

MEZCLAS ASFÁLTICAS RECICLADAS CON UTILIZACIÓN DE RAP

SEMINARIO. 3 Y 4 DE NOVIEMBRE





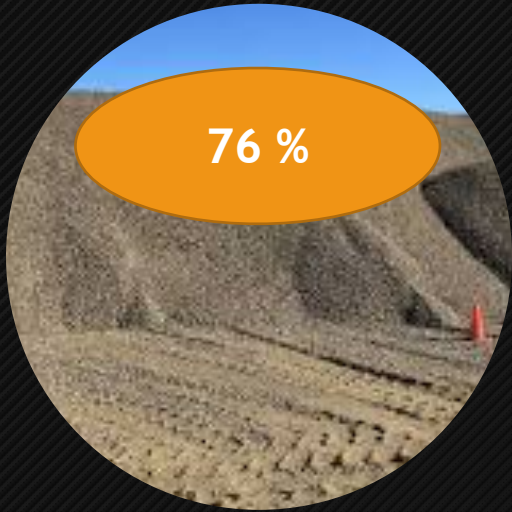
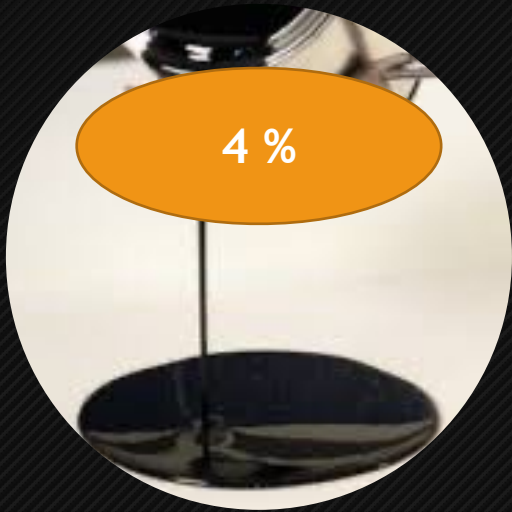
-  DISEÑO DE FORMULAS
-  PROCESO DE ELABORACIÓN
-  PROCESO DE COLOCACIÓN
-  PROCESO DE COMPACTACIÓN



ASPHALT
100% RECYCLABLE



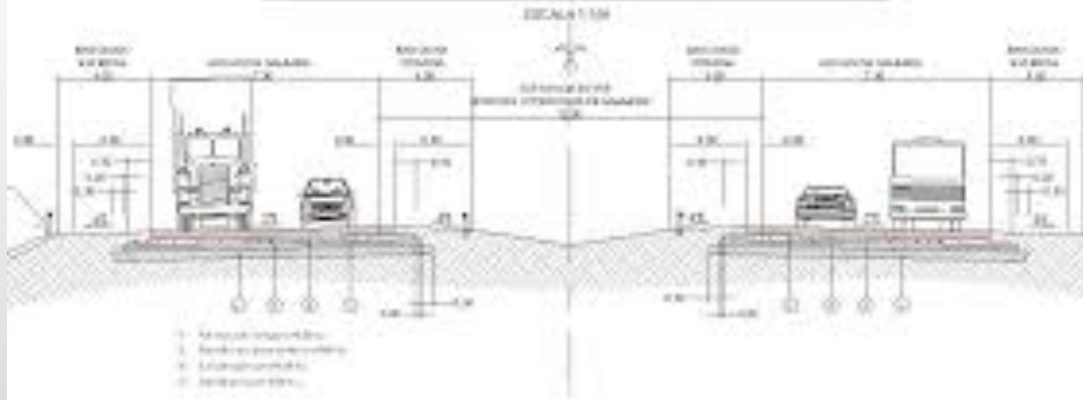


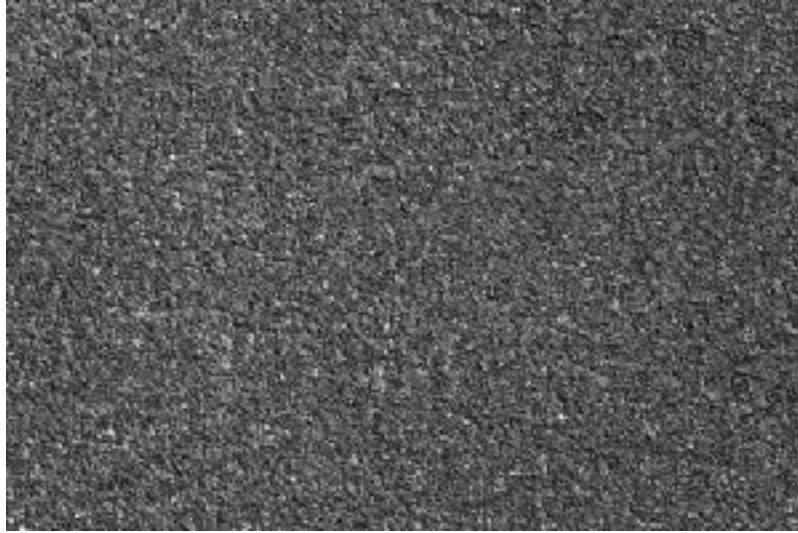




PERFIL TIPO CALZADA PRINCIPAL (Entre Puente)

(CMC) 1:1000000





MEZCLAS ASFÁLTICAS RECICLADAS

ASPECTOS A CUMPLIMENTAR

1

ECONOMICAMENTE CONVENIENTE

2

- MEDIOAMBIENTALMENTE RESPONSABLE

3

- COMPORTAMIENTO MECÁNICO CORRECTO

MEZCLAS ASFÁLTICAS RECICLADAS

ESTRUCTURA DE COSTO DE LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS

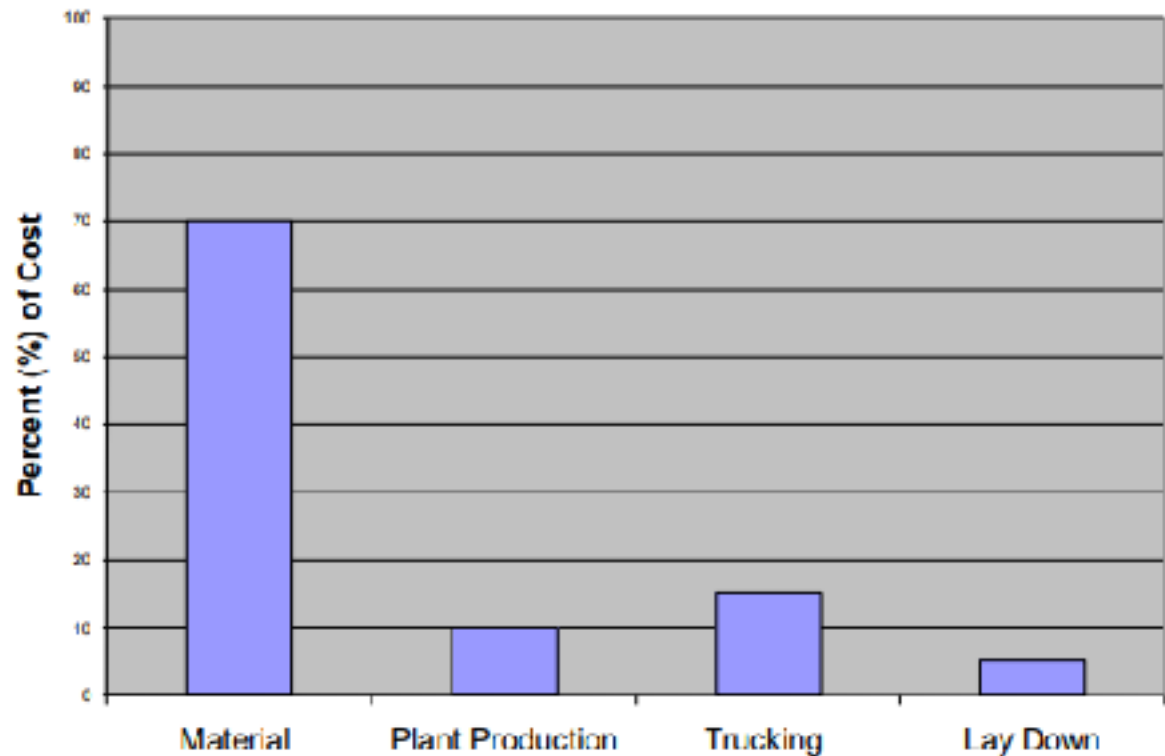


Figure 2. Graph. Estimated asphalt production cost categories.

MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO LUEGO DE UN PERÓDO DE SERVICIO



NCAT REALIZÓ UN ESTUDIO LUEGO DE MÁS DE 15 AÑOS DE SERVICIO A PARTIR DE DATOS DEL LTPP DE 18 PROYECTOS UBICADOS EN DIFERENTES ZONAS DE ESTADOS UNIDOS

SE LLEVÓ ADELANTE SOBRE CADA PROYECTO UNA COMPARACIÓN DE COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS VIRGENES Y MEZCLAS ASFÁLTICAS CON UN CONTENIDO DE RAP DEL 30 %

LAS CONDICIONES DE CLIMA, TRÁNSITO, CONFIGURACIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL, ETC. DE LAS MEZCLAS VIRGENES Y CON LA ADICIÓN DE 30 % DE RAP ERSN SIMILARES PARA CADA PROYECTO ELEGIDO

Table 4. Summary of statistical analyses from NCAT LTPP study.

Distress Parameter	Virgin Performed Significantly Better than RAP (Percent)	RAP Performed Significantly Better than Virgin (Percent)	Insignificant Difference Between RAP and Virgin (Percent)	RAP Performed Equal or Better than Virgin (Percent)
IRI	42	39	19	58
Rutting	33	29	38	67
Fatigue cracking	29	10	61	71
Longitudinal cracking	15	10	75	85
Transverse cracking	32	15	53	68
Block cracking	3	1	96	97
Raveling	7	15	78	93



MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO LUEGO DE UN PERÓDO DE SERVICIO



MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

DEFINICIONES. RAP

Se define al RAP como Pavimento Asfáltico Reciclado. Se incluye generalmente a todo material procedente de la disgregación, por fresado o trituración, de mezclas asfálticas que han verificado un determinado período de servicio.



MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

DEFINICIONES. LIGANTE ASFÁLTICO DE DISEÑO

El ligante asfáltico de diseño es el tipo de asfalto que se adoptaría (de acuerdo a los criterios del proyectista, generalmente clima y tránsito) en una obra a construir con materiales vírgenes, considerando la clasificación de ligantes asfálticos empelada regularmente (penetración, viscosidad o Superpave)



MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

DEFINICIONES. LIGANTE ASFÁLTICO RESULTANTE



El ligante asfáltico resultante es aquel que surge a partir de la combinación del ligante asfáltico virgen y del ligante asfáltico recuperado del RAP de acuerdo a las proporciones de cada uno de los componentes utilizadas

MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

DEFINICIONES. BLEND DE AGREGADOS



El blend de agregados es la combinación de los agregados pétreos vírgenes y los provenientes del RAP empleado, de acuerdo a las proporciones de fracciones vírgenes y RAP utilizadas

DISEÑO DE LA FÓRMULA

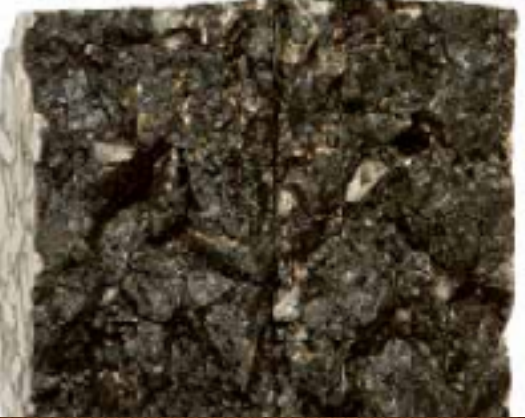


DISEÑAR UNA MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA SIGNIFICA ENCONTRAR UNA COMBINACIÓN ADECUADA DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE AGREGADOS PÉTREOS VIRGENES Y RAP (INCLUYENDO EL FILLER) Y EL CONTENIDO DE LIGANTE ASFÁLTICO VIRGEN PARA DICHA ESTRUCTURA PÉTREA, VERIFICANDO ADEMÁS QUE EL ASFALTO RESULTANTE CUMPLIMENTE LOS REQUISITOS PARA EL GRADO ESTABLECIDO EN EL PROYECTO



DISEÑO DE LA FÓRMULA





ASPECTOS ESTRUCTURALES



ASPECTOS FUNCIONALES

PROCESO DE DISEÑO

1.- SELECCIÓN DE MATERIALES

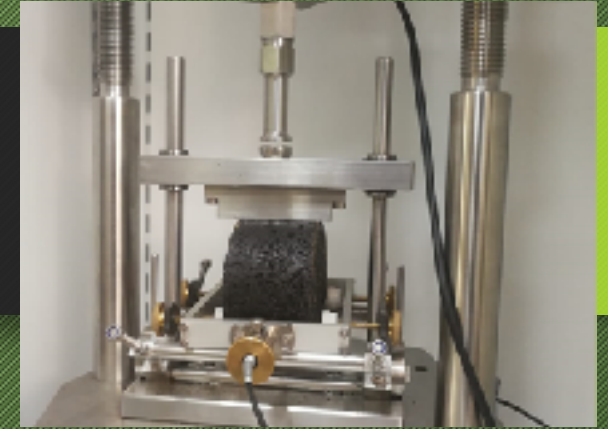
2.- DISEÑO DE LA ESTRUCTURA GRANULAR

3.- SELECCIÓN CONTENIDO DE ASFALTO

4.- VERIFICACIÓN DE RELACIÓN FILLER/ASFALTO

5.- VERIFICACIÓN SENSIBILIDAD HUMEDAD

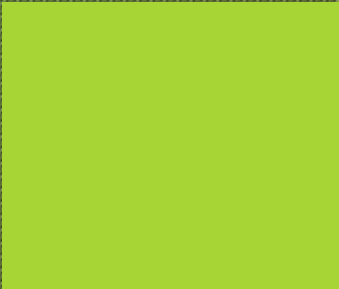
6.- VERIFICACIÓN COMPORTAMIENTO MECÁNICO





TASA DE
RECICLADO

10 % < RAP < 50 %



1 REQUISITOS AGREGADOS PETREOS



- NIVEL Y TIPO DE TRÁNSITO
- UBICACIÓN DENTRO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL
 - Fricción neumático –pavimento
 - Nivel de sollicitación
- DISPONIBILIDAD
 - Volúmen
 - Regularidad en la calidad

- PROPIEDADES INTRÍNSECAS
 - Resistencia a la abrasión
 - Resistencia al pulimento
 - Inalterabilidad
- PROPIEDADES GESTIONABLES
 - Caras de fractura
 - Partículas elongadas
 - Partículas lajosas



SOBRE EL ASFALTO RESULTANTE

1 REQUISITOS DEL LIGANTE ASFÁLTICO

TEMPERATURAS DURANTE LA VIDA EN SERVICIO

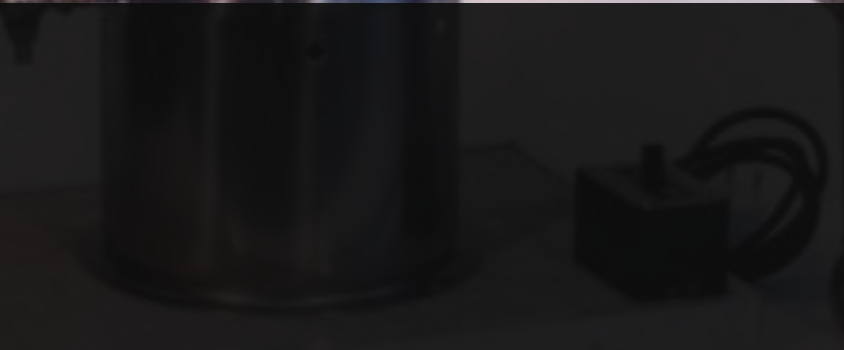
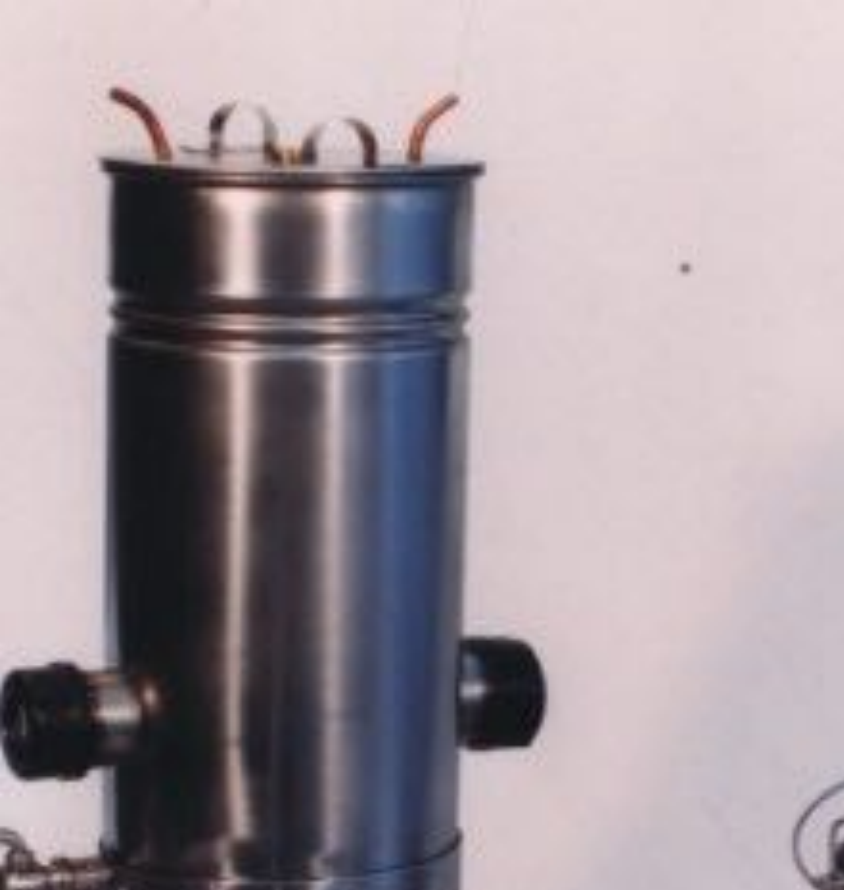
NIVEL DE TRÁNSITO

TIPO DE TRÁNSITO

- CLASIFICACIÓN POR PENETRACIÓN
- CLASIFICACIÓN POR VISCOSIDAD
- CLASIFICACIÓN POR COMPORTAMIENTO







RECUPERACIÓN DEL LIGANTE



RECUPERACIÓN DEL LIGANTE

ASTM D-5404

ETAPA 1

TEMPERATURA	140 °C
VELOCIDAD DE ROTACIÓN	40 RPM
VACÍO	40 MM Hg
TIEMPO	HASTA NO DESTILAR

ETAPA 2

TEMPERATURA	140 °C
VELOCIDAD DE ROTACIÓN	45 RPM
VACÍO	600 MM Hg
TIEMPO	15 MINUTOS



LIGANTE ASFÁLTICO RESULTANTE

ESTUDIO DEL LIGANTE ASFÁLTICO RESULTANTE



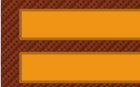
LIGANTE
ASFÁLTICO
DEL RAP



LIGANTE
ASFÁLTICO
VIRGEN



BLEND DE
LIGANTE
ASFÁLTICO



LIGANTE
ASFÁLTICO
RESULTANTE

CA-30 (2400 dPa*seg - 3600 dPa*seg)

$3600 \text{ dPa*seg} * 3,5 = 12600 \text{ dPa*seg}$

VALORES MÁX. DE VISCOSIDAD DEL LIGANTE ASFÁLTICO RESULTANTE

GRADO DE DISEÑO	MAX. VALOR DE VISCOSIDAD [dPa*seg]
CA-5	2800
CA-10	5600
CA-20	8400
CA-30	12600

Característica	Unidad	Clase de asfalto										Método de ensayo
		CA-5		CA-10		CA-20		CA-30		CA-40		
		min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	
Viscosidad a 60 °C (1)	dPa s	400	800	801	1 600	1 601	2 400	2 401	3 600	3 601	4 600	IRAM 6836 IRAM 6837
Viscosidad a 135 °C (1)	mPa s	175	-	250	-	300	-	350	-	400	-	IRAM 6836 IRAM 6837
Índice de penetración de Pfeiffer	-	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	5.1
Ensayo de Ollensis	-	Negativo (2)										IRAM 6594
Solubilidad en tricloroetileno	g/100 g	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-	IRAM 6585
Punto de inflamación Cleveland vaso abierto	°C	230	-	230	-	230	-	230	-	230	-	IRAM-IAP A 6555
Ensayo sobre el residuo de pérdida por calentamiento - RTFOT												IRAM 6839
Índice de durabilidad (3)	-	-	3,5	-	3,5	-	3,5	-	3,5	-	3,5	5.2
Ductilidad del residuo a 25 °C, 5 cm/min	cm	100	-	75	-	50	-	50	-	25	-	IRAM 6579

(1) En caso de discrepancia se tomará como válida la viscosidad obtenida por el método IRAM 6837.

(2) En caso de dar positivo se acepta un índice xileno/n-heptano inferior a 25-30 ml/100 ml.

(3) Índice de durabilidad: hace referencia a la viscosidad del asfalto envejecido a 60 °C (viscosímetro o capilar), y a la viscosidad original a 60 °C (viscosímetro o capilar); ambas medidas por el mismo método.

LIGANTE ASFÁLTICO RESULTANTE

FACTORES DE LOS QUE DEPENDE LA VISCOSIDAD A 60 °C

VISCOSIDAD ROTACIONAL A 60 °C DEL ASFALTO RECUPERADO DEL RAP

CONTENIDO DE ASFALTO DEL RAP

PORCENTAJE DE RAP EN LA MEZCLA RECICLADA

VISCOSIDAD ROTACIONAL A 60 °C DEL ASFALTO VIRGEN EMPLEADO

CONTENIDO DE ASFALTO VIRGEN EN LA FORMULA DE TRABAJO

EMPLEO DE UN ADITIVO REJUVENECEDOR

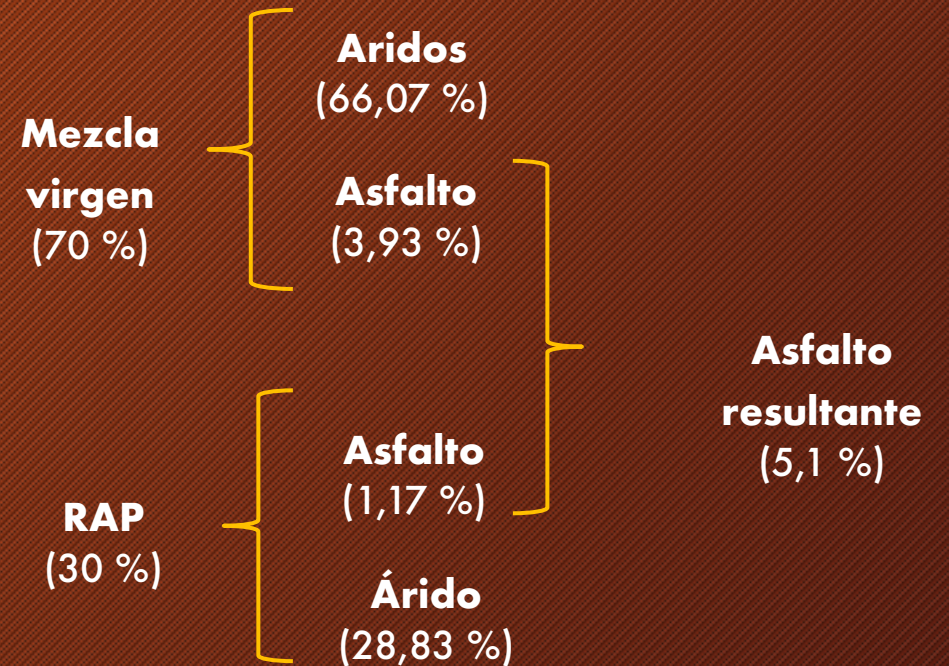


MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

EJEMPLO PRÁCTICO

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

LIGANTE ASFÁLTICO MEZCLA CON 30 % RAP		
Parámetro	Unidad	77,1 % AC30/22,9 % RAP
Contenido de ligante	%	5,1
Viscosidad a 60 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	6900
Viscosidad a 135 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	7,3



MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP

EJEMPLO PRÁCTICO

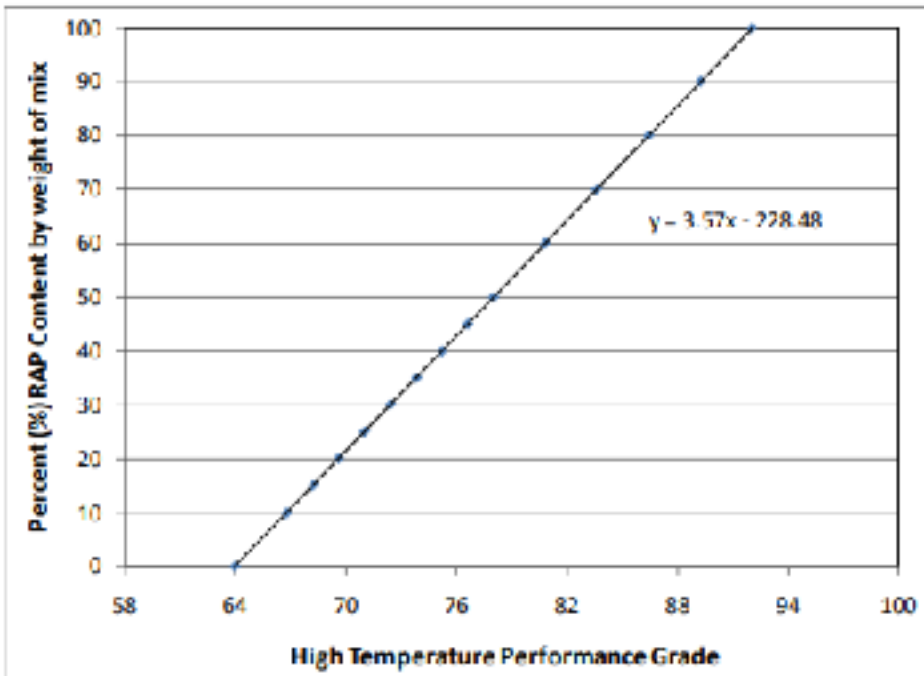


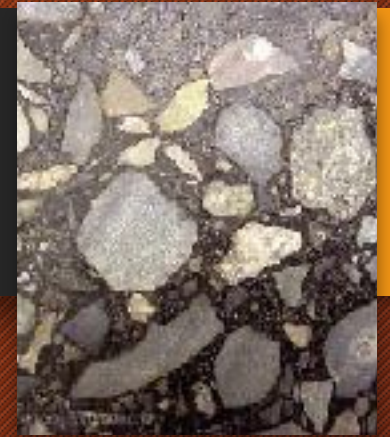
Figure 18. Graph. Percent RAP content versus high temperature PG.

Table 2. Binder selection guidelines for RAP mixtures according to AASHTO M 323.⁽¹³⁾

Recommended Virgin Asphalt Binder Grade	RAP Percent
No change in binder selection	< 15
Select virgin binder one grade softer than normal (e.g., select PG 58-28 if PG 64-22 would normally be used)	15–25
Follow recommendations from blending charts	> 25

2 ESQUELETO GRANULAR

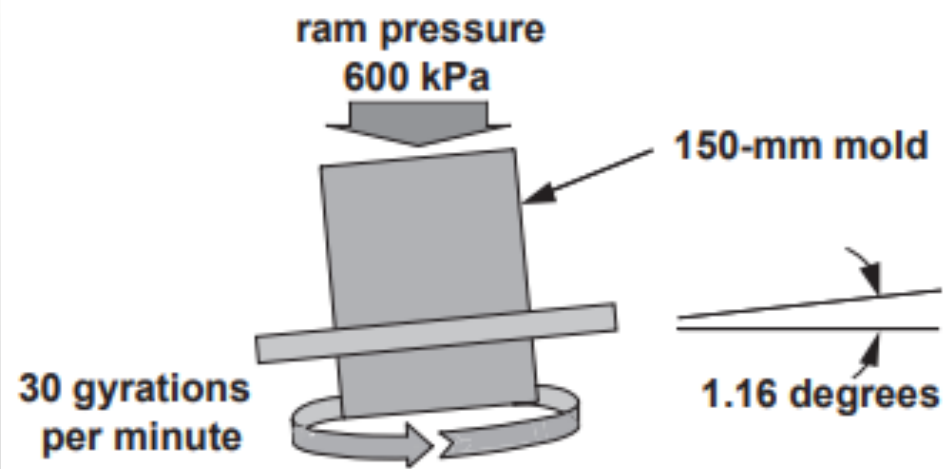
- **ESTRUCTURA RESISTENTE A SOLICITACIONES DE CARGAS.**
 - Interlocking.
- **SUFICIENTE ESPACIO INTERGRANULAR.**
 - Para contener asfalto.
 - Y lograr vacíos que eviten exudaciones.
- **MACROTEXTURA.**
 - Adherencia neumático-pavimento.
- **TRABAJABILIDAD ADECUADA.**
 - Elaboración (envuelta o recubrimiento).
 - Colocación (segregación).
- **CONTENIDO DE FINOS.**
 - Conformación de un mastic correcto.



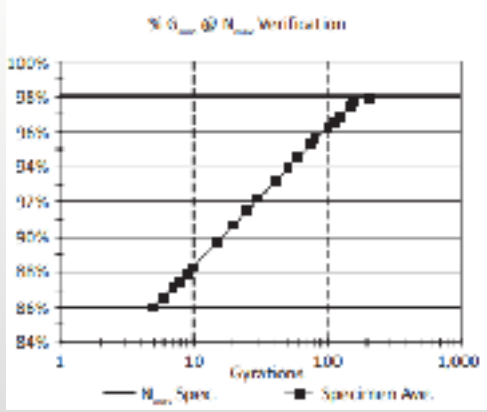


PROCESO DE COMPACTACIÓN

T@COMPACTACIÓN



T@COMPACTACIÓN



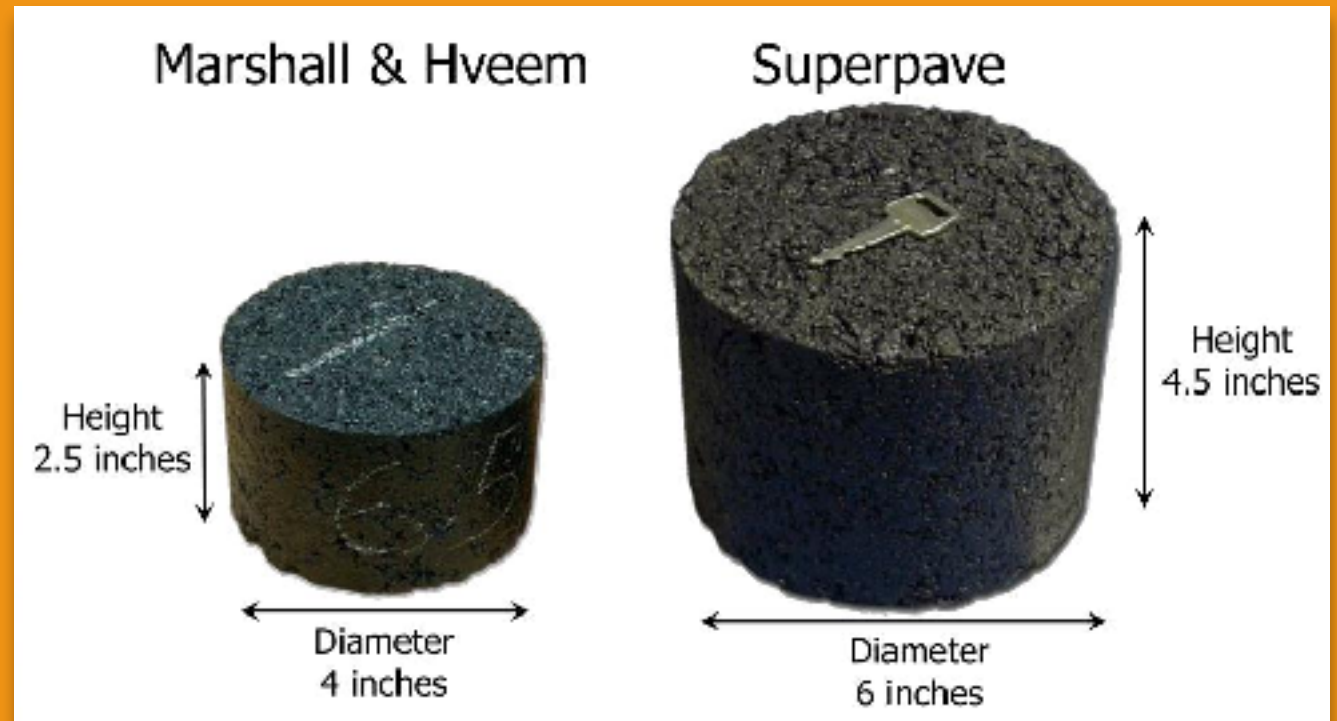


ENERGÍA DE COMPACTACIÓN

SIMULACIÓN EN LABORATORIO

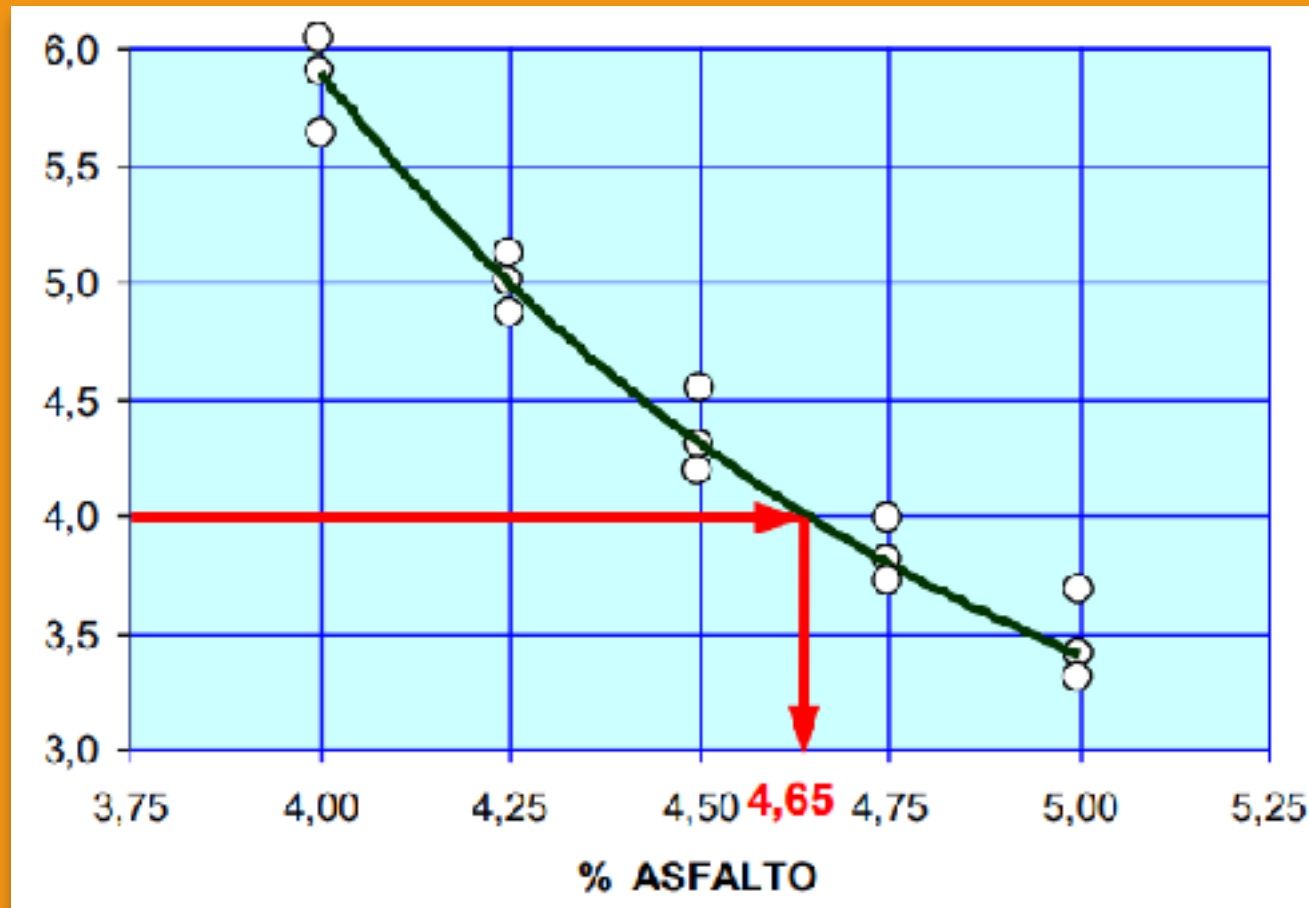
3 CONTENIDO DE ASFALTO

EN BASE A PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS DE PROBETAS COMPACTADAS



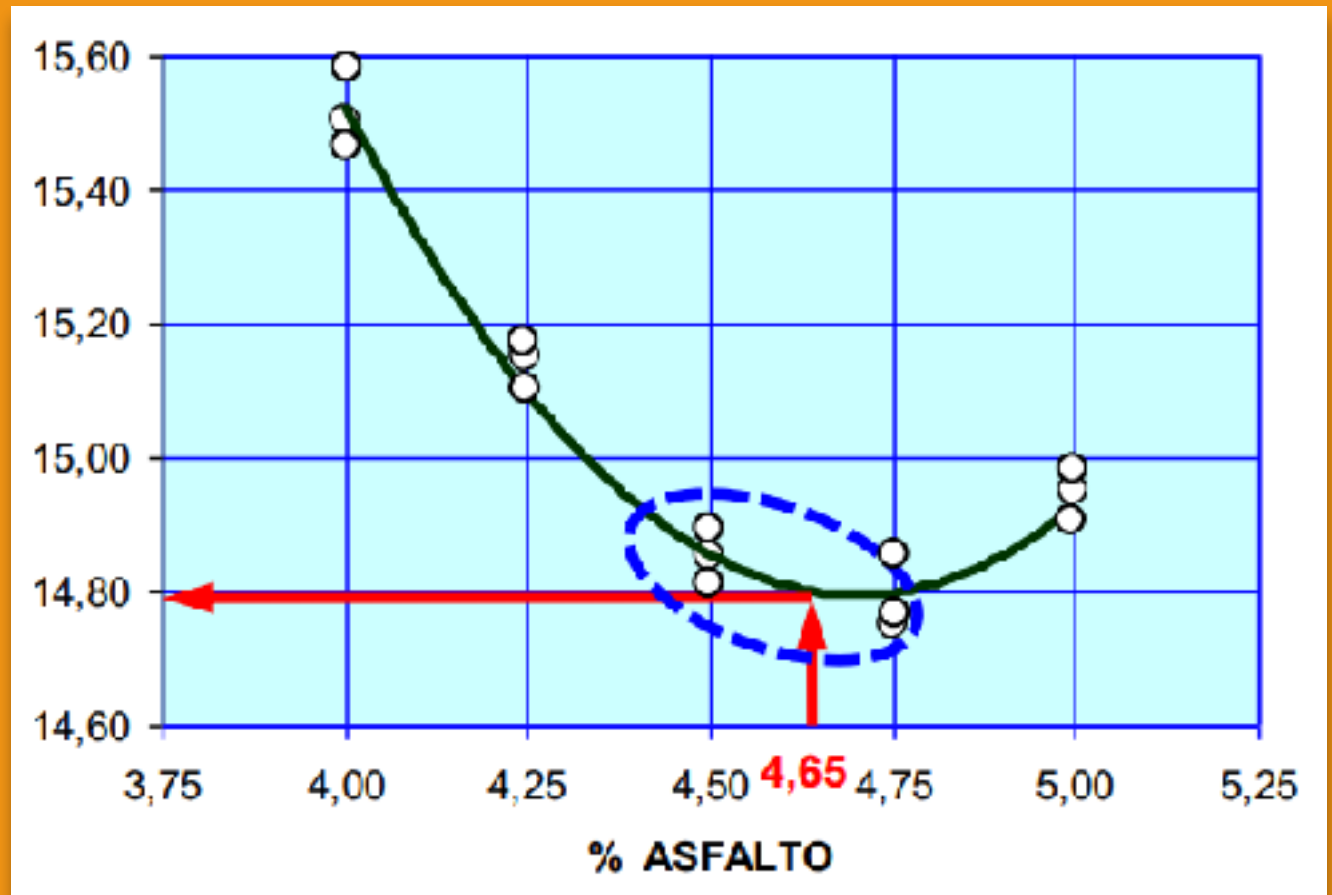
PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS

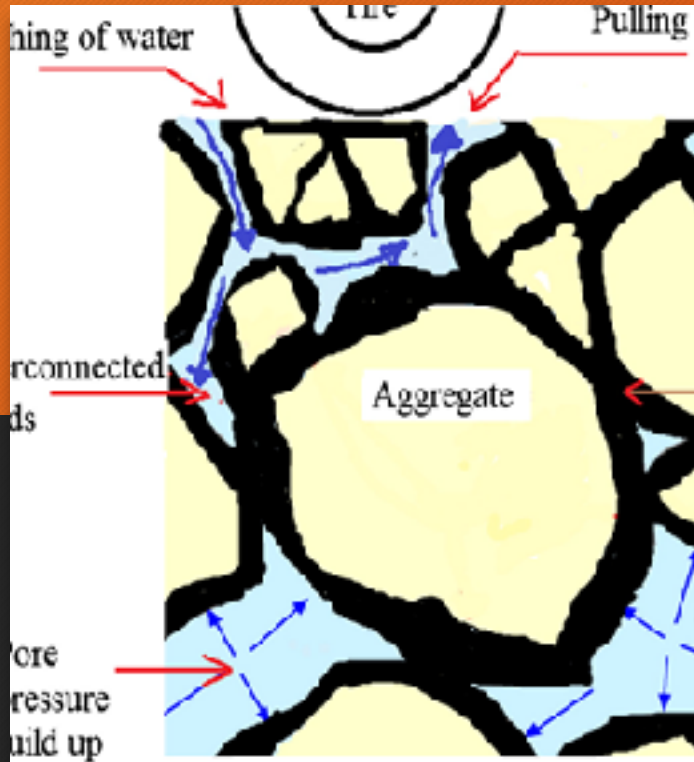
PORCENTAJES DE VACÍOS



PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS

VAM





5 DAÑO POR HUMEDAD

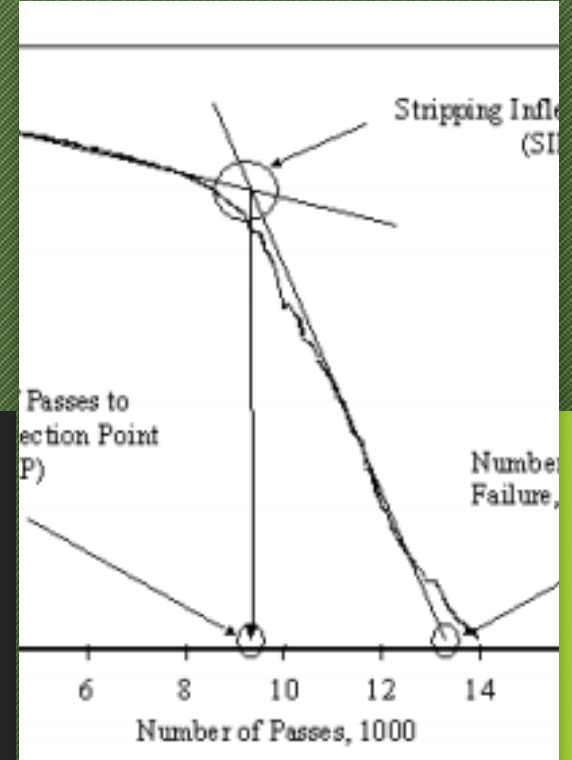
MECANISMO DE FALLA

DAÑO POR HUMEDAD

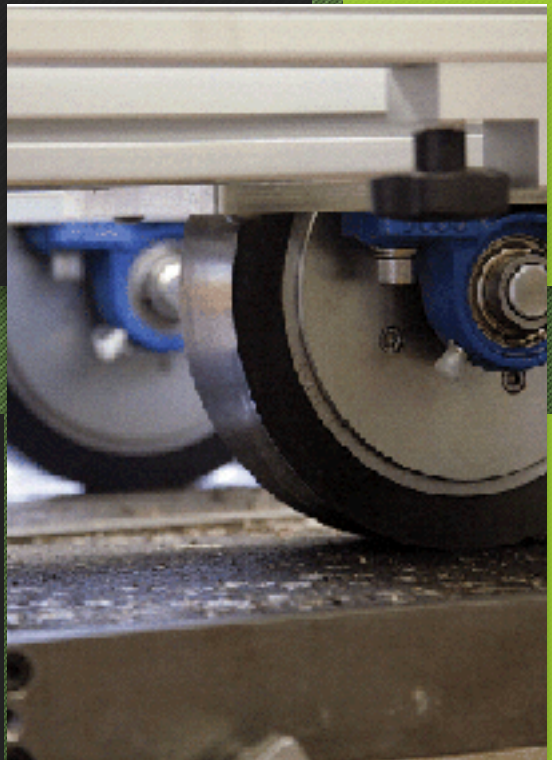
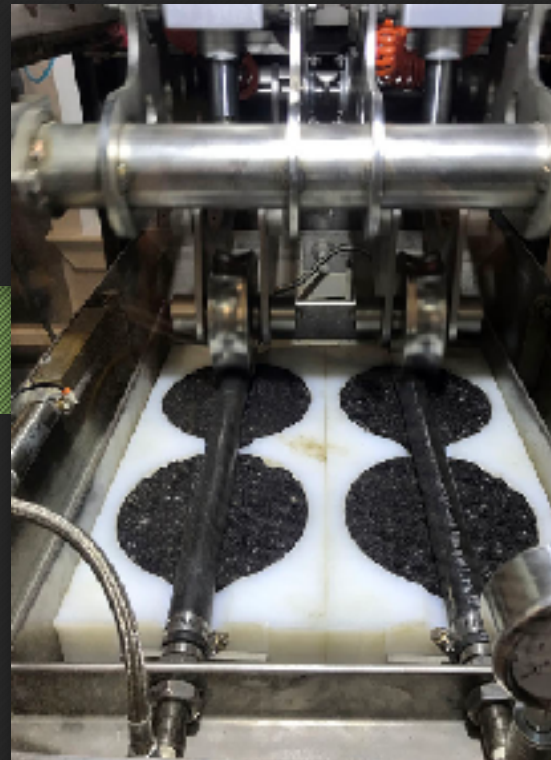


$$ITSR = 100 \times \frac{ITS_w}{ITS_d}$$

$\geq 80\%$

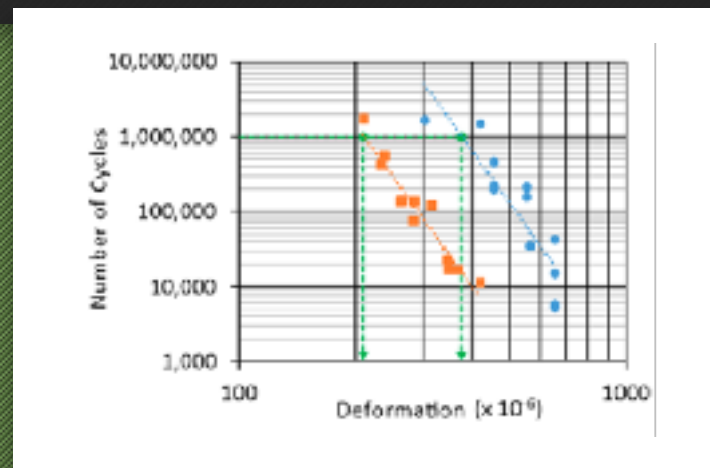
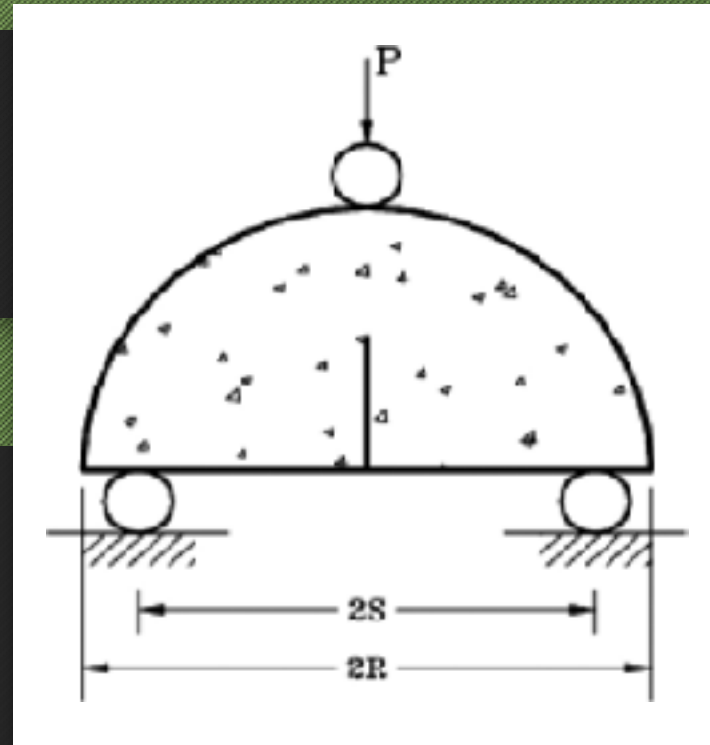


DAÑO POR HUMEDAD



6 DEFORMACIONES PERMANENTES

6 FISURACIÓN POR FATIGA



PROCESO DE ELABORACIÓN

MEZCLAS ASFÁLTICAS RECICLADAS

TIPOS DE PROCESO

PROCESO CONTINUO



PROCESO POR BATCH



PROCESO DE ELABORACIÓN

GESTIÓN DEL RAP



CLASIFICACIÓN
E IDENTIFICACIÓN



ALMACENAMIENTO



SISTEMA DE
ALIMENTACIÓN

GESTIÓN DEL RAP

CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN



POR ORIGEN

- CARACTERÍSTICA DEL LIGANTE
 - GRADO DE ENVEJECIMIENTO
- CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS
 - PARTÍCULAS TRITURADAS



POR TAMAÑO

- GRANULOMETRÍA
 - DISMINUIR VARIABILIDAD
- CONTENIDO DE LIGANTE
 - DISMINUIR VARIABILIDAD



FRACCIÓN GRUESA

- Retenido $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{8}$ "

FRACCIÓN FINA

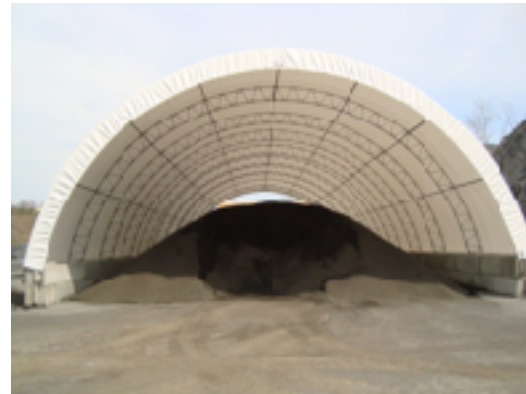
- Pasa $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{8}$ "

GESTIÓN DEL RAP

CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN

GESTIÓN DEL RAP

ALMACENAMIENTO



HUMEDAD





GESTIÓN DEL RAP

SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN



PROCESO POR BATCH

ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS EN FRÍO

SECADO Y CALENTAMIENTO DE AGREGADOS

ALIMENTACIÓN EN CALIENTE DE LOS AGREGADOS

PESADO DE CADA INSUMO

PROCESO DE MEZCLADO

ALMACENAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA



PROCESO CONTINUO

ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS

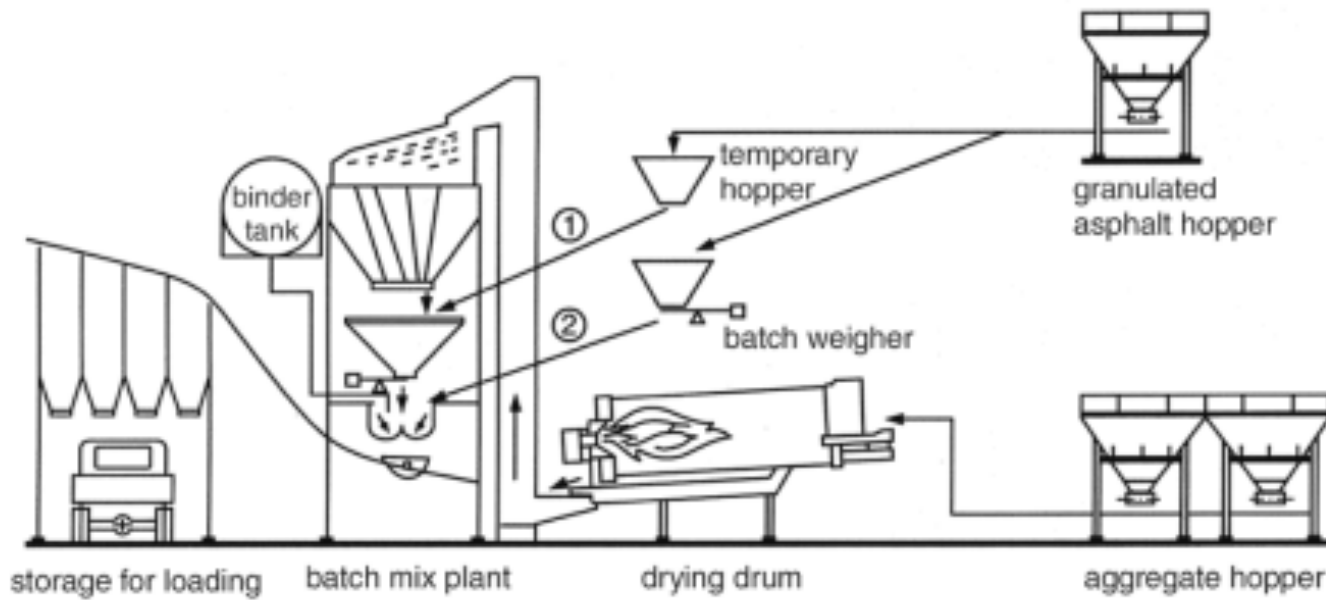
SECADO Y CALENTAMIENTO DE AGREGADOS

INCORPORACIÓN DEL ASFALTO

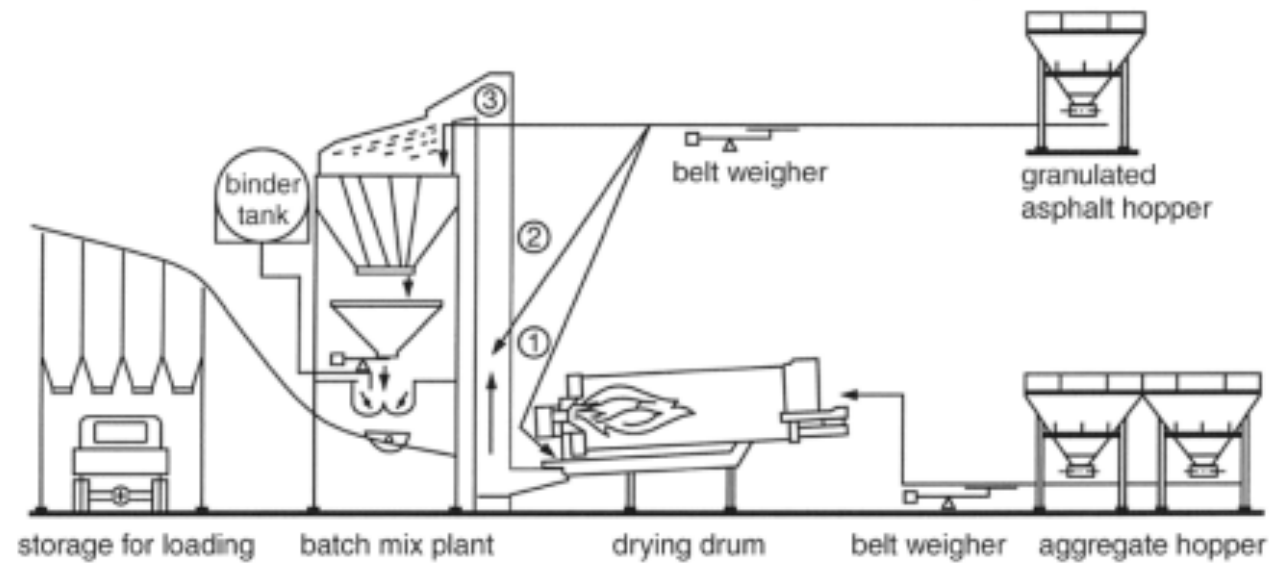
PROCESO DE MEZCLADO

ALMACENAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

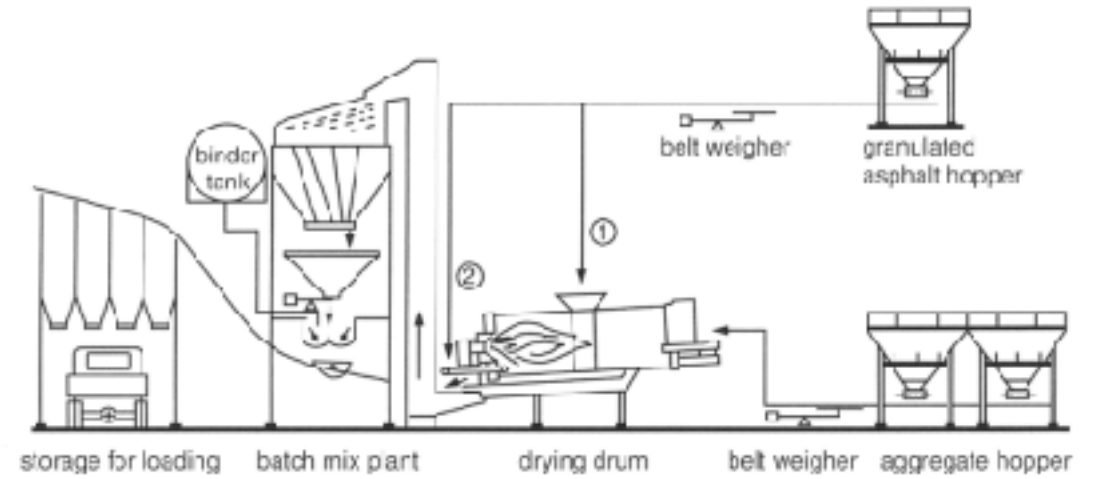
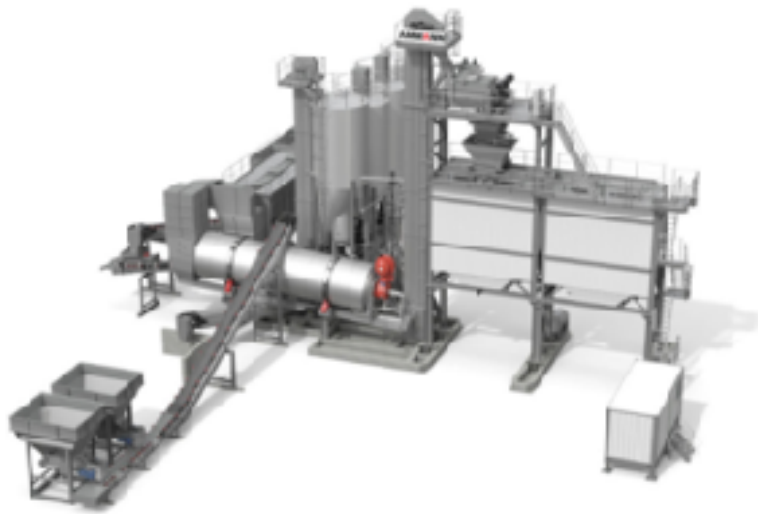




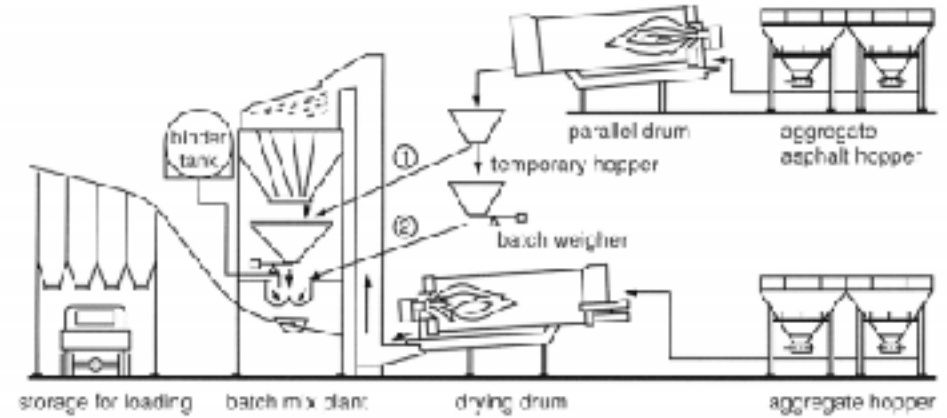
PROCESO POR BATCH



PROCESO POR BATCH

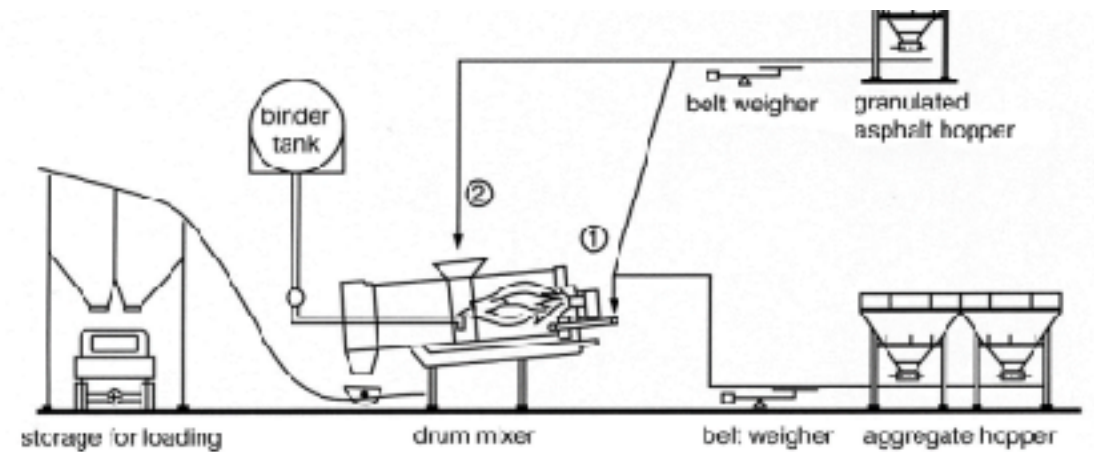
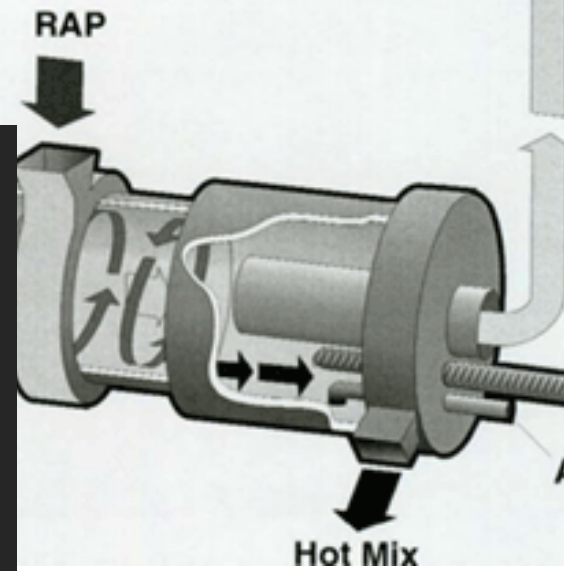


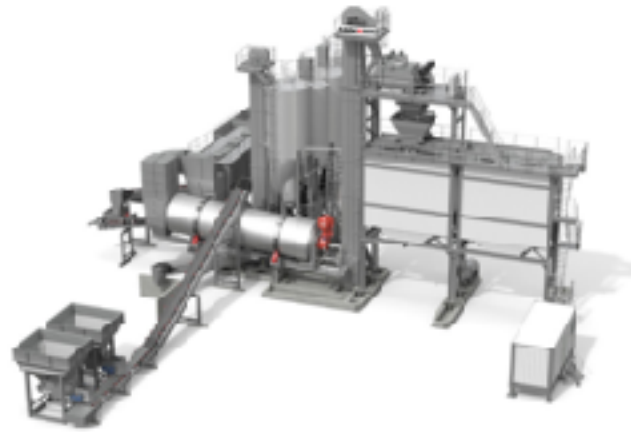
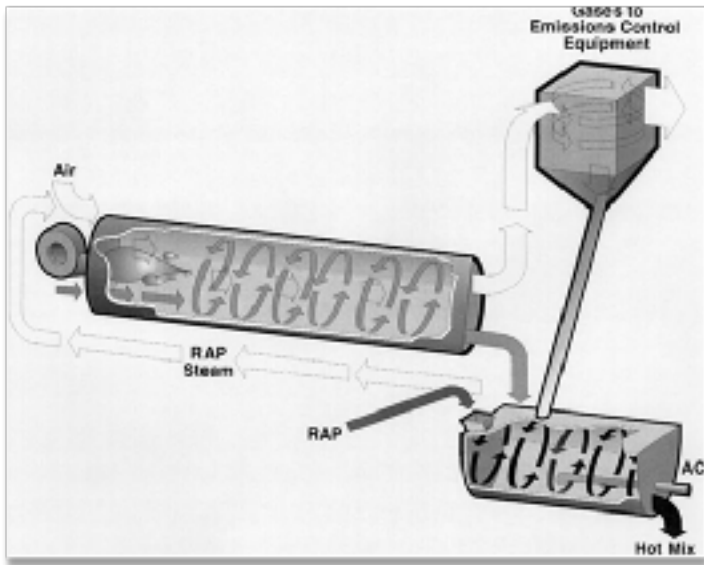
PROCESO POR BATCH



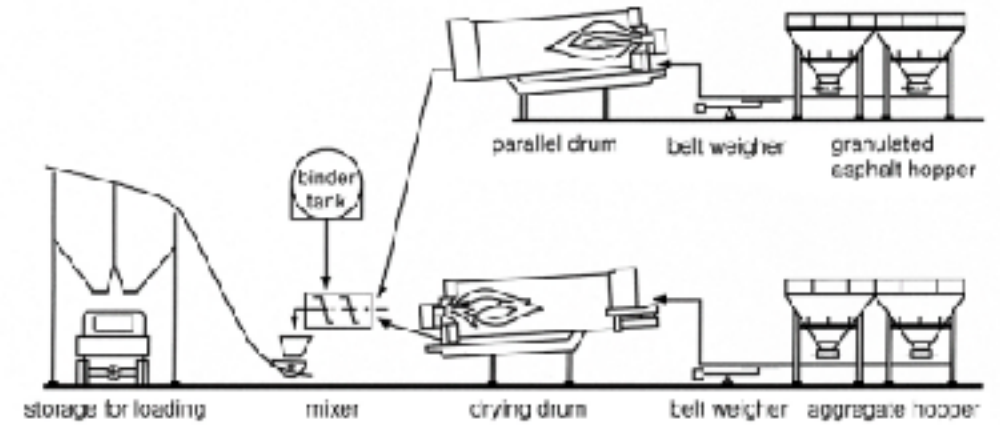
PROCESO POR BATCH

PROCESO CONTINUO





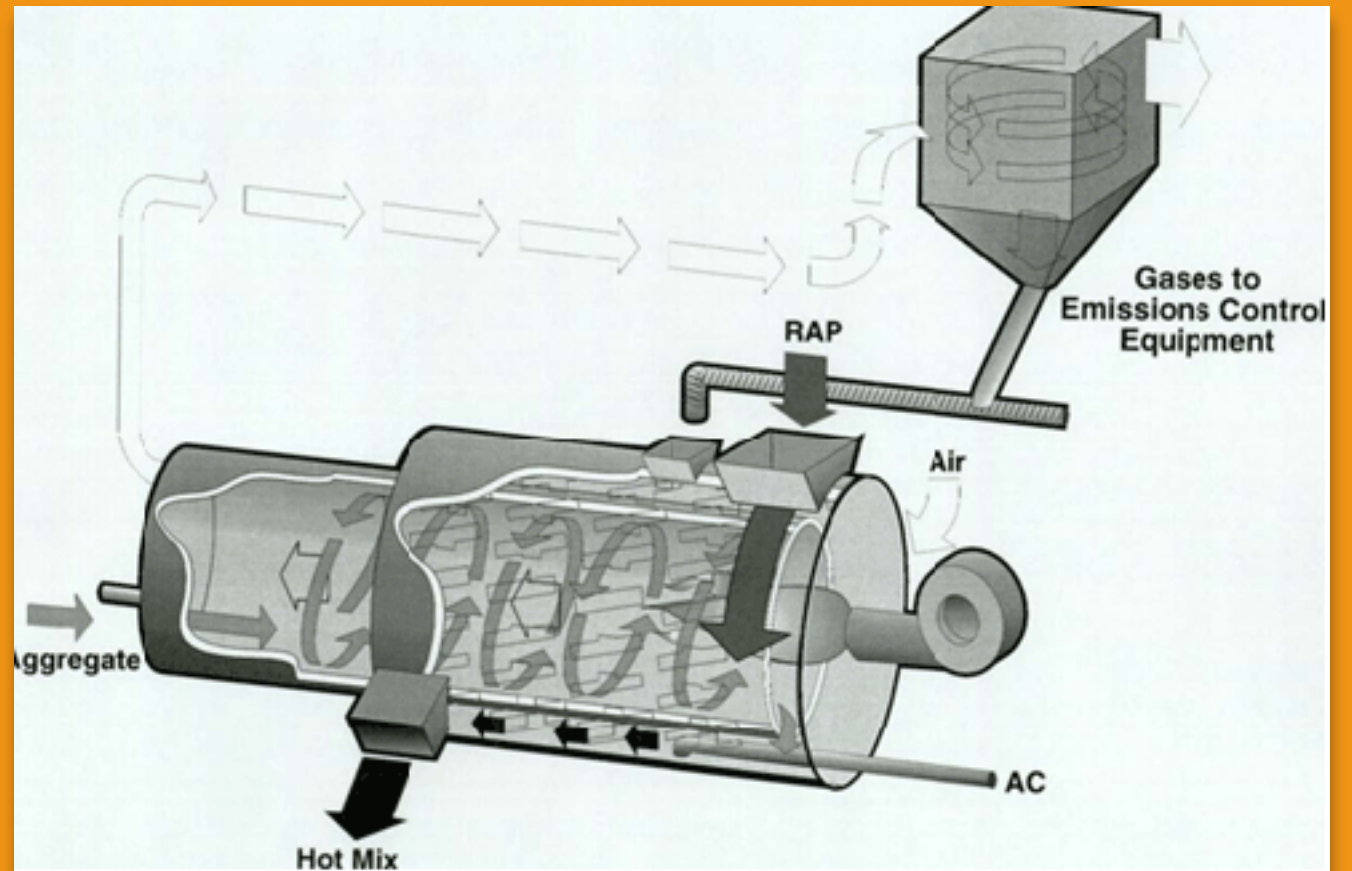
PROCESO CONTINUO



PROCESO CONTINUO

PROCESO CONTINUO

CONTRAFLUJO
BOBLE TAMBOR







**MUCHAS
GRACIAS**

Comisión Permanente del Asfalto

CPA 75°
ANIVERSARIO

IAPC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS