

## CAPITULO V

En este capítulo se analizará el costo de una carpeta asfáltica, elaborada en esta ciudad de Hermosillo, y tomando los precios unitarios de la Secretaría de Asentamientos Humanos y de Obras Públicas, empleando los principales procedimientos de construcción.

Para tal efecto consideraremos un tramo de 1 km. de longitud, con un ancho de carpeta asfáltica de 7.50 mts. y suponiendo un espesor de 5 cms. compactos, basado éste en la densidad y tipo de tránsito, así como en valor relativo de soporte (C.B.R.) de la terracería.

En cuanto a los materiales pétreos supondremos que cumplen con las pruebas de laboratorio especificadas por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (Granulometría, desgaste, absorción, densidad, afinidad, porosidad, rugosidad, peso volumétrico, etc.), pero consideramos conveniente el empleo de un aditivo para mejorar las características del agregado.

Será requisito indispensable para tender la carpeta asfáltica, contar de antemano con una base conformada, compactada, impregnada y seca.

### 1 PRESUPUESTO DE MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR

El procedimiento a seguir en este tipo de mezclas será como sigue:

Habiendo cumplido la base con los requisitos descritos en el párrafo anterior se aplicará un riego de liga a razón de 0.5 lts./m<sup>2</sup> de FR-3, e inmediatamente se extenderá la mezcla asfáltica, la cual debió ser previamente dosificada en el laboratorio y siguiendo los pasos de los métodos de pruebas empíricas y de compresión sin confiar.

Suponemos los siguientes datos:

Peso volumétrico suelto seco (P.V.S.S.) = 1650 Kg./m<sup>3</sup>  
Factor de abundamiento = 1.30  
Desperdicio en el cribado = 10%  
Asfalto para carpeta = 100 lts./m<sup>3</sup> de FR-3  
Asfalto para riego de liga = 0.5 lts./m<sup>2</sup> de FR-3  
Aditivo F-10 al 1.5% con respecto al volumen del asfalto FR-3  
Distancia banco-obra = 5 kms.  
Distancia acarreo de asfalto = 5 kms.  
Tamaño máximo del agregado 3/4"

MATERIAL PETREO :

- 1) Volumen compacto = 1,000 m.x 7.50 m.x 0.05 m. = 375 m3  
Volumen suelto cribado = 1,000 m.x 7.50 m.x 0.065 m. = 487,50 m3
- 2) Extracción =  $\frac{541.66}{1.30} = 416.66$  m3
- 3) Cribado = 416.66 x 1.30 = 541.66 m3
- 4) Acarreo local = 541.66 + 487.50 + 54.16 = 1,083.32 m3
- 5) Carga del material pétreo = 541.66 x 0.9 = 487.50 m3
- 6) Acarreo a 5 Km. de 487.50 m3 = 2,437.50 m3-Km.
- 7) Acamellonado = 487.50 m3
- 8) Compactación = 375 m3

MATERIAL ASFALTICO

- 1) Asfalto FR-3 para mezcla = 487.50 m3 x 100 lts./m3 = 48,750 lts.
- 2) Asfalto FR-3 para riego de liga=7500 m2 x 0.5 lts./m2 = 3,750 lts.
- 3) Acarreo a 5 Km. de 52.50 m3 de FR-3 = 262.50 m3-Km.
- 4) Aditivo F-10 al 1.5% = 48,750 lts. x 0.015 = 731.25 lts.

COSTO DE MEZCLA ASFALTICA

Material Pétreo:

Extracción = 416.66 m3 x \$21.30-----	\$ 8,874.86
Cribado = 541.66 m3 x \$24.12-----	13,064.84
Acarreo local = 1,083.32 m3 x \$2.53 -----	2,740.80
Carga del Material = 487.50 m3 x \$8.00-----	3,900.00
Acarreo de 5 Km. de 487.50 m3 = 2,437.50 m3-Km.x\$2.53-	6,166.88
Acamellonado = 487.50 m3 x \$1.17 -----	570.38
Compactación al 95% = 375 m3 x \$84.85 -----	31,818.75

Material Asfáltico:

Asfalto FR-3 para mezcla =48,750 lts. x \$2.00-----	\$ 97,500.00
Asfalto FR-3 para riego de liga=3,750 lts. x \$2.00---	7,500.00
Acarreo a 5 Km. de 52.50 m3 de FR-3=262.5 m3-Km.x\$2.19	574.87
Aditivo F-10 al 1.5% =731.25 lts. x \$50.00-----	36,562.50

COSTO TOTAL DE MEZCLA ASFALTICA:----- \$209,273.88

Costo por m2 =  $\frac{\$209,273.88}{7500 \text{ m}^2} = \$ 27.90/\text{M}^2$

Costo por m3 =  $\frac{\$209,273.88}{375 \text{ m}^3} = \$ 558.06/\text{M}^3$

RIEGO DE SELLO :

MATERIAL PETREO :

Material pétreo 3A, 10 lts./m<sup>2</sup> x 7,500 m<sup>2</sup> lts. = 75 m<sup>3</sup>  
Factor de abundamiento = 1.20  
Volumen de material para cribar 25% aprovechable =  $\frac{75}{0.25} = 300$  m<sup>3</sup>  
Extracción =  $\frac{300}{1.20}$  m<sup>3</sup> = 250 m<sup>3</sup>  
Cribado = 300 m<sup>3</sup>  
Acarreo local = 300 + 75 + 225 = 600 m<sup>3</sup>  
Acarreo a 5 Km. de 75 m<sup>3</sup> = 375 m<sup>3</sup>-Km.  
Barrido = 0.75 Ha.  
Tendido = 75 m<sup>3</sup>

MATERIAL ASFALTICO :

Asfalto FR-3 = 7,500 m<sup>2</sup> x 1.2 lts./m<sup>2</sup> = 9,000 lts.  
Acarreo a 5 Km. de 9 m<sup>3</sup> de FR-3 = 45 m<sup>3</sup>-Km.  
Aditivo F-10 al 1.0% = 9,000 x 0.01 = 90 lts.

COSTO DE RIEGO DE SELLO

MATERIAL PETREO :

Extracción = 250.000 m <sup>3</sup> x \$21.30 -----	\$ 5,325.00
Cribado = 300 m <sup>3</sup> x \$31.44 -----	9,432.00
Acarreo local = 600 m <sup>3</sup> x \$2.53 -----	1,518.00
Acarreo a 5 Km. de 75 m <sup>3</sup> = 375 m <sup>3</sup> -Km. x \$2.53-----	948.75
Barrido = 0.75 Ha. x \$644.36-----	483.27
Tendido = 75 m <sup>3</sup> x \$81.20 -----	6,090.00

MATERIAL ASFALTICO :

Asfalto FR-3 = 9,000 lts. x \$2.00-----	\$ 18,000.00
Acarreo a 5 Km. de 9 m <sup>3</sup> = 45 m <sup>3</sup> -Km. x \$2.19-----	98.55
Aditivo F-10 al 1.0% = 90 lts. x \$50.00 -----	4,500.00

COSTO TOTAL DE RIEGO DE SELLO-----\$ 46,395.57

Costo por m<sup>2</sup> =  $\frac{\$46,395.57}{7,500 \text{ m}^2}$  = \$6.20/m<sup>2</sup>

II PRESUPUESTO DE MEZCLA ASFALTICA EN PLANTA

Datos: Factor de abundamiento = 1.30  
Desperdicio = 5%

MATERIAL PETREO :

Volumen compacto = 1,000 mts. x 7.50 m. x 0.05 m. = 375 m3  
 Volumen suelto cribado = 1,000 m. x 7.50 m. x 0.065 m = 487.50 m3  
 Extracción =  $\frac{513.16}{1.30}$  = 394.74 M3  
 Trituración parcial (25%) y cribado = 513.16 M3  
 Acarreo local = 513.16 m3 + 487.50 + 25.66 m3 = 1,026.32 M3  
 Carga del material pétreo = 487.50 m3  
 Acarreo a 5 Km. de 487.50 m3 = 2,437.50 m3-Km.  
 Compactación = 375 m3

MATERIAL ASFALTICO :

Cemento asfáltico para mezcla =  $\frac{105 \text{ kg./m}^3}{0.93 \text{ Kg./lts.}}$  = 113 lts./m3 x 487.50 m3 = 55,087.50 lts.  
 Asfalto FR-3 para riego de liga = 7,500 m2 x 0.5 lts./m2 = 3,750 lts.  
 Acarreo a 5 Km. de 58.84 m3 de asfalto = 294.19 m3-Km.  
 Aditivo F-10 al 1.5% = 55,087.50 lts. x 0.015 = 826.31 lts.

COSTO DE MEZCLA ASFALTICA

MATERIAL PETREO :

Extracción = 394.74 m3 x 21.30/m3 -----	\$ 8,407.96
Trituración y cribado = 513.16 m3 x 30.18 -----	15,487.17
Acarreo local = 1,026.32 m3 x 2.53/m3-----	2,596.59
Carga del material = 487.50 m3 x 8.00/m3 -----	3,900.00
Acarreo a 5 Km. de 487.50 m3 =2,437.50 m3-Km x 2.53/m3	6,116.88
Compactación a 95% = 375 m3 x 237.67/m3-----	89,126.25

MATERIAL ASFALTICO :

Cemento asfáltico = 55,087.50 lts. x 2.50/lts-----	\$137,718.75
Asfalto FR-3 para riego de liga=3,750 lts.x 2.00 lts.-	7,500.00
Acarreo a 5 km.de 58.84 m3 de asfalto 294.19 m3-km x -	644.28
Aditivo F-10 al 1.5 =826.31 lts. x 50.00/lts.-----	41,315.50
SUMA:-----	\$312,863.38

Costo por m2 =  $\frac{\$312,863.38}{7,500 \text{ m}^2}$  = \$ 41.72/m2

Costo por m3 -  $\frac{\$312,863.38}{375}$  = \$ 834.30/m3

### III PRESUPUESTO DE CARPETA DE UN RIEGO

#### Datos:

Asfalto = 2 lts./m<sup>2</sup> de FR-3  
Material Pétreo 3A = 8 lts./m<sup>2</sup>  
Factor de abundamiento = 1.20

#### MATERIAL PETREO :

Material pétreo 3A = 8 lts./m<sup>2</sup> x 7,500 m<sup>2</sup> = 60,000 lts. = 60 m<sup>3</sup>  
Volumen de material para cribar 25% aprovechable =  $\frac{60}{0.25}$  = 240 m<sup>3</sup>

Extracción =  $\frac{240}{1.20}$  m<sup>3</sup> = 200.00 m<sup>3</sup>

Cribado = 240 m<sup>3</sup>

Acarreo local = 240 m<sup>3</sup> + 60 m<sup>3</sup> + 180 m<sup>3</sup> = 480 m<sup>3</sup>

Acarreo a 5 Km. de 60 m<sup>3</sup> = 300 m<sup>3</sup>-Km.

Barrido = 0.75 Ha.

Tendido = 60 m<sup>3</sup>

#### MATERIAL ASFALTICO :

Asfalto FR-3 = 7,500 m<sup>2</sup> x 2 lts./m<sup>2</sup> = 15,000 lts.

Acarreo a 5 Km. de 15 m<sup>3</sup> de FR-3 = 75 m<sup>3</sup>-Km.

Aditivo F-10 al 1.0 % = 15,000 lts. x 0.01 = 150 lts.

#### COSTO DE CARPETA DE UN RIEGO

#### MATERIAL PETREO :

Extracción = 200.00 m <sup>3</sup> x \$21.30-----	\$ 4,260.00
Cribado = 240 m <sup>3</sup> x \$31.44 -----	7,545.60
Acarreo local = 480 m <sup>3</sup> x \$2.53 -----	1,214.40
Acarreo a 5 Km. de 60 m <sup>3</sup> = 300 m <sup>3</sup> -Km. x \$2.53-----	759.00
Barrido = 0.75 Ha. x \$644.36 -----	483.27
Tendido = 60 m <sup>3</sup> x \$81.20 -----	4,872.00

#### MATERIAL ASFALTICO :

Asfalto FR-3 = 15,000 lts. x \$2.00-----	\$ 30,000.00
Acarreo a 5 Km. de 15 m <sup>3</sup> = 75 m <sup>3</sup> -Km x \$2.19 -----	164.25
Aditivo F-10 al 1% = 150 lts. x \$50.00-----	7,500.00

SUMA: -----\$ 56,798.52

Costo por m<sup>2</sup> =  $\frac{\$56,798.52}{7,500 \text{ m}^2}$  = \$ 7.57/m<sup>2</sup>

## APENDICE I

### DETERMINACION DEL INDICE DE LAJEO

La prueba aquí descrita tiene por objeto determinar el porcentaje en peso de partículas lajeadas en el agregado empleado en la construcción de carpetas asfálticas. Se definen como partículas lajeadas aquellas cuyo espesor es menor que 0.6 veces su tamaño medio. Para efectos de esta prueba, el tamaño medio de una fracción de agregado, se define como el promedio de las aberturas de dos mallas consecutivas entre las cuales se detiene dicha fracción al cribarse.

El equipo a usar es el siguiente:

- a) Placa metálica del Núm. 16 con dos ranuras elongadas de - - 40 x 6.7mm y de 30 x 4.3 mm.
- b) Un juego de mallas
- c) Horno que pueda mantener una temperatura entre 100° y 110°C.
- d) Vasos de aluminio de 500 cm<sup>3</sup>. de capacidad.
- e) Charolas de lámina galvanizada.

La prueba se ejecuta de la siguiente manera:

Se toma una muestra representativa de 1000 gr. de material pétreo, la cual se lavará y secará hasta peso constante. Por cuarteo, se formarán cuatro especímenes de 250 grs. cada uno.

A cada uno de los especímenes se le efectuará la prueba de granulometría, separándose las fracciones de 1/2" a 3/8" y de 3/8" a No. 4 determinando el peso de cada una de ellas, llamémoslos  $w_1$  y  $w_2$  respectivamente.

La fracción de peso  $w_1$  se calibra a través de la abertura de - - 40 x 6.7 mm., pesándose las partículas que pasen por dicha abertura; llamemos a este peso  $p_1$ , se hace lo mismo con la fracción de peso  $w_2$ , llamando el peso de las partículas que pasan por la abertura de - 30 x 4.3 mm.  $P_2$ .

Se consideran partículas lajeadas, aquellas que pueden pasar la ranura elongada con la cual han sido comparadas.

El peso de las partículas lajeadas dividido por el peso de las -

partículas probadas, multiplicado por 100, se define como "INDICE DE LAJEO".

$$\text{INDICE DE LAJEO} = \text{I.L.} = \frac{P1}{W1} \times \frac{P2}{W2} \times 100$$

Se ensayarán los cuatro especímenes, reportando el valor medio del índice de lajeo.

## APENDICE II

### PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO POR FRICCION

El equipo para la prueba será:

Un frasco de vidrio de 500 cm<sup>3</sup>, con tapa hermética.

Un dispositivo mecánico para hacer la agitación de la mezcla.

Charolas de lámina.

Una balanza con aproximación de un décimo de gramo.

Una cuchara de albañil.

Una parrilla eléctrica.

Un termómetro con graduación de 0° a 150°C.

Mallas de las siguientes denominaciones: 1/2", 1/4", Núm. 10 y Núm. 40.

#### VARIANTE I.-

El procedimiento de prueba comprende la verificación por duplicado de las pruebas de desplazamiento por fricción, tomando como testigo un material que haya probado tener buena afinidad con el asfalto. Para asegurar la misma graduación del agregado pétreo en todas las mezclas de prueba, deberá cribarse en seco una muestra de material a través de las mallas 1/2", 1/4", Núm. 10 y Núm. 40, para obtener muestras de material de diferentes tamaños, de las cuales se tomarán las cantidades correspondientes, de acuerdo con la granulometría proyectada del material pétreo, para combinarlos y formar 6 mezclas con peso aproximado de 500 gr. cada uno. En esta forma, se disminuyen considerablemente las discrepancias en los resultados, ocasionadas por variaciones en la granulometría. A cada una de las 6 muestras de material pétreo-deberá agregarse la cantidad de producto asfáltico que corresponde a los siguientes contenidos de cemento asfáltico, expresados como porcentajes del peso del material pétreo:

Dos muestras con el contenido calculado + 0.5%

Dos muestras con el contenido calculado + 1.0%

El producto asfáltico se agregará paulatinamente al material pétreo y se manipulará con la cuchara de albañil para lograr una distribución uniforme del primero, de manera de obtener una película delgada. Para compensar la pérdida de temperatura durante el proceso de incorporación del asfalto, será necesario colocar por breves instantes, la - -

charola con la mezcla sobre la parrilla eléctrica. No deberá exceder se la temperatura recomendada de aplicación del producto. En el caso de los asfaltos rebajados, es necesario conocer la acción de los solventes en la adherencia entre el asfalto y el agregado pétreo, para lo cual una mezcla se probará con la cantidad de solventes necesaria para la compactación y la otra, elaborada con el mismo porcentaje de asfalto, se ensayará después de haber eliminado la mayor parte de los solventes, según se indica a continuación.

Aplicando la fórmula:

$$(Ps - K Pc)$$

Se obtiene la cantidad, en peso, de solventes que es necesario eliminar para obtener las consistencias necesarias para verificar la prueba.

Siendo:

Ps = Peso del solvente que contiene el producto original en grs.

Pc = Peso del cemento asfáltico que contiene el producto original en grs.

K = Coeficiente que, multiplicado por el peso del cemento asfáltico, da la cantidad de solventes que deben quedarse en la mezcla.

Para la primera condición, o sea la que corresponde a la consistencia adecuada para la compactación de la mezcla deberá utilizarse en valor de  $K=0.10$  para asfaltos FR y  $K=0.14$  para FM. Para las mezclas que se van a probar con menor contenido de solventes, se empleará  $K = 0.04$  para rebajados de fraguado rápido, y  $K = 0.08$  para fraguado medio. La eliminación de los solventes para ambas condiciones se hará colocando la mezcla en un horno a una temperatura entre  $40^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$ , siendo pesadas con frecuencia, con objeto de suspender la operación de curado cuando se haya eliminado la cantidad calculada de solventes. Al ocurrir esto, las charolas se dejarán a la temperatura ambiente, el tiempo necesario para que la muestra se enfríe. De cada una de las muestras ya frías se seleccionarán dos muestras de 50 gr. aproximadamente, de material de tamaño comprendido entre las mallas de  $1/2''$  y de  $1/4''$ , y del material fino menor de  $1/4''$ , las cuales se colocarán en los frascos de vidrio, se añadirán 200 cm<sup>3</sup> de agua pura o destilada y se tapanán herméticamente los frascos que se dejarán en reposo durante 24 hs. Si el desprendimiento de asfalto es de consideración, el material puede considerarse como altamente hidrófilo. Si no ha ocurrido un desprendimiento apreciable de la película de asfalto, los frascos con su contenido deberán agitarse vigorosamente por tres períodos de 5 minutos cada uno, debiendo ser examinadas las muestras después de cada período; si no se nota un desprendimiento de asfalto al terminar el tercer período de agitación, puede considerarse que el material trabajará satisfactoriamente, y se considerará como-

de "adherencia normal con el asfalto". En caso contrario se considerará al material pétreo una adherencia "regular o baja", de acuerdo con el desprendimiento ocurrido, y será necesario aumentar la adherencia agregando algún tipo de aditivo.

#### VARIANTE II.-

El procedimiento de prueba a seguir es el mismo indicado en la Variante I, excepto en lo concerniente a la agitación, que en este caso se efectuará en un aparato que gira de 40 a 50 revoluciones por minuto. Las muestras se sujetarán a un período de agitación de 15 minutos y por inspección visual se determinará aproximadamente el porcentaje del área cubierta en que ha habido desprendimiento. Si este no es de consideración se repetirá el proceso tres veces más hasta completar una hora, haciendo las inspecciones correspondientes al final de cada período. Al finalizar el período de cada agitación se observará la cantidad de asfalto desprendido y se calculará en forma aproximada el porcentaje de la superficie total del agregado en que ha ocurrido desprendimiento de la película de asfalto. Se comparará el desprendimiento habido con el material testigo. Si el comportamiento del agregado es semejante al del testigo, o el desprendimiento no excede de un 10% de la superficie, se reportará una adherencia normal con el asfalto. Si la superficie en que ocurrió el desprendimiento sobrepasa a un 25% de la superficie total del agregado, éste se clasificará como de baja "adherencia con el asfalto", y en la condición intermedia (10-25%) se considerará al material pétreo una adherencia "regular con el asfalto".

### APENDICE III

#### PRUEBA DE LA PERDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSION DEL ESPECIMEN EN AGUA

a) El equipo de prueba será:

Un molde metálico de 4" de diámetro interior y 7" de altura, - provisto de una base metálica removible y una placa circular para -- compactar, que pueda sujetarse a la cabeza de aplicación de la carga.

Un molde metálico de 5" de diámetro interior y 8.5" de altura, - provisto de una base metálica removible y de una placa circular para -- la compactación, que se pueda sujetar a la cabeza de aplicación de la carga.

Una máquina de compresión con dispositivos para hacer lecturas -- a cada 10 kgs.

Una varilla metálica para el picado del material.

Una cuchara de albañil.

Una balanza de 10 kgs. con sensibilidad de un gramo.

Una balanza con sensibilidad de un centésimo de gramo (0.01 gr.)

Un horno con temperatura controlable.

Un termómetro con graduación de 10° a 150 °C.

Vasos de precipitado.

Un tanque de saturación.

b) El procedimiento de prueba será como sigue :

Se elaborarán 6 especímenes siguiendo el procedimiento descrito en el método de la prueba de compresión sin confinar, utilizando la - cantidad de producto asfáltico que corresponde a los siguientes contenidos de cemento asfáltico, expresados como porcentajes del peso - del material pétreo.

Dos muestras con el contenido calculado + 0.5%

Dos muestras con el contenido calculado + 1.0%

De los especímenes elaborados, cuando han alcanzado todos ellos la temperatura ambiente se seleccionará un espécimen de cada contenido de asfalto empleado, para ser probado a la compresión sin confinar, aplicando la carga uniforme lentamente hasta alcanzar la ruptura.

Los especímenes restantes serán colocados en el tanque de saturación y se mantendrán sumergidos en agua durante un período de 4 días; -- transcurrido dicho tiempo, se sacarán del tanque de saturación y -- se probarán a la compresión sin confinar en las mismas condiciones -- que los especímenes que no fueron saturados. Es importante que la -- temperatura de los especímenes al momento de hacer la prueba sea la -- misma en ambos casos. Se calculará la resistencia unitaria de cada -- espécimen, la cual se expresará como porcentaje de las resistencias -- obtenidas en los especímenes que se probaron sin saturar, para cada -- uno de los contenidos de asfalto respectivos. La diferencia a 100 -- de este valor, expresará el porcentaje de pérdida de estabilidad su -- frida por el efecto de saturación. Si la pérdida de estabilidad es -- menor del 25%, puede considerarse que el comportamiento de la mezcla -- asfáltica en el camino va a ser satisfactorio. Si la pérdida de es -- tabilidad es mayor del 25%, deberá iniciarse una investigación para -- ver si la mezcla requiere: el empleo de aditivos, la trituración -- del agregado pétreo, lavado del agregado pétreo, cambio de producto -- asfáltico o la sustitución de materiales.

## APENDICE IV

### DETERMINACION DE LA CONSTANTE DE SUPERFICIE "Kc"

Esta prueba tiene por objeto determinar la porosidad del material pétreo a través de la constante de superficie "Kc".

El equipo a emplear es el siguiente:

- a) Un juego de mallas
- b) Balanza de 0.01 gr. de aproximación
- c) Horno de temperatura regulable
- d) Vasos de precipitado
- e) Embudo de 10 cm. de diámetro superior
- f) Aceite lubricante de viscosidad SAE-10.

La prueba se ejecuta de la siguiente manera:

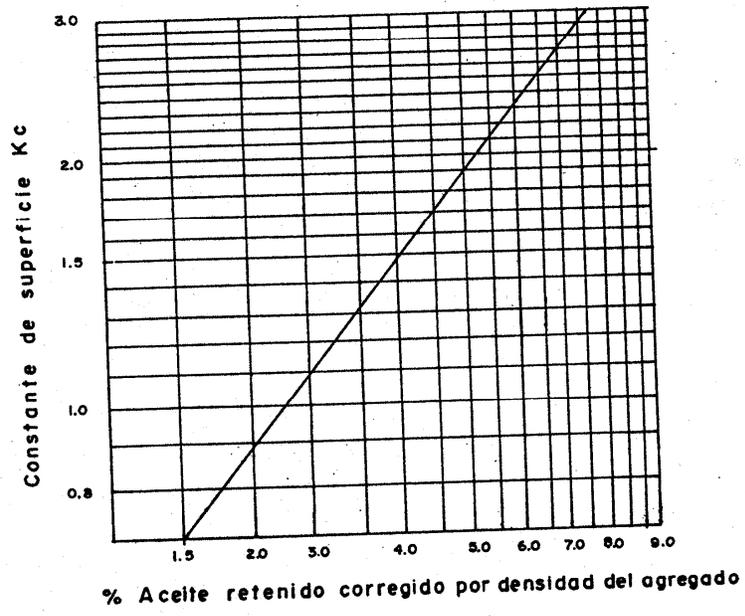
Se toma una muestra representativa de 100 gr. que pase la malla 3/8" y se retenga en la malla Núm. 4, la cual deberá lavarse y secarse a 100 - 110°C.

Se coloca la muestra en el embudo y se sumerge en el aceite lubricante durante 5 minutos a la temperatura ambiente, al cabo de los cuales se extrae, limpiando el embudo de aceite. Se coloca el embudo en un vaso y se mete al horno a una temperatura de 60°C por 15 minutos. Se pesa nuevamente el agregado y por diferencia de pesos se calcula el aceite absorbido por el material. El aceite retenido por el agregado se expresará como porcentaje del peso seco del material y se corregirá por densidad de la siguiente forma:  
$$\% \text{ Aceite retenido corregido} = \% \text{ Aceite retenido} \times \frac{\text{Densidad del material}}{2.65}$$

Una vez obtenido el % de aceite corregido, se entra a la gráfica de la Figura A-I para obtener la constante de superficie "Kc".

FIGURA A-I

NOMOGRAMA PARA DETERMINAR EL VALOR DE  $K_c$  DEL AGREGADO PETREO



## APENDICE V

### PRUEBA DE DESGASTE " LOS ANGELES "

Esta prueba tiene por objeto conocer la calidad del material pétreo desde el punto de vista de su desgaste ya sea por el grado de alteración del agregado, por la presencia de planos débiles y aristas de fácil desgaste. Cuando se trata de analizar el desgaste de piedras en trozos se emplea la máquina Deval, pero cuando se trata de agregados se emplea la máquina Los Angeles, denominándose al resultado Desgaste Los Angeles. La prueba se ejecuta de la manera siguiente: La muestra a ensayar se lava para eliminar el polvo que tenga adherido y luego se seca a peso constante en un horno y después se criba a través de las mallas 3", 2 1/2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", Núm. 3, Núm. 4, Núm.8 y Núm. 12 para conocer su graduación.

En la tabla A-II viene detallado para cada tipo de granulometría, (dependiendo si es para terracería, pavimento, sello, etc.) los datos con que se ejecutará la prueba, correspondiendo al renglón "B" a carpetas asfálticas.

La muestra seleccionada se pesa ( $P_1$ ), se coloca junto con las esferas en la máquina y ella se hace girar hasta completar las revoluciones especificadas. Se saca la muestra de la máquina y se lava a través de la malla Núm. 12 secando el retenido de esta en un horno y se pesa ( $P_2$ ). La pérdida por desgaste será:

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

TIPO	T A M A N O	CANTIDAD EN GRS.		CARGA ABRASIVA	NUMERO DE -
		DE LA MUESTRA	No. DE ESFERA PESO EN GRS.-		
A	De 38.1 mm. (1 1/2") a 25.4 mm. (1")	1250			
	De 25.4 mm. (1") a 19.05 mm. (3/4")	1250			
	De 19.05 mm. (3/4") a 12.7 mm. (1/2")	1250	12	500 ± 25	500
	De 12.7 mm. (1/2") a 9.52 mm. (3/8")	1250			
B	De 19.05 mm. (3/4") a 12.7 mm. (1/2")	2500	11	4584 ± 25	500
	De 12.7 mm. (1/2") a 9.52 mm. (3/8")	2500			
C	De 9.52 mm. (3/8") a No. 3	2500	8	3330 ± 20	500
	De No. 3 a No. 4	2500			
D	De No. 4 a No. 8	5000	6	2500 ± 15	500
E	De 76.2 mm. (3") a 63.5 mm. (2 1/2")	2500			
	De 63.5 mm. (2 1/2") a 50.8 mm. (2")	2500	12	5000 ± 25	1000
	De 50.8 mm. (2") a 38.1 mm. (1 1/2")	5000			
F	De 50.8 mm. (2") a 38.1 mm. (1 1/2")	5000	12	5000 ± 25	1000
	De 38.1 mm. (1 1/2") a 25.4 mm. (1")	5000			
G	De 38.1 mm. (1 1/2") a 25.4 mm. (1")	5000	12	5000 ± 25	1000
	De 25.4 mm. (1") a 19.05 mm. (3/4")	5000			

TABLA A-II

## APENDICE VI

### DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO

El objeto de esta prueba es hacer conversiones de pesos de material a volúmenes.

Se toma por cuarteos una muestra representativa del material, se seca y se disgrega para luego llenar un recipiente de volumen conocido, dejando caer el material desde una altura de unos 20 cms. y dejándolo que se acomode libremente. Posteriormente se enrasa el -- molde. Después se pesa el material y se le descuenta el peso del recipiente y se divide entre el volumen del recipiente, obteniéndose así el peso volumétrico seco y suelto.

$$P.V.S.S. = \frac{\text{Peso del material}}{\text{VOLUMEN}}$$

## APENDICE VII

### PRUEBA DE LA PARAFINA

La determinación del peso volumétrico seco en muestras inalteradas se puede realizar únicamente en suelos finos y plásticos de los que puedan labrarse especímenes. Deberá efectuarse en todas aquellas muestras inalteradas que vayan a ser ensayadas en el laboratorio. Podría aplicarse también para conocer el peso volumétrico o grado de compactación alcanzado en una terracería ya construída o en un terreno de cimentación. Para la determinación debe considerarse :

a) El equipo necesario será:

Parafina

Hilo delgado

Un cuchillo para labrar el espécimen

Una balanza de 200 grs. de capacidad, de triple escala con sensibilidad de un centésimo de gramo.

Un vaso de cristal de 400 cc.

b) Se labrará un espécimen de la muestra inalterada de forma sensiblemente cúbica, de 5 cms. de lado y se registrará inmediatamente su peso húmedo en grs. ( $P_w$ ). Se cubrirá con una capa delgada de parafina líquida, se dejará enfriar y se registrará el peso en grs. del espécimen cubierto con la parafina ( $P_p$ ). Se sujetará el hilo en la muestra, dejando un extremo libre para suspenderla de la balanza. Deberá colocarse el vaso con la cantidad necesaria del agua, en el aditamento especial que tiene la balanza para este objeto y se sumergirá completamente el espécimen que está suspendido en la balanza, sin que toque el fondo y las paredes del vaso. Se registrará el peso en gramos de la muestra en estas condiciones ( $P_a$ ). Se calculará el volumen de la parafina dividiendo el peso de esta entre su densidad.

$$V_p = \frac{P_p - P_w}{D_p}$$

Siendo:

$V_p$  = Volumen de la parafina en c.c.

$D_p$  = Densidad de la parafina = 0.97 aproximadamente.

Se calculará el volumen del espécimen (sin parafina) con la --

fórmula siguiente :

$$V = P_p - P_a - V_p$$

Siendo:

V = Volumen del espécimen en c.c.

La diferencia de "P<sub>p</sub>"- "P<sub>a</sub>" representa el peso en gramos del agua desalojada por el espécimen cubierto con parafina, que para fines prácticos representa el volumen en c.c.

Para calcular el peso volumétrico ("γ<sub>w</sub>") se aplicará la fórmula siguiente:

$$\gamma_w = \frac{P_w}{V}$$

Deberá determinarse la humedad (w) en la muestra inalterada y se calculará el peso volumétrico seco "γ<sub>s</sub>" por medio de una de las siguientes fórmulas:

$$s = \frac{\gamma_w}{100 + W} \times 100$$

o bien :

$$\gamma_s = \frac{P_w}{V (100+W)} \times 100$$