

IAG316-06-2013
MEZCLA ASFALTICA RECICLADA CON EMULSION (MARE)
EXPERIENCIAS EN VENEZUELA, PERIODO 1992 – 2012 DISEÑO Y
CONTROL DE CALIDAD
RECICLADO MASSA ASFÁLTICA COM A EMULSÃO (MARE)
EXPERIÊNCIAS NA VENEZUELA, PERÍODO 1992-2012 DESIGN E
CONTROLE DE QUALIDADE

Wilians Roberto Espinal Rodríguez
TEACA
Barcelona, Venezuela
Robertoespinal48@gmail.com

RESUMEN

Se denomina MARE a la Mezcla Asfáltica Reciclada en Frio con Emulsión, este nuevo concepto forma parte de la Norma Técnica Fondonorma NTF2000-1 Venezolana publicada en Agosto del 2009.

Inicialmente conocido como Reciclado en Frio de Pavimento, particularmente el de capas asfálticas data de 1992; el mismo combina una serie de equipos y tecnologías que van desde la formulación del tipo de ligate, selección de equipos y metodologías para el proyecto y control de calidad, en un todo para mejorar el aprovechamiento de los materiales envejecidos como el asfalto y agregados. Dos situaciones coyunturales marcan su repunte y desestimulo en su desarrollo; En 1990 el antiguo Ministerio de Energía y Minas (MEM) sincera el mercado nacional de productos asfálticos, surgen nuevos programas de rehabilitación de carreteras y cobra relevancia el empleo de ligantes asfálticos con mayor valor agregado como las emulsiones asfálticas. La presión para la preservación del medio ambiente (protocolo de Kioto, Proyecto fénix entre otros) marco un futuro promisor de esta técnica; El creciente número de vías rehabilitadas entre 1999 y 2006 por FONTUR, con más de 200 Km en el territorio nacional con gran éxito es un ejemplo de ello. El 10 de Febrero del 2006 el actual Ministerio de Energía y Petróleo establece en resolución 021, de carácter temporal, un precio preferencial o subsidiado para empresas pavimentadoras de 12 \$/B para el asfalto de penetración.

Como consecuencia se propicia un desestimulo al empleo de ligantes industrializados y directo sobre el MARE, reduciéndose a menos de 50 km en los siguientes 6 años, un decremento mayor al 75% neto, por lo que significa una relación de casi 7 veces entre el precio VAE de 83,7\$/Bl y el subsidiado de 12\$/Bl para Dic. 2012.

La inclusión en Fondonorma del MARE y el uso exclusivo de las Emulsiones en riegos (Adherencia e Imprimación) son resultado positivo de su desarrollo.

Resumo

MARE é referido no Hot mistura asfáltica reciclada com emulsão , este novo conceito é parte da Norma Técnica Fondonorma NTF2000 -1 Venezolana publicado em agosto de 2009.

Inicialmente conhecido como Pavement reciclado Fria, especialmente as camadas de asfalto que datam de 1992 , que combina uma série de equipamentos e tecnologias que vão desde a formulação tipo de ligadura , seleção de equipamentos e metodologias de controlo e qualidade, em particular, para melhorar a utilização de materiais tais como o asfalto envelhecido e agregados . Dois picos de marca de suas situações atuais e desânimo em seu desenvolvimento , em 1990, o antigo Ministério de Energia e Minas (MEM) produtos asfálticos internamente sinceros , existem novos programas de reabilitação de estradas e torna-se importante o uso de ligantes asfálticos com maior valor agregado e emulsões de asfalto. A pressão para a preservação do meio ambiente (protocolo de Kyoto , o projeto Phoenix etc) marcou um futuro promissor desta técnica , o crescente número de estradas reabilitadas entre 1999 e 2006 por Fontur , com mais de 200 km no país com grande O sucesso é um caso em questão . 10 de fevereiro de 2006, o atual Ministério de Energia e Petróleo resolução definida para 021 , temporariamente , a preferencial ou subsidiados para empresas paver \$ 12 / B para o asfalto de penetração.

Porque promovendo um desencorajamento da utilização de ligação directa em industrializado e água , caindo para menos de 50 km nos seis anos seguintes , uma diminuição superior a 75 % líquidos , o que significa que uma proporção de cerca de 7 vezes entre o preço EAV de 83,7 dólares / barril e subsidiado 12 dólares / barril para dezembro de 2012 .

Inclusão no MARE Fondonorma e uso exclusivo das emulsões em irrigação (Adesão e Primer) são positivos em seu desenvolvimento.

INTRODUCCION

El reciclaje se define como “la reutilización, generalmente después de un proceso previo, de un material que ya ha prestado su servicio inicialmente programado”. La ubicación del proyecto de reciclaje, los requisitos estructurales del nuevo uso, disponibilidad de otros materiales y de recursos económicos son algunos de los factores determinantes en la escogencia del método más apropiado de reciclaje

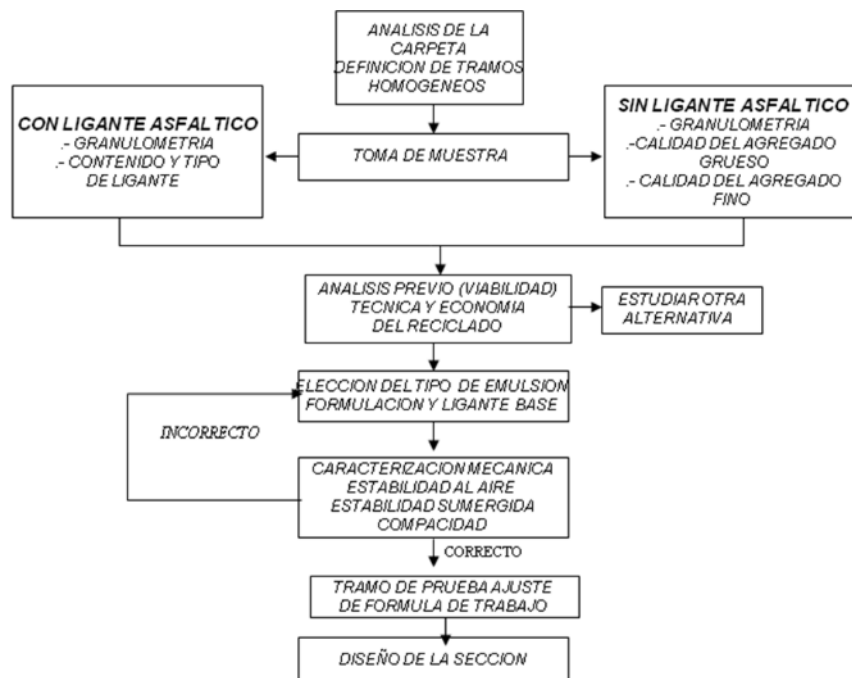
Aunque existen variaciones dentro de cada método, los reciclajes de pavimentos se clasifican dentro de tres (03) amplias categorías Según el Instituto del Asfalto: Tipo I, II y III

Reciclaje de Carpeta de Rodamiento (Tipo III)

Se refiere a uno o varios métodos en los que únicamente la carpeta de rodamiento de un pavimento existente se remueve.

La figura 1 muestra un esquema de lo que serian las etapas de diseño con MARE en una vía existente.

Figura 1: Reciclaje sobre asfalto residual (2 – 4) %



El control de calidad del MARE implica la elaboración de un diseño de mezcla con criterios de aceptación o rechazo. La norma MARE considera la metodología Marshall modificado del Instituto del Asfalto (I. A.) para medir las propiedades mecánicas de la mezcla elaborada.

La tabla 1 resume de izquierda a derecha la caracterización del agregado(material fresado), limpieza, peso volumétrico suelto, gradación, tipo de emulsión empleada, así como su compatibilidad con el agregado en la prueba de mezclado y por último la caracterización de la mezcla, sus propiedades físicas y mecánicas. Con el diseño teórico de mezcla en su punto considerado como optimo se puede autorizar el MARE y deberá hacerse los ajustes necesarios en campo mediante pruebas de laboratorio para llegar a la formula de trabajo. La tabla 1 contiene información de valores óptimos de diseño de diferentes obras en más de 300 km ejecutados en Venezuela durante el periodo 2004 – 2012.

La figura 2 muestra todos los elementos involucrados en la ejecución in situ del MARE con recicladora; estos equipos son capaces de triturar, agregar fluidos, mezclar, colocar o dejar un camellón, según el equipo empleado y finalmente ser compactado con rodillo y neumático.

Las figuras 3 y 4 son fotografías de obras ejecución donde apreciamos el conocido tren de reciclaje in situ, con este procedimiento se pueden alcanzar altos rendimientos de 900 m de longitud, 4 m de ancho y 10 cm de profundidad con 40.000,00 l de emulsión asfáltica, dejando en servicio la vía el mismo día con mínima interrupción del tránsito.

Figura 2: Esquema de proceso de reciclaje in situ y emulsión asfáltica

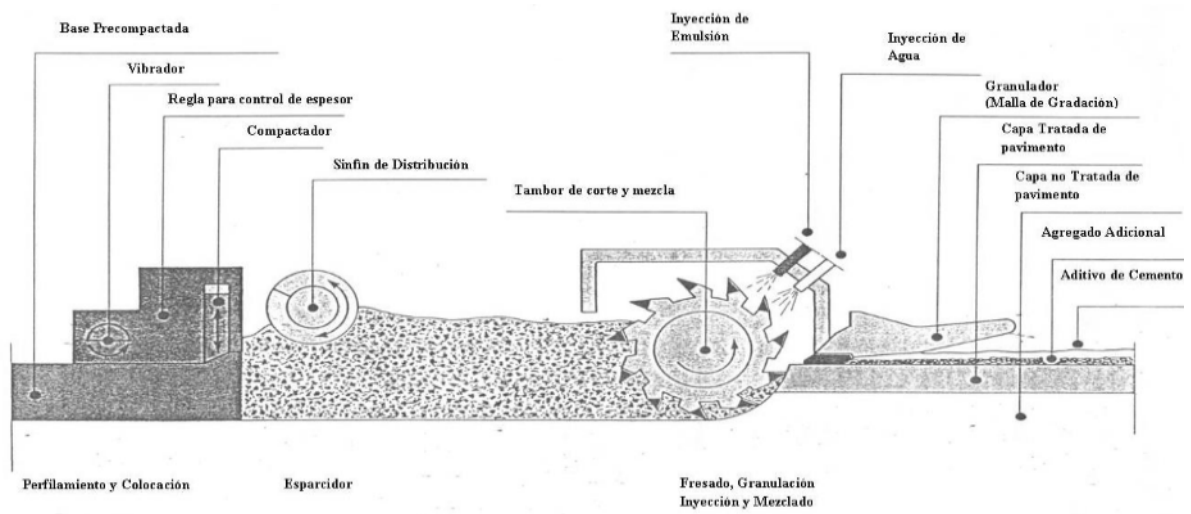


Figura 3: Tren de reciclaje



Figura 4: Tren de reciclaje



Diseño de mezcla

Norma M.A.R.E. (FONDONORMA NTF2000-1 2009).

Criterio de diseño

% equivalente de arena > 30

Estabilidad al aire > 700 lbs.

% cobertura agregado > 70

% perdida de estabilidad < 25

Tabla 1: Resumen de ajuste diseño teórico de mezcla

																MEZCLADO		CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA							
		FECHA	EA %	P.V.S.S Kg/m3	CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO												COBERTURA (%)	AGUA TOTAL OPTIMA DE COBERTURA %	HUMEDAD OPTIMA DE COMPACTACIÓN %	BUL PESO ESPECIFICO (kg/m3)	ESTABILIDAD SECA (lbs)	ESTABILIDAD SUMERGIDA (lbs)	PERDIDA DE ESTABILIDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	C.A. OPTIMO (%)
					GRANULOMETRÍA																				
					P 2" %	PASA 1 1/2" %	PASA 1" %	PASA 3/4" %	PASA 1/2" %	PASA 3/8" %	PASA 4 %	PASA 8 %	PASA 30 %	PASA 50 %	PASA 100 %	PASA 200 %									
REHAB. CARR. LO01: TRAMO: SABANETA - LIBERTAD	sep-2004	81	1.403		100	98	94	84	72	46	30	10	6	3	1	90	7	4	1936	1820	1510	17	4	4	
REHAB. CARR. LO01: TRAMO: LA LUZ - LIBERTAD	feb-2005	90	1.295		100	99	96	87	76	46	31	11	6	2	1	90	7	4	1961	1620	935	13	4	4	
REHAB. CARR. TO03: TRAMO: SANARE - MATARUCA	oct-2005	87	1.379		100	96	91	78	66	42	28	11	5	2	0	90	7	4	1915	1311	1015	23	3	4	
REHAB. CARR. TO12: TRAMO: CHAG - LAS MERCEDES.	mar-2006	87	1.269		100	98	93	83	75	48	30	14	3	1	0	90	7	5	2025	1441	1119	22	4	3	
REHAB. CARR. TO12: TRAMO: LAS MERCEDES - BUENA VISTA.	may-2006	82	1.395		100	98	90	77	68	50	37	18	9	3	1	95	7	5	1899	1414	1106	22	3	3	
REHAB. CARR. TO12: TRAMO: SANTA RITA - CABRUTA	nov-2006	79	1.541		100	96	93	87	77	58	42	24	13	4	1	90	7	5	1995	1365	1151	16	3	3	
REHAB. CARR. TO12: TRAMO: BUENA VISTA SANTA RITA	nov-2006	79	1.541		100	96	93	87	77	58	42	24	13	4	1	90	7	5	1995	1365	1151	16	3	3	
SIST. VIAL INDU. APOYO PTA DE CEMENTO CERRO AZUL	jul-2008	80	1.404					100	89	65	44	16	9	3	1	95	6	4	1886	1984	1730	14	4	4	
REHABILITACION Y MEJORAS AV. GUAYANA MUNICIPIO CARONIEDO. BOLIVAR.	41009	67	1322			100	99	95	87	61	37	11	6	2	1	95	7	5	1953	1377	920	37	4	3	
AV ATLANTICO PUERTO ORDAZ EDO BOLIVAR	jun-2012	66	1.443				97	90	83	61	43	16	9	3	1	95	7	5	2056	1733	1561	10	2	3	
PROMEDIO		80	1399		100	98	94	87	77	53	36	16	8	3	1	92	7	4	1962	1543	1220	19	3	3	
ESPECIFICACIÓN M.A.R.E.		> 30			100	80 100				25 85	10 65		5 25		3 15	> 75			> 700		< 25				

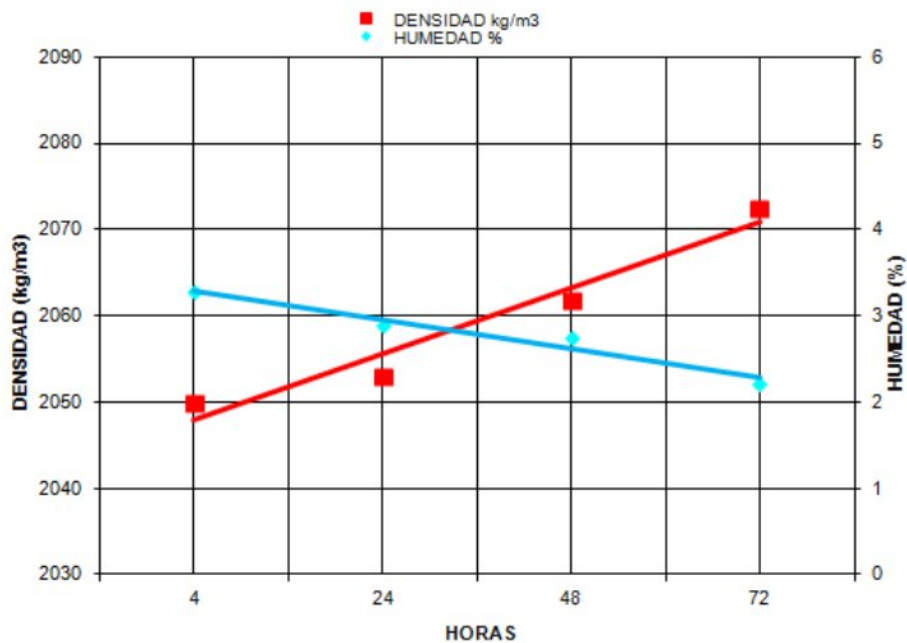
La tabla 2 contiene información de la edad en hrs, valores de densidad de laboratorio y campo (cono y arena), así como porcentajes de compactación y humedad.

Tabla 2: Resumen de densidad vs. Perdida de humedad (tendencia periodo seco)

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	HORAS	DENSIDAD MARSHALL	DENSIDAD CAMPO	% DE COMPACTACION	% DE HUMEDAD
16/05/2005	16/05/2005	4	1.900,00	2.050,30	107,91	3,28
16/05/2005	17/05/2005	24	1.900,00	2.053,00	108,05	2,89
16/05/2005	18/05/2005	48	1.900,00	2.061,90	108,52	2,76
16/05/2005	19/05/2005	72	1.900,00	2.072,60	109,08	2,22

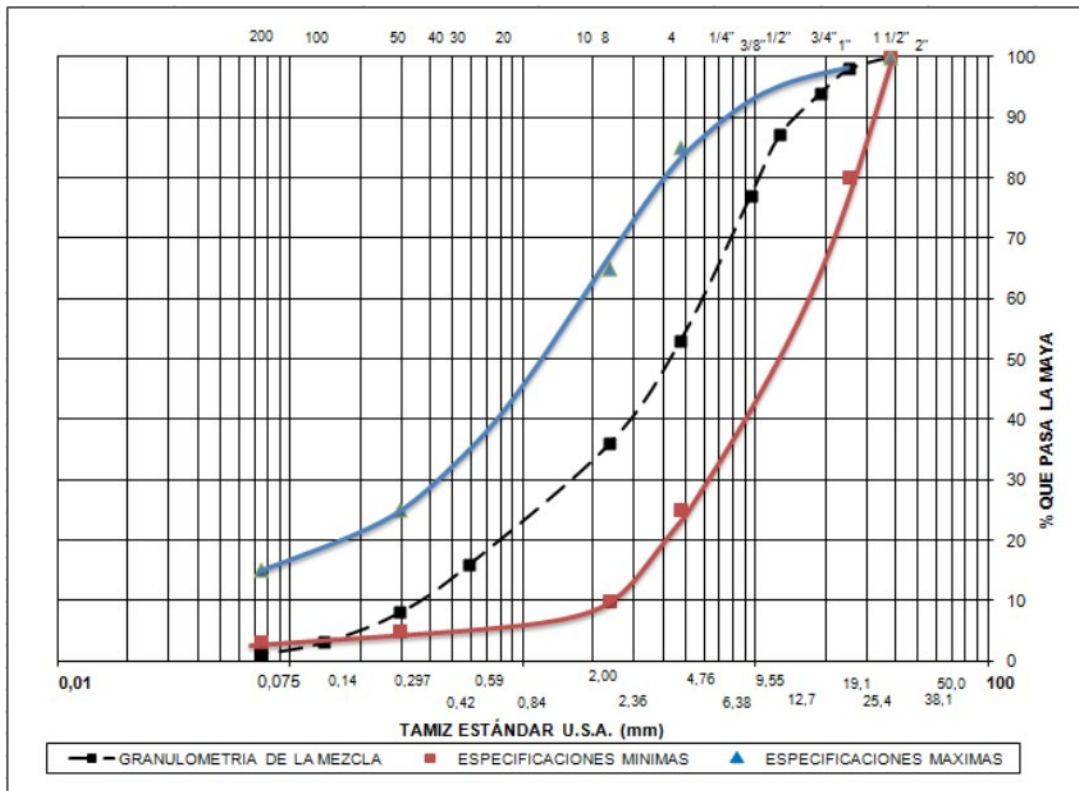
La figura 5 muestra la gradación promedio típica del MARE después de su trituration antes del mezclado en frio, es notoria la falta de finos en el tamiz 200 debido al conglomerado asfaltico que no se tritura por acción del ligante asfaltico envejecido que los mantiene atrapados.

Figura 5: Estabilidad Vs. Humedad de compactación



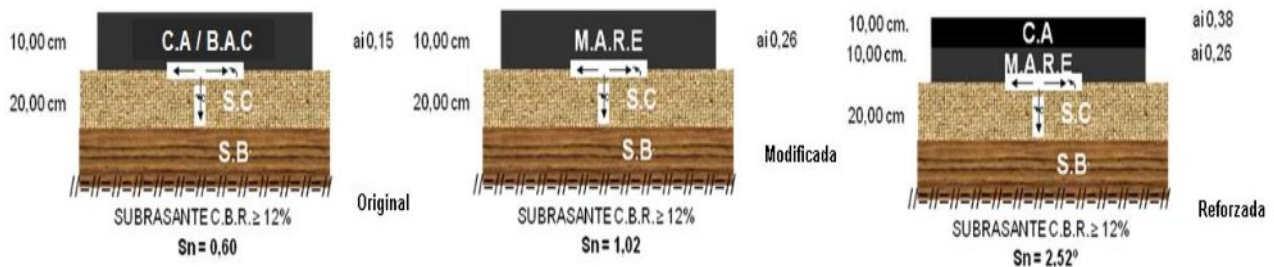
La figura 6 demuestra gráficamente la tendencia esperada en periodos secos de la perdida de humedad en el tiempo y la densificación.

Figura 6: Granulometría de la mezcla (curva MARE)



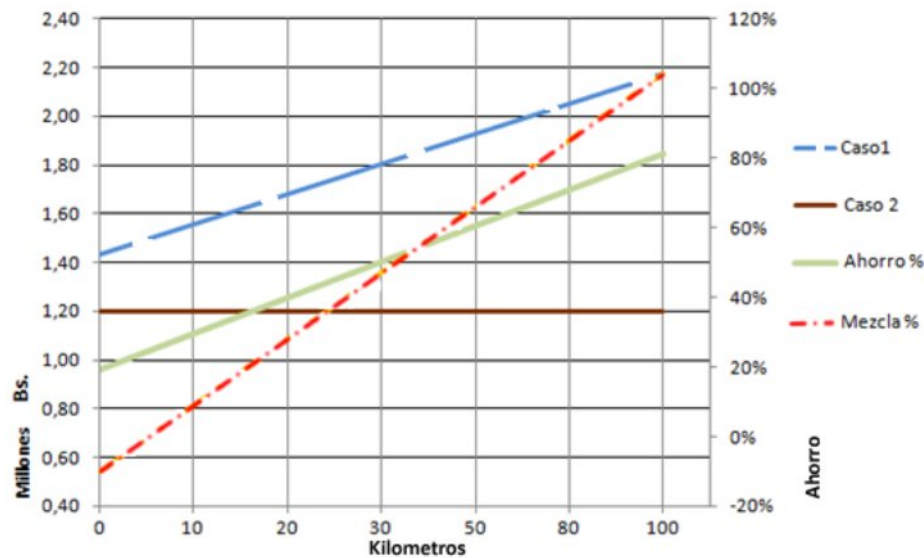
La figura 7 permite visualizar las diferentes estructuras que se reproducen en un proceso con MARE. Una situación inicial del pavimento existente con valores de coeficientes estructurales (a_i) estimados, en particular la capa asfáltica, una situación intermedia mejorada con el MARE y una situación final reforzada con una nueva capa de rodamiento necesaria para una vida útil programada en función al número estructural (S_n) requerido.

Figura 7: Estructura de pavimento



La figura 8 permite relacionar gráficamente los costos por km en la actividad típica de remoción de carpeta y bacheo con mezcla en caliente caso1 Vs reciclaje in situ empleando MARE caso2, considerando el recorrido de la mezcla en caliente desde la planta hasta el sitio de colocación. Para el caso1 tenemos una línea creciente con pendiente en la medida que aumenta el recorrido. Para el caso2 una línea horizontal constante. Una tercera línea indica el ahorro que se genera al relacionar ambas actividades.

Figura 8: Costo comparativo y ahorro (Bs. / Km.)



	0	10	20	30	50	80	100
Caso 1	1.500	1.573	1.646	1.720	1.867	2.087	2.234
Caso 2	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Ahorro %	25%	31%	37%	43%	56%	74%	86%
Mezcla %	0	11 %	23%	34%	57%	91%	113%

CONCLUSIONES

La norma MARE de forma oficial en FONDONORMA NTF 2000 - 1 - 2009 y su recomendación exclusiva del empleo de emulsiones asfálticas en las actividades de riego de adherencia e imprimación, constituyen un importante logro en el desarrollo de esta tecnología en Venezuela.

El numero de vías rehabilitadas con MARE en los últimos 20 años a nivel nacional en Venezuela, que suma más de 300 km, demuestra la factibilidad de su aplicación y comprobación de la calidad, por medio de controles y criterios de diseños.

La tabla 1 y figuras 5 y 6 demuestran las tendencias esperadas de propiedades físicas y mecánicas del MARE en condiciones normales de rehabilitación.

Las figuras 7 y 8 permiten proyectar diferentes situaciones estructurales para una vida útil del pavimento en función del costo efectivo, por incidencia del agregado recuperado, cemento asfáltico envejecido remanente Vs transporte de la mezcla.

Emplear MARE como se venia haciendo entre 1999 y 2006, en programas nacionales de rehabilitación de vías principales, donde las capas asfálticas son suficientes y cambiar la metodología tradicional anti ecológica de fresar y botar.

Se deben implementar estudios del pavimento a rehabilitar, diseño del MARE y su inspección durante la ejecución, a fin de asegurar su calidad y vida útil.

REFERENCIAS

The Asphalt Institute, Manual Series No. 14 MS – 14, February 1977.

The Asphalt Institute Manual Series No. MS – 19, Second Edition.

The Asphalt Institute, Manual Series No. MS – 21, First Edition.

The Asphalt Institute Manual Series No. MS – 23. First Edition.