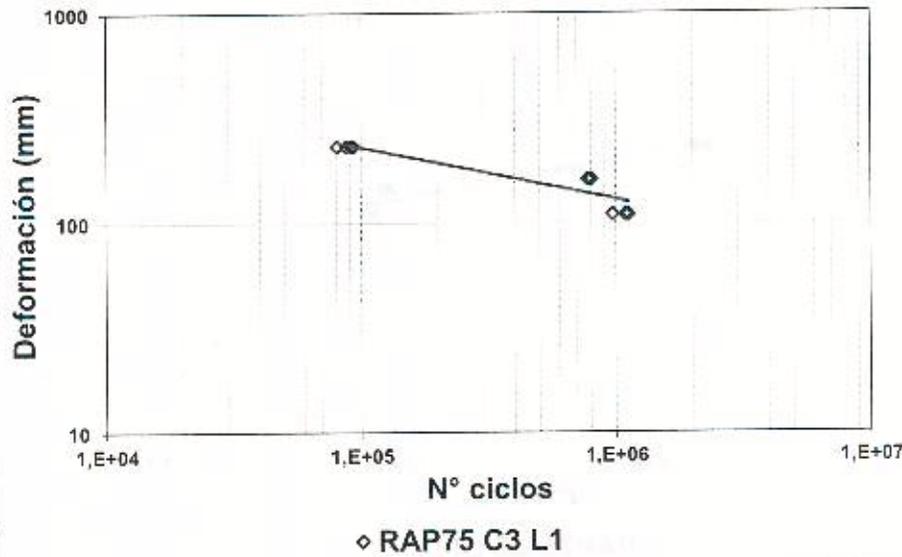
SOLICITUD: Convenio 469 de 2017
MUESTRA: RA75 C3 L1

FECHA DE RECIBO: lunes, 9 de julio de 2018
FECHA DE ENSAYO: viernes, 31 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 30 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	1.872	112.316	110	1.113.138
2	1.816	134.845	110	1.059.844
3	1.631	135.847	110	1.098.497
4	1.628	90.156	110	971.584
5	1.336	80.134	160	801.384
6	1.313	76.928	160	789.381
7	1.290	77.401	160	774.066
8	1.335	80.141	160	801.414
9	136	8.047	230	80.675
10	152	9.146	230	91.456
11	146	8.746	230	87.416
12	155	9.313	230	93.132

h	4,146
se	129



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justo Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justo Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

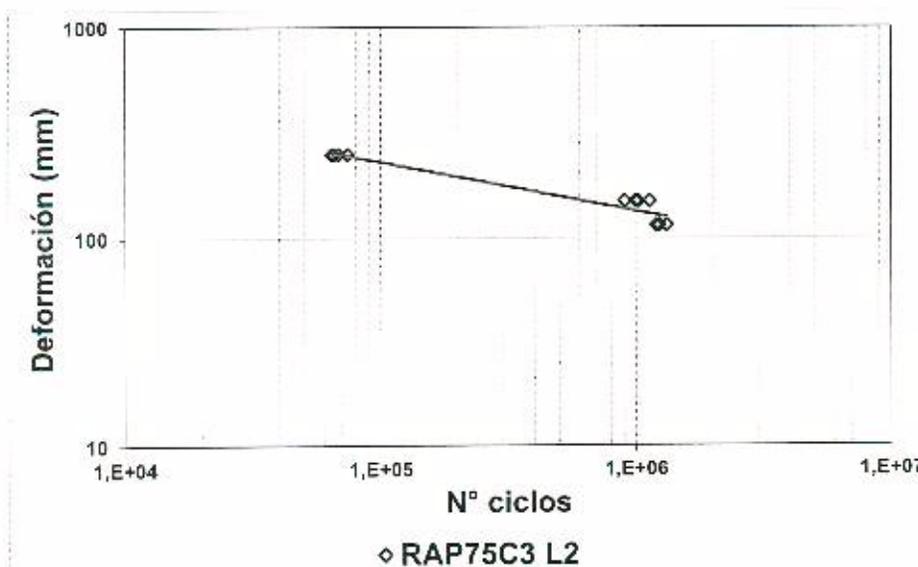
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6370557. N.T. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCION:	Juene, 9 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP75C3 L2	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 31 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz EMPUSA: 30 %

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	2.017	125.417	115	1.234.155
2	1.998	119.874	115	1.108.738
3	2.058	125.465	115	1.234.627
4	2.204	131.166	115	1.371.597
5	1.702	102.167	150	1.021.418
6	1.505	90.305	150	991.054
7	1.654	99.925	150	995.251
8	1.857	113.250	150	1.111.258
9	1.010	61.334	250	65.341
10	1.14	6.434	250	65.341
11	1.24	7.425	250	74.254
12	1.07	6.437	250	64.324

h	0,253
C ₀	155



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación en Geotecnia

Facultad de Ingeniería

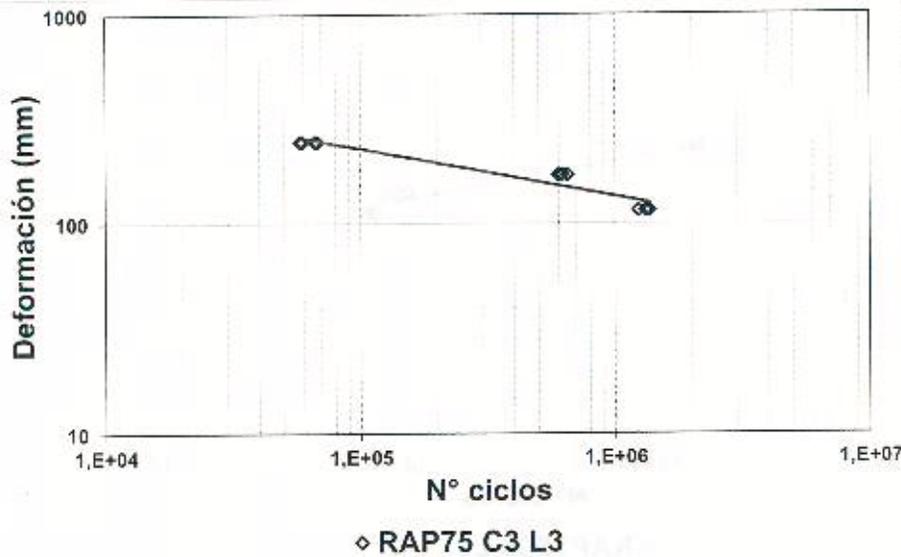
Cra 11 No. 101 - 80, Boque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.940-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Lunes, 9 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP75 C3 L3	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 31 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	E1	N
1	2 254	135 469	115	1 154 688
2	2 063	125 397	115	1 238 973
3	2 276	136 579	114	1 265 794
4	2 701	162 155	115	1 321 146
5	1 085	55 117	170	651 174
6	1 002	50 108	170	631 354
7	850	49 658	170	598 564
8	1 006	52 150	170	621 534
9	97	4 016	245	58 150
10	114	6 787	245	67 073
11	111	5 603	245	66 434
12	95	5 932	245	59 124

f	-0,208
62	135



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justino Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

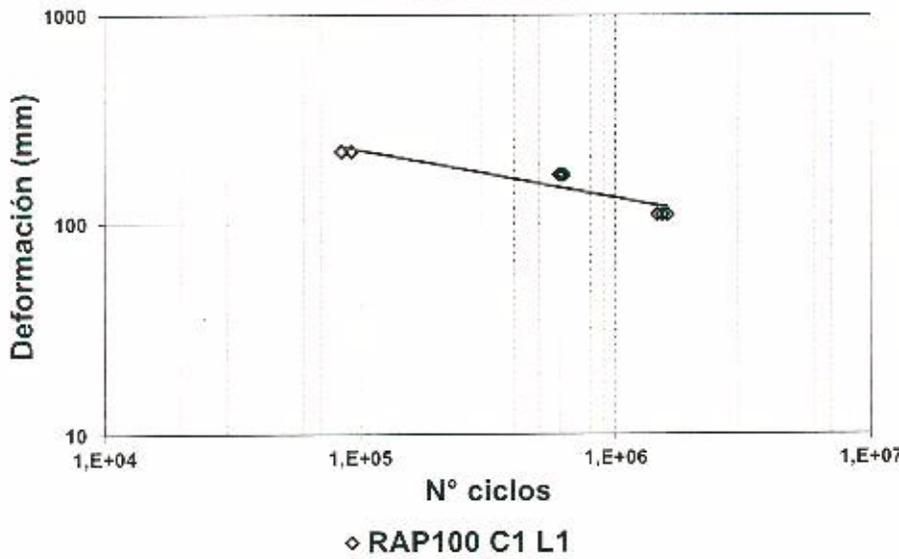
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500020 ext. 2291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Lunes, 2 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP100 C1 L1	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 7 de agosto de 2018

FRECUENCIA 10 Hz TEMPERATURA 10 C

Prueba	Minutos	Segundos	SL	N
1	2,424	145,495	110	1,434,937
2	2,425	145,490	110	1,434,967
3	2,655	159,874	110	1,508,743
4	2,544	152,650	110	1,526,458
5	1,303	60,156	170	601,554
6	998	59,873	170	598,734
7	1,203	61,253	170	612,546
8	1,244	62,053	170	626,546
9	154	9,750	230	92,456
10	141	8,463	230	84,611
11	154	9,715	230	92,156
12	141	8,453	230	84,324

b	0,127
E ₀	117



OBSERVACIONES

Ejecutó: Franceth Justino Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación en Geotecnia

Facultad de Ingeniería

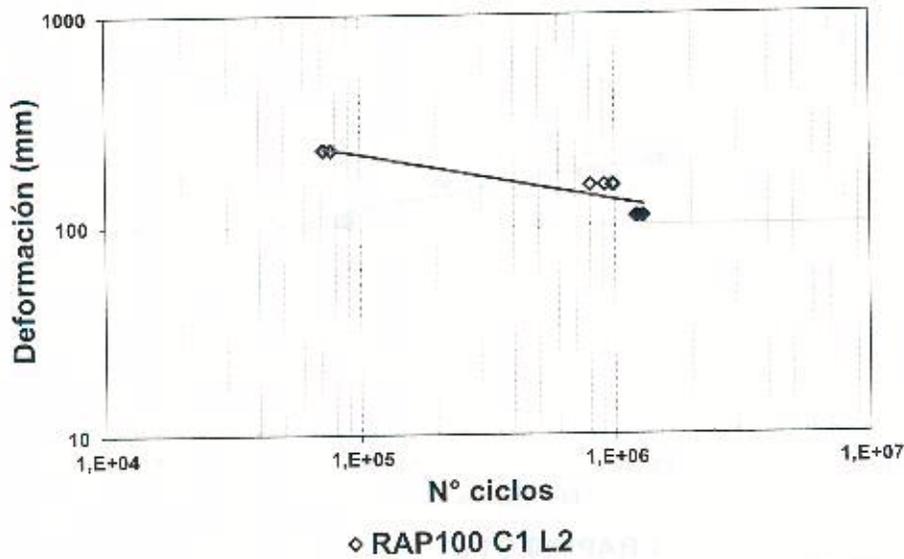
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1231, Fax: 1-6370557, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	lunes, 2 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP100 C1 L2	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 7 de agosto de 2018

FRECUENCIA: _____ TORSIÓN: _____ TEMPERATURA: _____ 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Ci	N
1	2.031	120.790	110	1.367.987
2	2.055	123.157	110	1.331.065
3	2.121	127.468	110	1.274.683
4	2.166	130.385	110	1.238.648
5	2.510	85.476	105	894.654
6	2.522	91.323	105	913.240
7	2.633	97.984	105	899.443
8	3.355	80.145	100	604.456
9	3.119	7.342	230	71.675
10	3.28	7.655	230	76.654
11	3.24	7.711	230	77.137
12	3.11	7.232	230	73.324

5	0.293
56	131



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justina Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

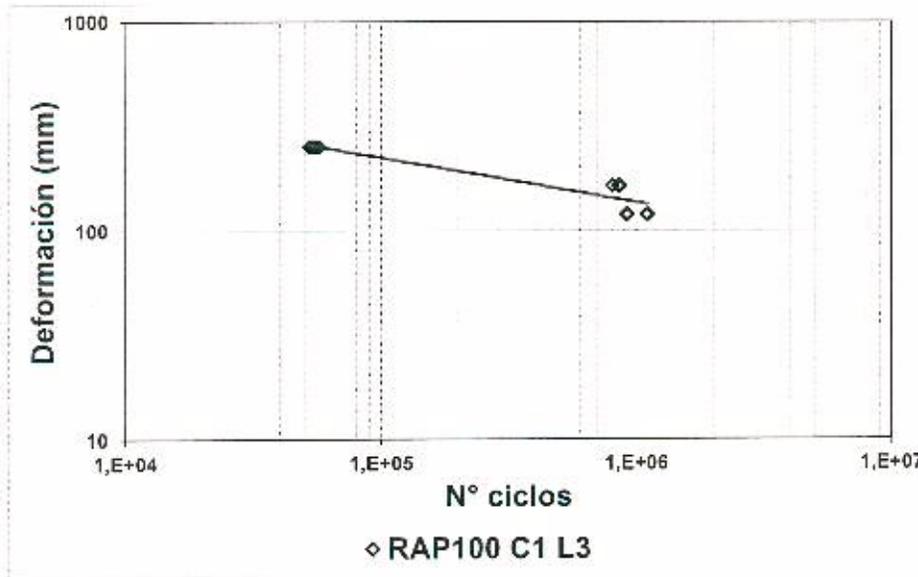
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6520000 ext. 1291, Fax: 1 6370537. N.T. 800 225 840 8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Jueves, 2 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP100 C1 L3	FECHA DE ENSAYO:	martes, 7 de agosto de 2018

FRECUENCIA: _____ 10 Hz _____ TEMPERATURA: _____ 10 °C _____

Probeta	Minutos	Segundos	St	N
1	1.525	109.735	120	1.054.054
2	1.519	91.164	120	91.635
3	1.539	92.323	120	92.124
4	1.548	110.871	120	1.108.713
5	1.439	80.547	120	803.505
6	1.415	84.873	120	848.747
7	1.419	85.116	120	851.069
8	1.341	80.459	120	804.594
9	85	5.733	225	57.133
10	82	5.512	225	55.124
11	80	5.373	225	53.731
12	87	5.721	225	54.723

h	-0.111
ss	141



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Edyardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

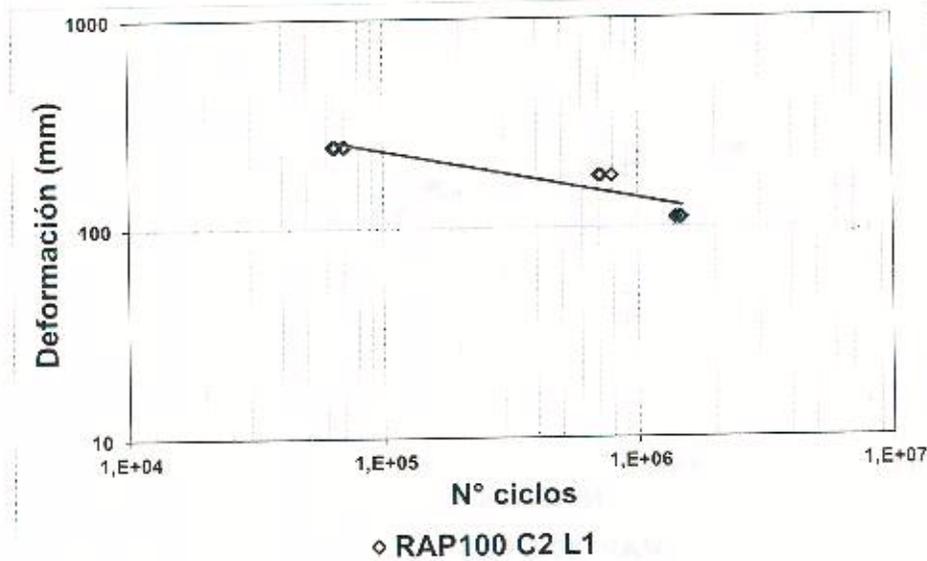
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357 NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convencio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	viernes, 7 de julio de 2017
MUESTRA:	RAP100 C2 L1	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 17 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	2.476	148.269	110	1.665.576
2	2.579	155.750	110	1.457.499
3	2.336	140.136	110	1.401.564
4	2.511	152.871	110	1.396.713
5	1.192	71.507	175	715.465
6	1.189	71.325	175	713.246
7	1.216	73.913	175	766.411
8	1.369	80.156	175	701.564
9	1.111	70.011	245	711.780
10	1.15	69.987	245	69.870
11	100	6.513	245	65.132
12	106	6.346	245	53.436

l	-0,230
OP	1%



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justina Edgardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convencio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1251, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO: lunes, 2 de julio de 2018

MUESTRA: RAP100 C2 L2

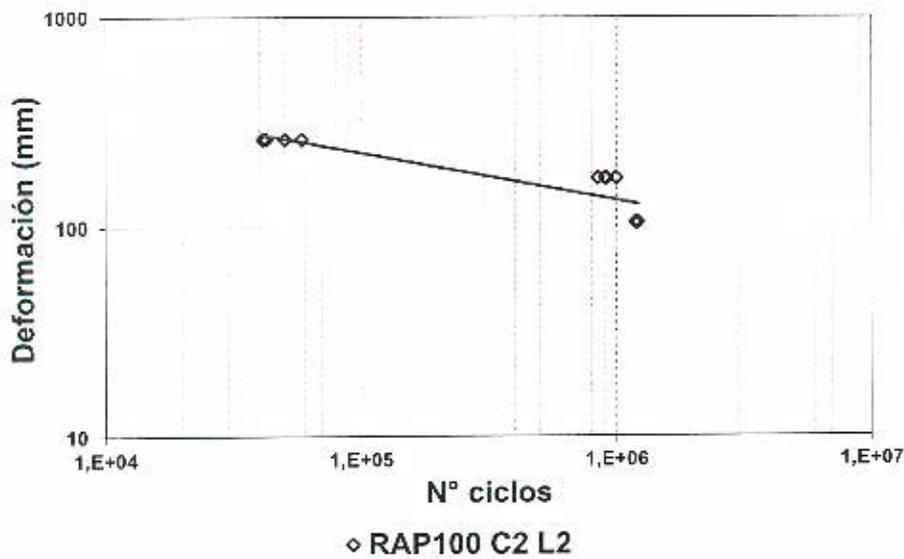
FECHA DE ENSAYO: Miércoles, 17 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz

TEMPERATURA: 19 °C

Probeta	Minutos	Segundos	E _t	N
1	2.025	121.364	305	1.215.603
2	1.595	119.671	305	1.198.712
3	2.005	120.157	305	1.203.565
4	1.975	118.432	305	1.184.315
5	1.411	84.554	170	646.543
6	1.202	70.176	170	501.264
7	1.685	99.571	170	668.713
8	1.221	71.225	170	512.348
9	0.8	4.316	260	20.164
10	0.7	3.847	260	28.465
11	0.9	4.132	260	41.324
12	0.7	4.246	260	42.464

b	0.224
σ _s	33%



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justino Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

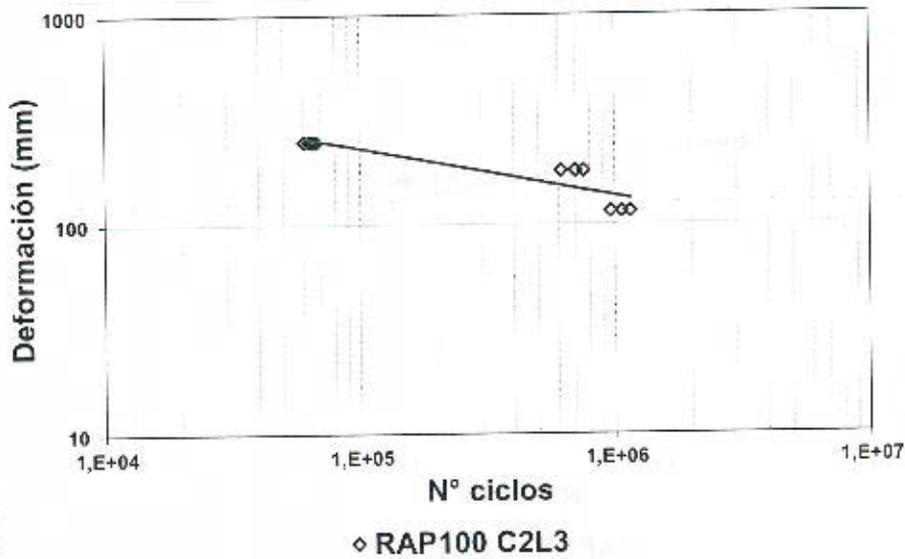
Cra 11 No. 151 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. Nit: 800.225.340 8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	JuNES 2 de JULIO de 2018
MUESTRA:	RAP100 C2L3	FECHA DE ENSAYO:	VIERNES 17 de AGOSTO de 2018

FRECUENCIA 30 Hz TEMPERATURA 30 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	1.775	105.511	115	1.065.134
2	1.919	115.132	115	1.151.370
3	1.605	96.145	115	963.448
4	1.775	106.325	115	1.053.245
5	1.258	75.485	180	764.613
6	1.365	81.977	180	826.765
7	1.159	70.156	180	701.364
8	1.026	61.563	180	615.046
9	1.09	65.16	250	66.156
10	1.06	64.11	250	64.656
11	1.01	60.95	250	60.654
12	1.12	67.747	250	67.455

L	-0,229
2S	19%



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Cargo: Director Convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

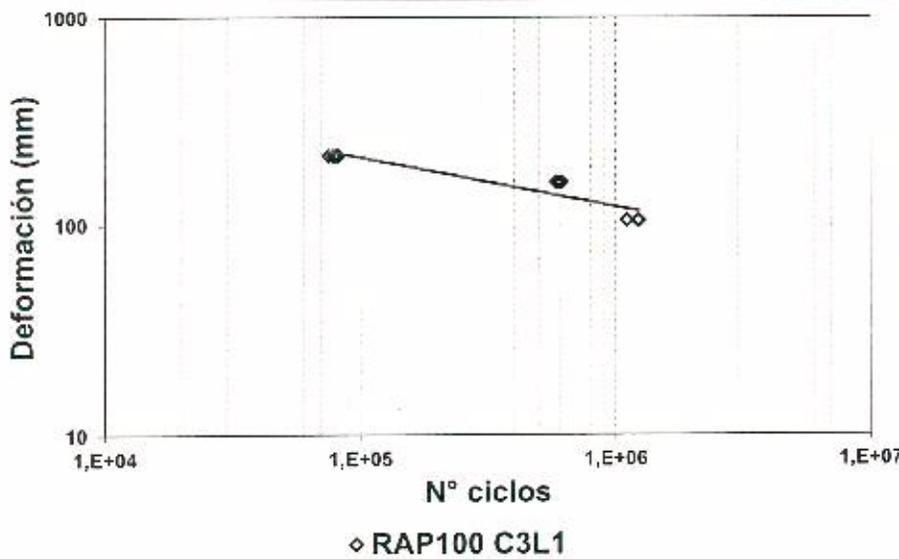
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.140-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Lunes, 2 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP100 C3L1	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 31 de agosto de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	2.046	22.155	105	1.221.546
2	2.059	22.567	105	1.215.574
3	2.845	21.714	105	1.177.138
4	2.054	22.544	105	1.255.435
5	2.022	61.325	160	611.246
6	998	59.874	160	598.747
7	2.077	62.155	160	621.564
8	974	55.452	160	564.575
9	1.14	66.15	215	66.152
10	131	7.803	215	78.451
11	125	7.515	215	75.152
12	137	8.711	215	82.154

h	4,237
E6	122



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

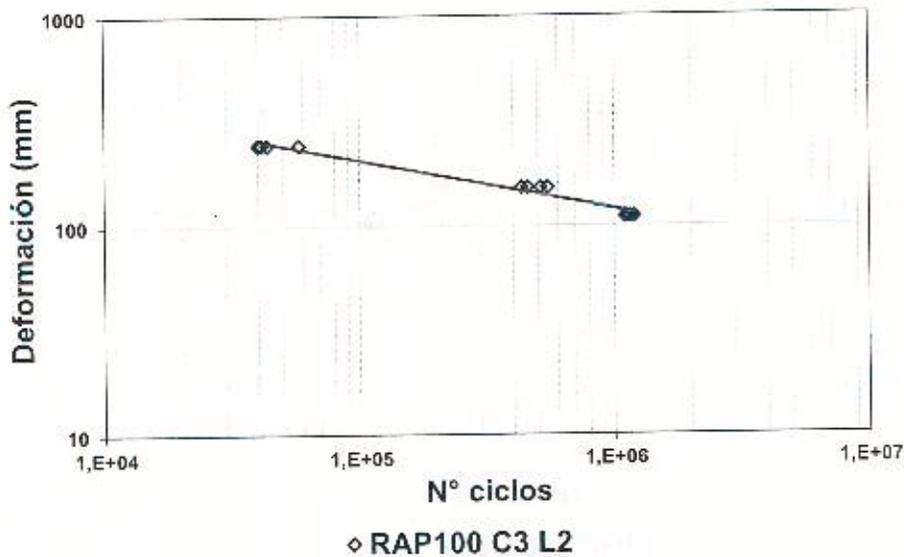
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6570000 ext. 1791, Fax: 1-6370357. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	viernes, 2 de julio de 2018
MUESTRA:	RAP100 C3 L2	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 31 de agosto de 2018

FRECUENCIA _____ 10 Hz TEMPERATURA _____ 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	St	N
1	1.450	1.1.565	110	1.175.545
2	1.596	119.747	110	1.197.668
3	1.521	115.235	110	1.152.548
4	1.531	105.871	110	1.095.711
5	761	45.671	150	456.715
6	720	45.211	150	432.331
7	855	51.321	150	513.714
8	511	54.857	150	545.574
9	69	4.122	240	41.324
10	73	4.354	240	43.543
11	97	5.877	240	58.731
12	67	4.012	240	40.125

σ	0.251
ε _s	119



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Cra 51 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT 800.225.340-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

lunes, 2 de julio de 2018

MUESTRA:

RAP100 C3 L3

FECHA DE ENSAYO:

viernes, 31 de agosto de 2018

FRECUENCIA

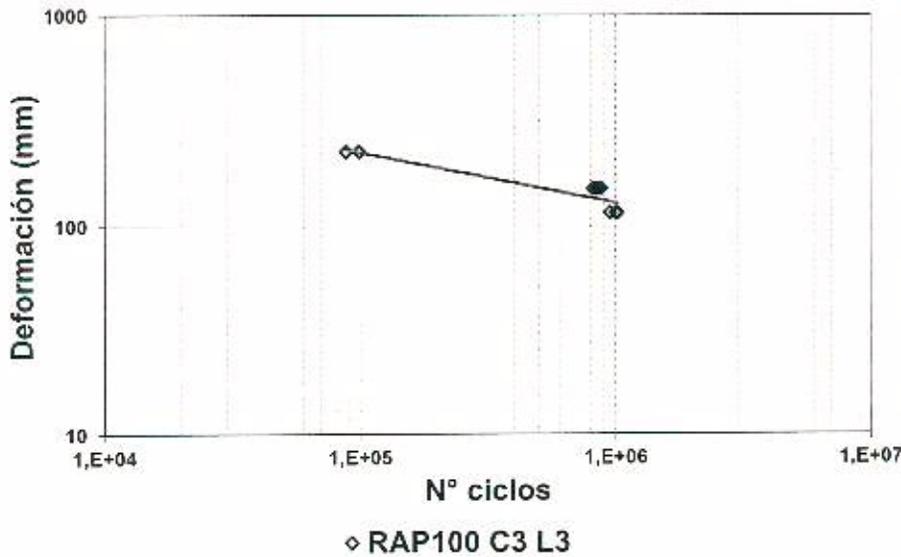
30 Hz

TEMPERATURA

19 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	1.673	101.565	115	1.015.645
2	1.696	59.975	115	599.765
3	1.677	101.525	115	1.015.524
4	1.556	85.132	115	851.324
5	1.330	81.105	150	811.066
6	1.464	87.843	150	878.031
7	1.406	86.355	150	861.545
8	1.447	85.843	150	851.034
9	1.65	9.874	225	98.751
10	1.60	8.754	225	87.543
11	1.64	9.813	225	98.112
12	1.47	8.795	225	87.946

h	4,146
E _G	129



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justina Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

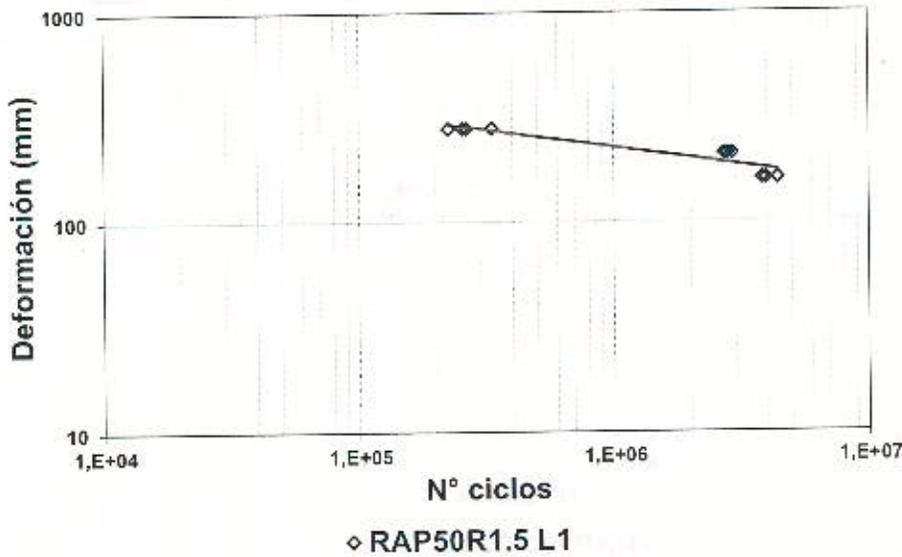
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557, Nit: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEBO:	Miércoles, 20 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP50R1.5 L1	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 5 de septiembre de 2018

FRECUENCIA: _____ UNIF: _____ TEMPERATURA: _____ 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	σ1	N
1	6.285	555.574	160	3.956.743
2	6.272	382.346	160	1.821.454
3	7.110	425.269	160	4.397.855
4	7.525	441.322	160	6.413.215
5	4.646	776.747	210	2.787.465
6	4.650	280.150	210	2.561.364
7	4.523	371.353	210	2.733.546
8	6.367	391.005	210	2.936.452
9	374	12.465	280	224.651
10	514	33.246	280	332.456
11	624	25.455	380	254.654
12	442	55.543	280	265.451

b	-0.174
b ₀	327



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justino Espartero Castellanos
 Firma: _____
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: _____
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

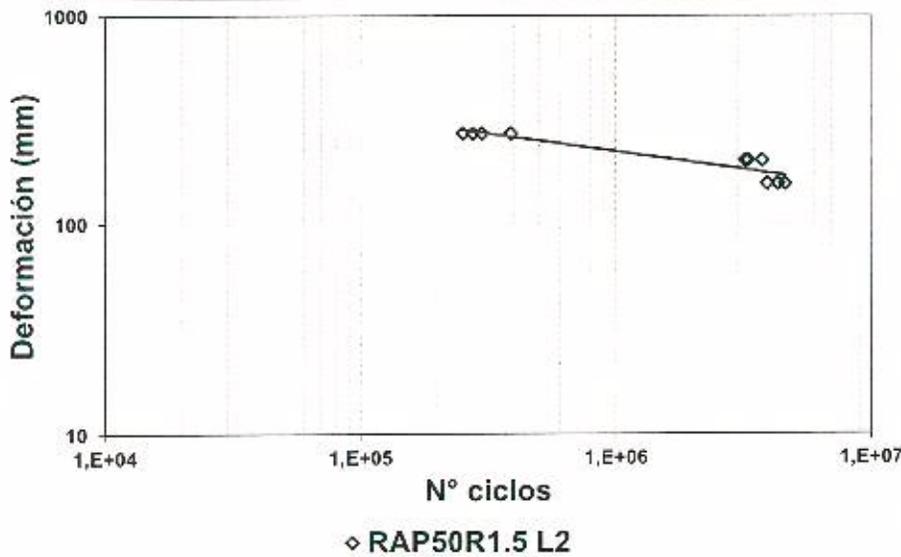
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1241, Fax: 1 6370557 NIT. 800.225.940-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	miércoles, 20 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP50R1.5 L2	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 5 de septiembre de 2018

FRECUENCIA 10 Hz TEMPERATURA 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Ct	N
1	7 205	432.466	155	4 324 457
2	6 550	362.155	145	3 973 500
3	7 665	459.875	155	4 598 754
4	7 150	430.116	155	4 301 156
5	5 354	321.230	200	3 712 324
6	5 483	328.588	200	3 285 878
7	5 244	316.654	200	3 265 543
8	5 354	321.235	200	3 212 342
9	419	25.101	270	251 313
10	498	29.874	270	298 742
11	459	27.567	270	275 465
12	645	38.745	270	387 064

b	-0,173
Ca	223



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Fernando Castellanos
 Firma: _____
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: _____
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

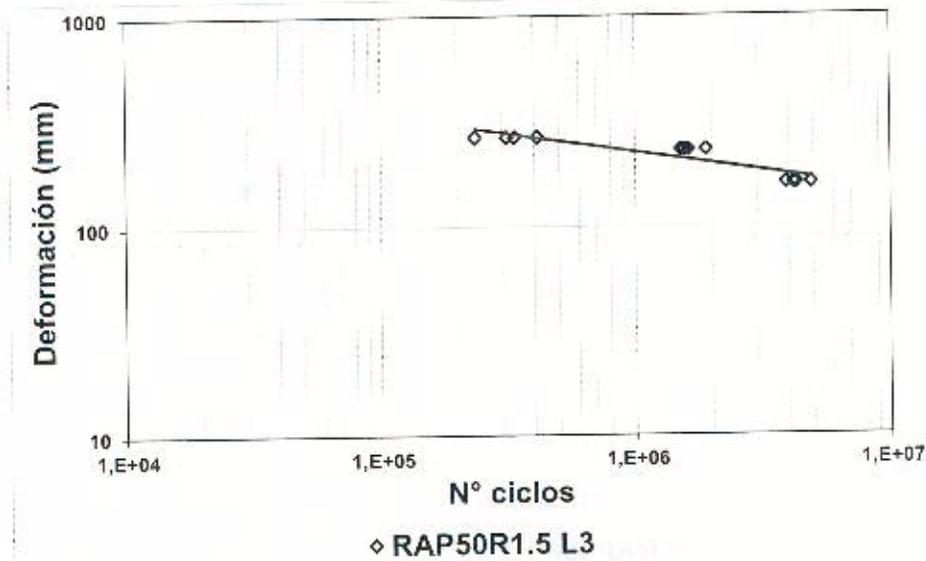
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357, NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 468 de 2017	FECHA DE RECIBO:	miércoles, 20 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP50R1.5 L3	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 5 de septiembre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 19 °C

Probeta	Mínimos	Segundos	Et	N
1	8.169	400.156	160	4.901.574
2	7.346	424.715	160	4.767.544
3	6.600	390.564	150	3.903.663
4	5.904	417.864	150	4.176.438
5	5.162	389.748	230	1.597.465
6	4.609	356.248	230	1.505.476
7	4.202	352.135	230	1.621.334
8	3.521	351.235	230	1.512.346
9	3.211	311.244	265	312.763
10	3.051	331.547	265	335.465
11	2.807	311.235	275	412.148
12	3.011	251.465	265	234.004

b	-6,179
86	213



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justo de Eduardo Castellanos
 Firma: [Signature]
 Nombre: Franceth Justo de Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Signature]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 468 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

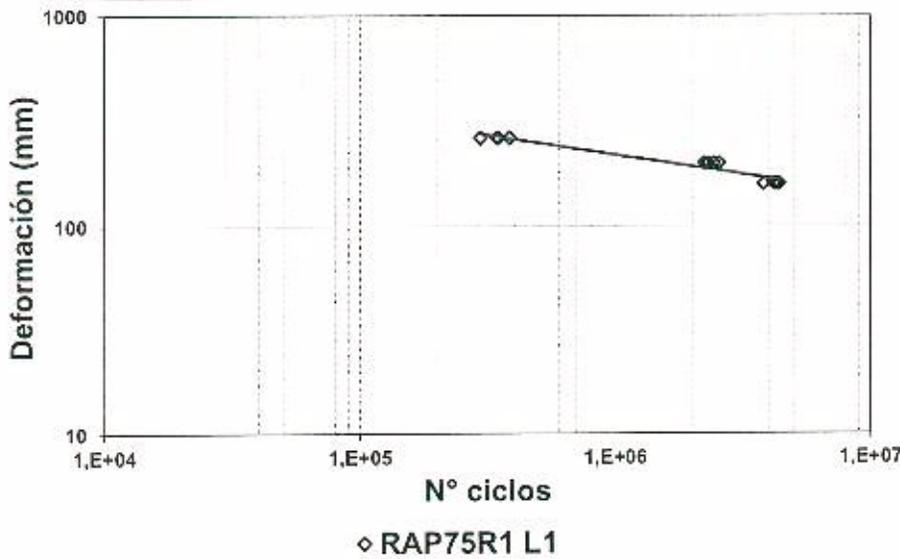
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	viernes, 15 de junio de 2017
MUESTRA:	RAP75R1 L1	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 14 de septiembre de 2017

FRECUENCIA 10 Hz TEMPERATURA 10 °C

Punto	Minutos	Segundos	E _i	N
1	6:574	418.465	160	6.184.654
2	7:071	425.465	160	6.254.654
3	6:355	381.325	160	5.813.245
4	7:315	440.576	160	6.405.654
5	4:244	254.644	200	2.544.644
6	3:859	231.197	200	2.311.654
7	1:710	123.123	200	1.231.234
8	4:054	242.215	200	2.412.154
9	4:46	29.614	265	296.135
10	6:44	38.015	265	386.134
11	5:71	34.325	265	343.274
12	5:83	34.658	265	345.578

h	-0.184
Co	0.71



OBSERVACIONES:

Ejecutor: Franceth Justina Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justina Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

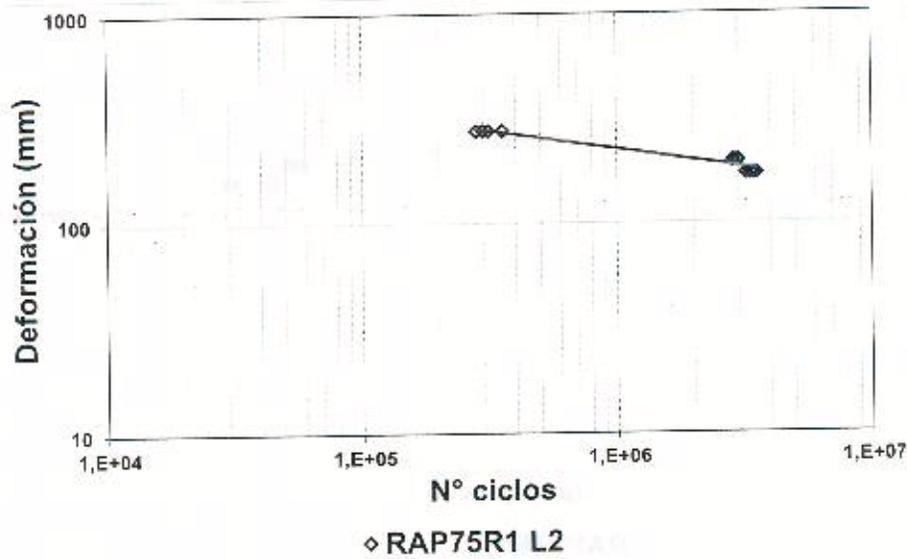
Cra 51 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1251, Fax: 1-6370557 NIT: 800.225.340-9

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCION:	Miércoles, 15 de junio de 2016
MUESTRA:	RAP75R1 L2	FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 13 de octubre de 2018

FRECUENCIA _____ 10Hz _____ TEMPERATURA _____ 30°C _____

Probeto	Minutos	Segundos	St	N
1	5:11	5:19.554	170	1.546.541
2	5:20	5:43.071	170	1.496.113
3	5:26	5:54.587	170	1.347.674
4	5:30	5:57.615	170	1.315.547
5	4:25	4:28.753	195	2.587.545
6	4:24	4:28.654	195	2.646.543
7	5:22	5:21.205	195	3.072.546
8	4:20	4:27.447	195	2.674.458
9	4:20	4:28.136	175	281.564
10	5:04	5:05.615	175	156.551
11	5:21	5:21.715	175	171.548
12	4:28	4:29.875	175	258.745

h	4.140
SE	222



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

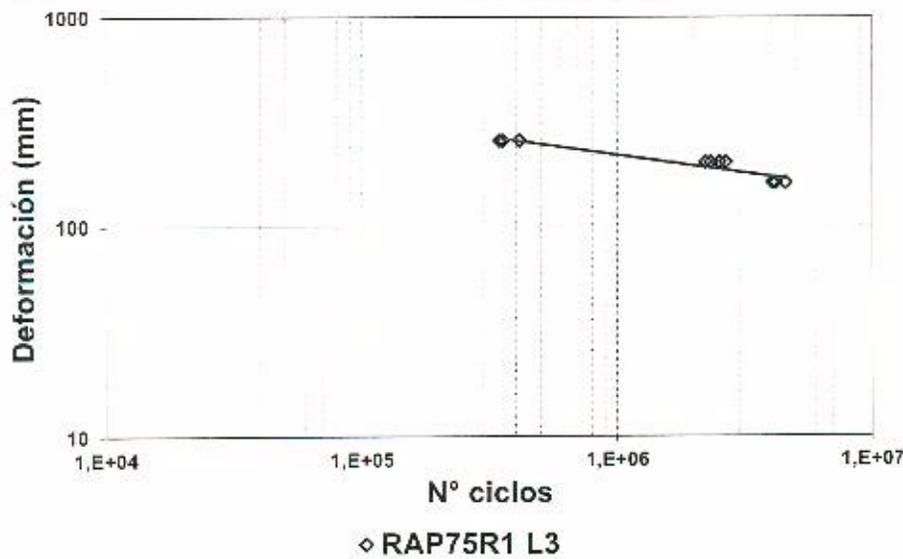
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. N.T. 800.225.340-8

SOLECTUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	viernes, 25 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP75R1 L3	FECHA DE ENSAYO:	jueves, 13 de septiembre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Et	N
1	6.342	412.547	100	4.125.465
2	6.338	403.455	150	4.054.548
3	7.602	455.132	100	4.501.120
4	6.587	418.245	150	4.132.454
5	4.129	251.325	200	2.513.345
6	3.669	233.155	200	2.331.154
7	4.424	262.632	200	2.624.421
8	3.589	211.852	200	2.119.324
9	578	34.651	255	346.519
10	689	41.925	255	413.247
11	595	35.675	255	356.749
12	578	34.657	255	346.574

σ	41,17%
σ _s	21,7



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-FN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

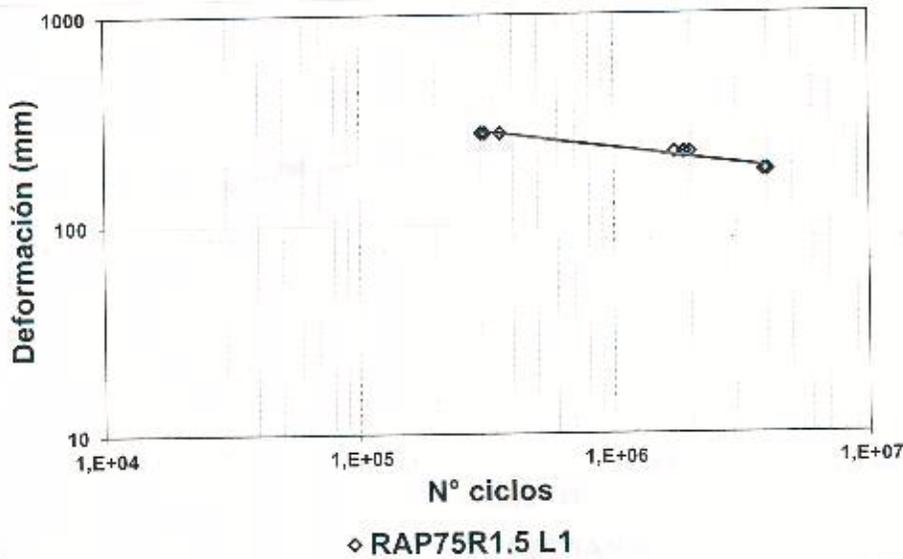
Cra 21 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370357 NIT. 800.275.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	14 de Julio, 15 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP75R1.5 L1	FECHA DE ENSAYO:	20 de agosto, 28 de septiembre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 30 °C

Probeta	Minutos	Segundos	St	N
1	6.647	558.798	180	3.987.044
2	6.687	601.135	180	4.012.346
3	6.046	398.740	180	3.987.044
4	6.486	387.958	180	3.875.845
5	3.512	198.745	220	1.507.454
6	3.123	187.484	220	1.574.840
7	2.890	175.547	220	1.715.465
8	3.162	149.744	220	1.857.435
9	5.21	31.275	275	312.346
10	5.06	33.740	275	357.487
11	5.13	31.235	275	312.346
12	5.03	30.150	275	301.360

b	0,101
E6	552



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

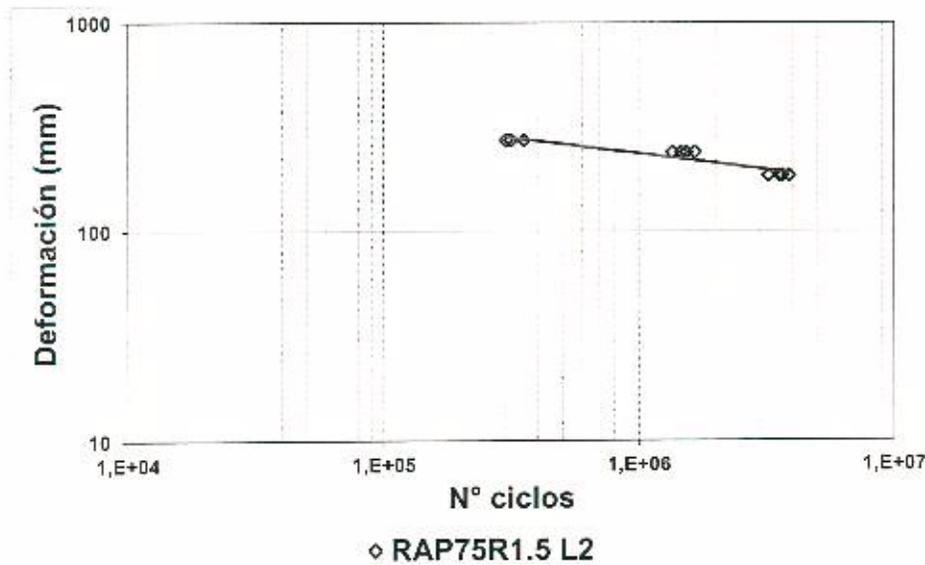
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Miércoles, 25 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP75R1.5 L2	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 26 de septiembre de 2015

FRECUENCIA 10 Hz TEMPERATURA 20 °C

Probeta	Minutos	Segundos	δ1	N
1	5.250	31.535	153	3.215.254
2	6.091	36.655	163	3.366.056
3	6.457	357.438	153	3.874.381
4	5.903	34.315	163	3.341.656
5	2.757	153.449	240	1.054.487
6	2.559	153.815	240	1.035.154
7	2.442	146.546	240	1.465.463
8	2.258	135.425	240	1.254.024
9	391	15.410	275	334.897
10	425	31.485	275	314.856
11	403	30.156	275	301.366
12	326	31.365	275	315.648

σ _L	0.155
δ ₁	1.17



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Echeverri Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

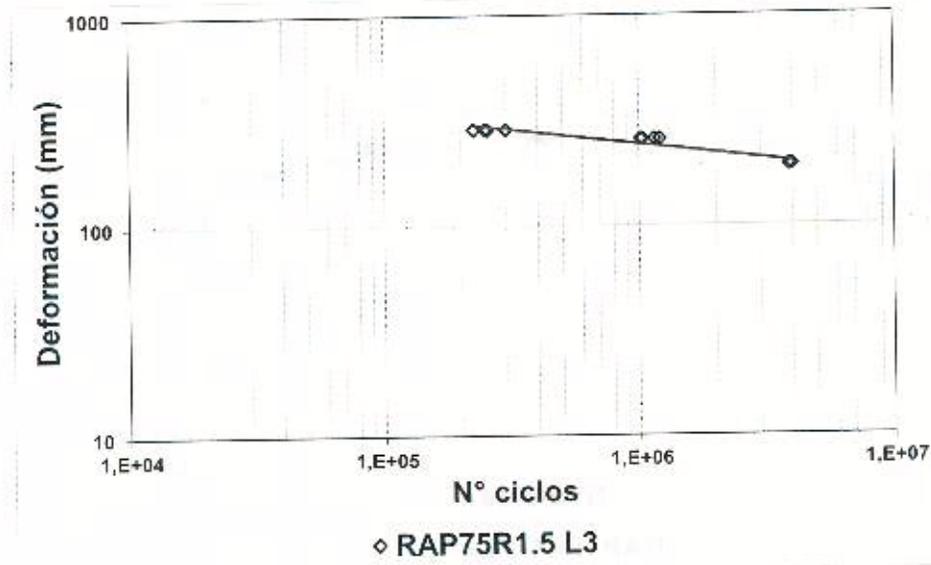
Cra 31 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext: 1291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Martes, 15 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP75R1.5 L3	FECHA DE ENSAYO:	viernes, 28 de septiembre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	6.241	138.425	190	3.964.354
2	6.406	352.944	190	3.875.824
3	6.486	387.952	190	3.872.845
4	6.646	396.754	190	3.587.591
5	1.723	103.507	255	1.015.465
6	2.021	171.247	255	1.212.465
7	1.524	125.465	255	1.154.634
8	1.583	151.265	255	1.013.646
9	424	23.485	285	252.756
10	411	24.897	285	248.274
11	374	22.456	285	224.564
12	503	30.195	285	30.245

b	<0,146
62	243



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de investigación

Revisó: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Rojas Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

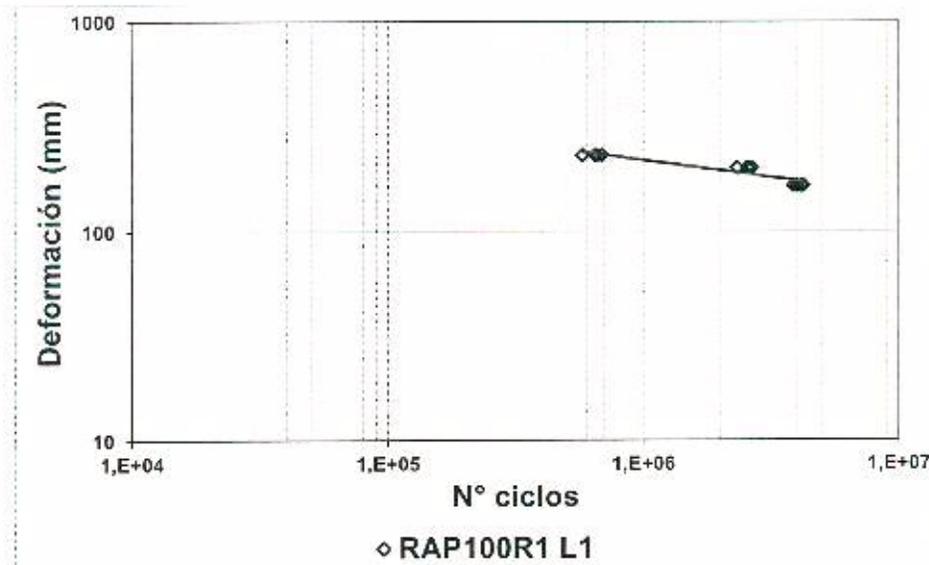
Cra 11 No. 100 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6570557. NIT 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Jueves, 7 de Junio de 2018
MUESTRA:	RAP100R1 L1	FECHA DE ENSAYO:	Viernes, 6 de octubre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Et	N
1	7.922	421.323	165	4213265
2	6.987	413.267	165	4132667
3	6.546	398.742	165	3987482
4	6.411	391.682	165	3916822
5	4.224	255.456	200	2554562
6	4.424	265.436	200	2654364
7	3.509	232.165	200	2321654
8	4.244	254.633	200	2546332
9	1.076	64.547	230	645472
10	1.141	66.455	230	664548
11	388	57.499	230	574987
12	1.091	65.447	230	654473

n	4,162
SS	227



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justino Eduardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación
Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Te: 1 6500000 ext. 1291, Fax: 1 6370557 NIT: 800.225.940-8

SOLICITUD:

Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO:

Junios, 7 de Junio de 2018

MUESTRA:

RAP100R1 L2

FECHA DE ENSAYO:

Junios, 8 de octubre de 2018

FRECUENCIA

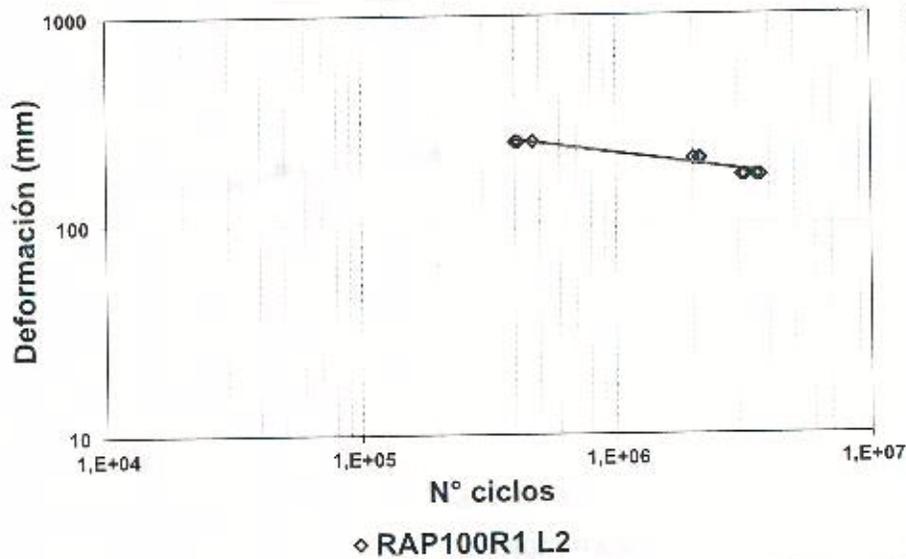
10 Hz

TEMPERATURA

10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Qi	N
1	6.147	368.799	170	1667987
2	5.911	354.654	170	2500641
3	5.106	312.346	170	3123457
4	5.115	302.325	170	3213246
5	3.541	212.463	205	2124548
6	3.591	215.463	205	2154634
7	3.757	221.767	205	2025646
8	3.338	202.365	205	2121647
9	6.64	41.146	250	413457
10	7.86	47.132	150	471324
11	6.60	40.125	210	401254
12	6.88	41.322	230	413248

b	4.169
bb	120



OBSERVACIONES:

Ejecutó:

Franceth Justine Edgardo Castellanos

Firma:

Nombre:

Cargo:

Franceth Justine Castellanos

Auxiliar de Investigación

Revisó:

Firma:

Nombre:

Cargo:

Oscar Javier Reyes Ortiz

Oscar Javier Reyes Ortiz

Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

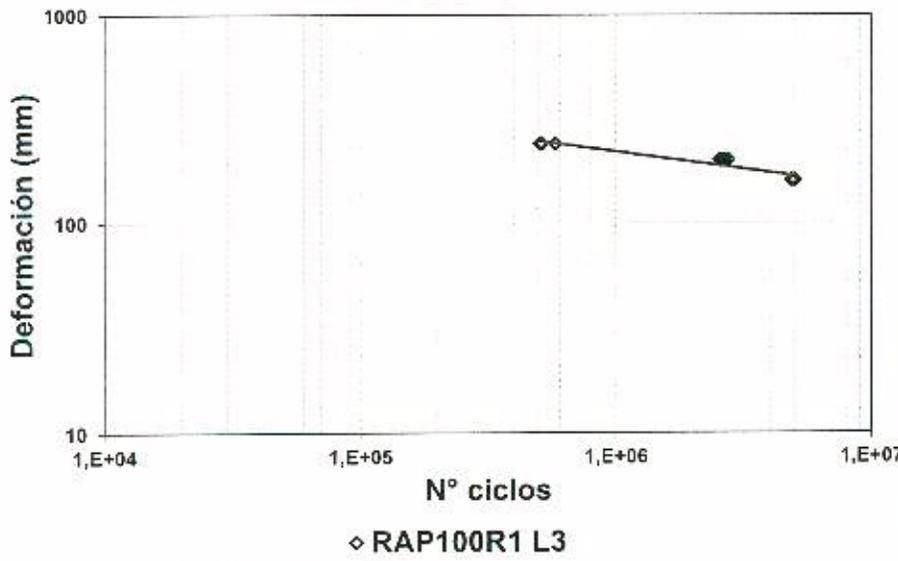
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1231, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECIBO:	Jueves, 7 de Junio de 2018
MUESTRA:	RAP100R1 L3	FECHA DE ENSAYO:	Viernes, 8 de octubre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 19 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Dt	N
1	6:110	446:575	160	4465748
2	5:133	147:588	160	1475876
3	5:163	489:795	160	4897946
4	6:390	501:565	160	5015646
5	4:244	255:054	200	2550505
6	4:033	265:480	200	2654795
7	4:291	257:487	200	2574875
8	4:550	274:813	200	2748734
9	8:54	51:215	240	512165
10	8:50	51:024	240	510241
11	8:19	50:353	240	503524
12	9:53	57:890	260	578947

b	-0,154
R6	215



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

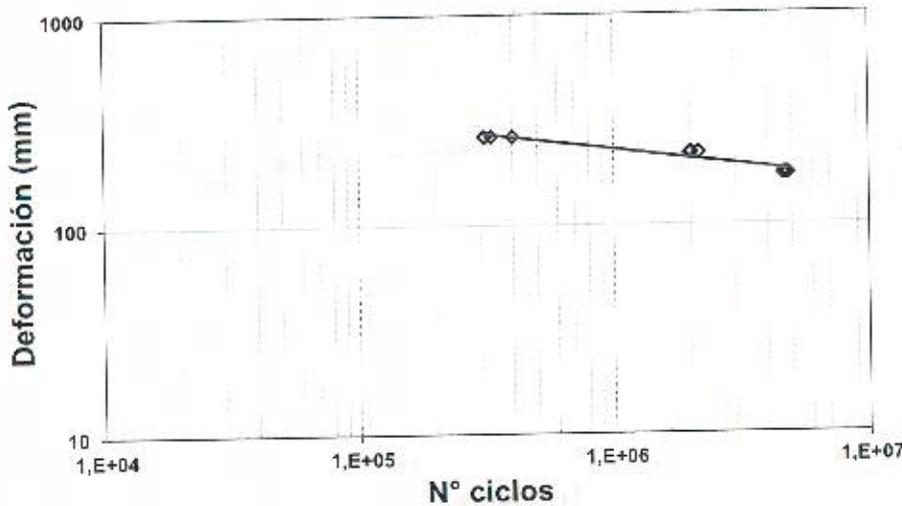
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557 NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEBO:	1 de mayo de 2018
MUESTRA:	RAP100R1.5 L1	FECHA DE ENSAYO:	unes 22 de octubre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	St	N
1	0x22	451.246	170	4813464
2	7.982	68.547	170	4615468
3	7.869	472.154	170	4771545
4	8.018	484.657	170	4846571
5	3.369	302.165	215	2021648
6	3.711	108.787	215	967874
7	3.359	201.546	215	2017464
8	3.552	211.696	215	2154964
9	520	31.213	260	112134
10	517	31.622	260	316215
11	594	33.217	260	332155
12	669	40.155	260	401565

σ	0.151
σ_b	126



◇ RAP100R1.5 L1

OBSERVACIONES:

Ejecutó: Francisco Justino Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Francisco Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Grupo de Investigación Geotecnia

Facultad de Ingeniería

Cra 14. No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1281, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.340-8

SOLICITUD: Convenio 469 de 2017

FECHA DE RECIBO: Junio, 7 de junio de 2018

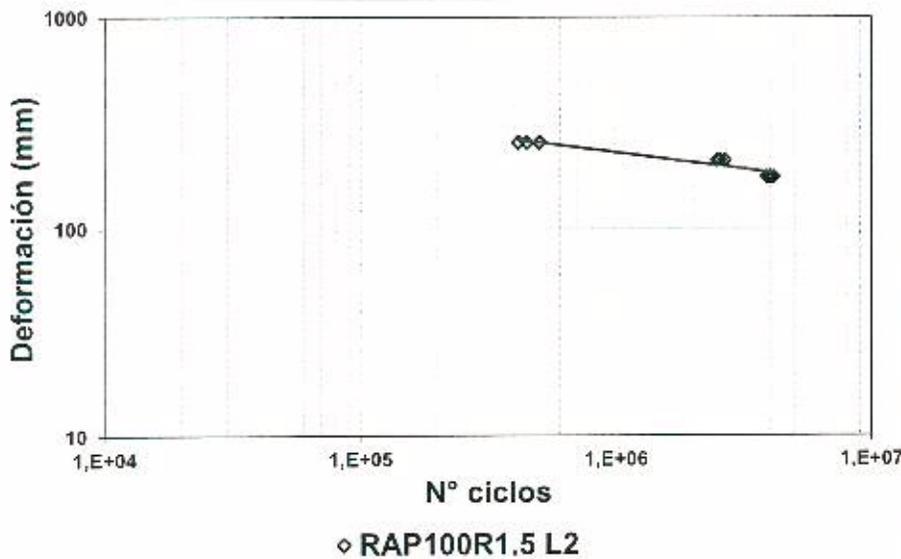
MUESTRA: RAP100R1.5 L2

FECHA DE ENSAYO: 06/06, 12 de octubre de 2018

FRECUENCIA 10 Hz TEMPERATURA 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Ci	N
1	6:05	401.156	175	401354
2	6:45	398.745	175	398745
3	6:46	387.596	175	387596
4	6:46	412.135	175	412135
5	4:42	205.456	210	205456
6	4:24	184.574	210	184574
7	4:14	149.590	210	149590
8	4:42	165.409	210	165409
9	7:45	44.564	255	44564
10	6:09	41.422	255	41422
11	8:35	50.175	255	50175
12	8:31	49.871	255	49871

b	-0,157
E _b	72%



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justino Fernando Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justino Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

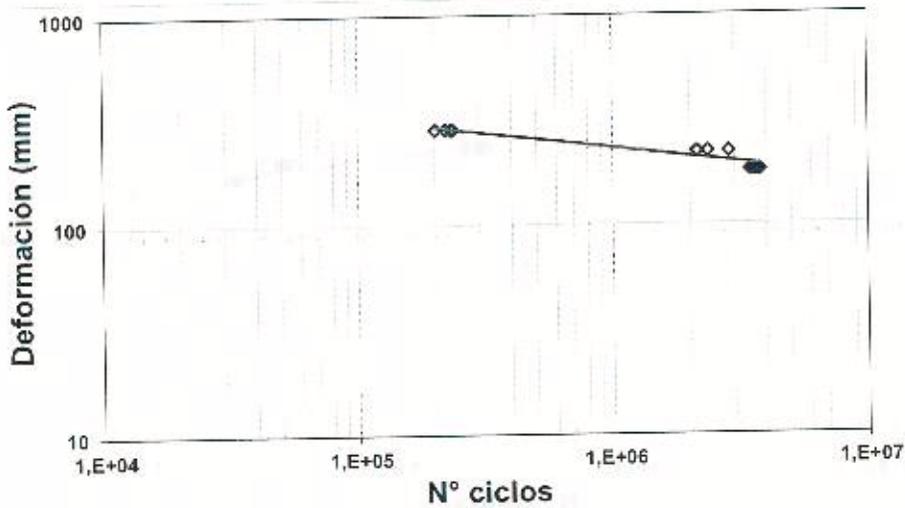
Cra 11, No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 2291, Fax: 1-6370557. NIT: 800.225.340.8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	Jueves, 7 de junio de 2018
MUESTRA:	RAP100R1.5 L3	FECHA DE ENSAYO:	Lunes, 22 de octubre de 2018

FRECUENCIA	30 Hz	TEMPERATURA	10 °C
------------	-------	-------------	-------

Prueba	Minutos	Segundos	R _s	N
1	5.328	175.437	180	3281465
2	5.781	245.671	180	3426749
3	5.945	156.887	180	1958758
4	6.109	345.287	180	3628174
5	3.591	233.565	120	2154654
6	7.514	243.247	220	2731465
7	3.930	231.760	220	2534647
8	4.254	185.485	220	2297894
9	3.36	20.152	785	22.524
10	3.69	17.132	385	22.124
11	3.72	23.541	385	233465
12	3.87	23.242	385	232415

b	0,346
C _s	290



◇ RAP100R1.5 L3

OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Edgardo Castellanos
 Firma: [Firma]
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma: [Firma]
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Facultad de Ingeniería

Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia



Grupo de Investigación Geotecnia

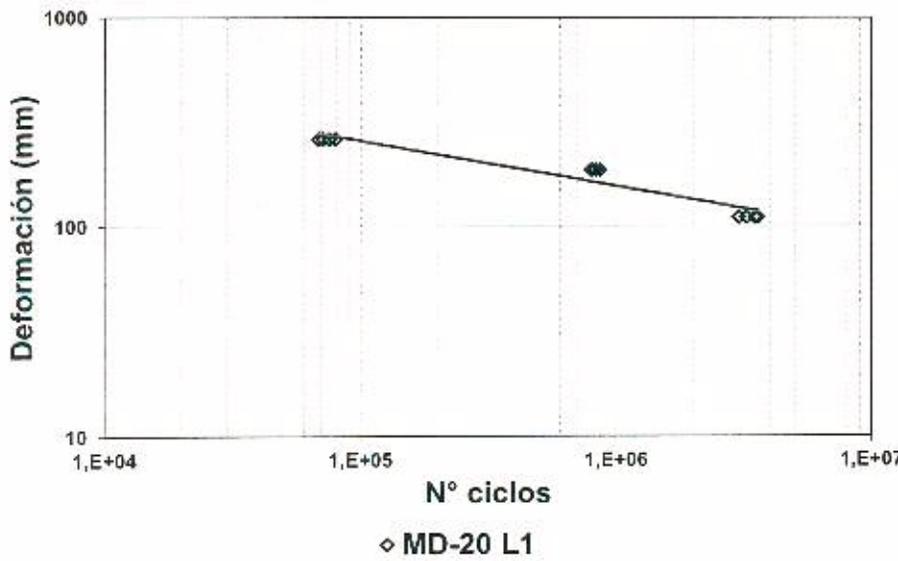
Cra 11 No. 101 - 80, Bloque F, Bogotá D.C., Tel: 1-8500000 ext. 1291, Fax: 0-6370557. NIT 800.225.340-8

SOLICITUD:	Convenio 469 de 2017	FECHA DE RECEPCIÓN:	viernes, 1 de junio de 2018
MUESTRA:	MD-20 L1	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 31 de octubre de 2018

FRECUENCIA: 10 Hz TEMPERATURA: 10 °C

Probeta	Minutos	Segundos	Et	N
1	5,587	373,205	110	3.232,451
2	5,516	348,074	110	1.085,143
3	5,387	059,256	110	3.592,436
4	5,039	302,323	110	3.023,246
5	1,442	86,542	165	865,621
6	1,397	81,215	165	852,154
7	1,340	80,416	165	834,156
8	1,331	79,825	165	798,523
9	1,26	75,42	260	75,421
10	1,23	7,976	250	79,756
11	1,19	3,152	260	71,524
12	1,14	5,843	260	58,432

L	-0,209
ES	154



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017



Ensayo de fatiga dos puntos UNE-EN 12697-24:2006



Grupo de Investigación Geotecnia

Laboratorio de Ingeniería Civil - Geotecnia

Facultad de Ingeniería

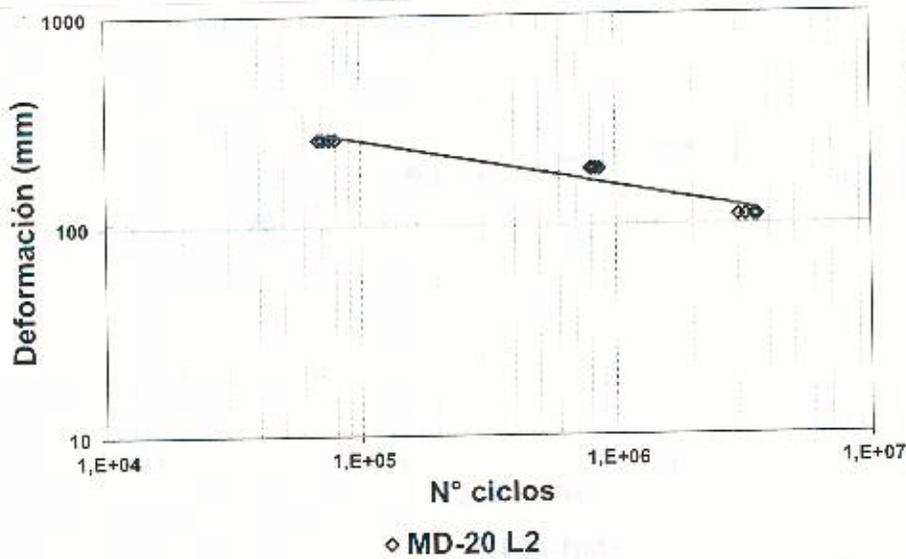
Cra 15 No. 101 - 80, B. Boquer F, Bogotá D.C., Tel: 1-6500000 ext. 1291, Fax: 1-6370557. NIT. 800.225.440-8

SOLICITUD	Convenio 469 de 2017	FECHA DE REC.BO:	martes, 1 de mayo de 2018
MUESTRA	MD-20 L2	FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 31 de octubre de 2018

FRECUENCIA: 30 Hz TEMPERATURA: 30 °C

Prueba	Minutos	Segundos	Et	N
1	5.372	39.145	110	3.523.454
2	5.974	41.845	110	4.174.513
3	7.039	42.175	110	4.223.246
4	6.146	38.576	110	3.989.754
5	5.075	64.513	150	545.132
6	5.914	61.213	150	622.754
7	5.054	62.213	150	622.134
8	5.03	58.195	190	557.994
9	57	3.876	265	58.156
10	55	5.667	265	56.871
11	58	5.937	265	59.324
12	1.04	6.231	295	52.114

b	4,706
Es	157



OBSERVACIONES:

Ejecutó: Franceth Justine Eduardo Castellanos
 Firma:
 Nombre: Franceth Justine Castellanos
 Cargo: Auxiliar de Investigación

Revisó: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Firma:
 Nombre: Oscar Javier Reyes Ortiz
 Cargo: Director convenio 469 de 2017