

Anexos 1
Guías de laboratorio de
hormigones y resistencia de
materiales.

Procedimiento de ensayos de
caracterización de los agregados.

A.1. Caracterización de los agregados.

A.1.1. Método para tamizar y determinar la granulometría (ASTM E40 AASHTO T27-99).

Objeto:

Este método establece el procedimiento para tamizar y determinar la granulometría de los áridos.

Es aplicable a los áridos que se emplean en la elaboración de morteros, hormigones, tratamientos superficiales y mezclas asfálticas.

Definiciones:

1.- Granulometría: Distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un árido.

2.- Porcentaje parcial retenido en un tamiz: Porcentaje en masa correspondiente a la fracción directamente retenida en un determinado tamiz.

2.- Porcentaje acumulado retenido en un tamiz: Porcentaje en masa de todas las partículas de mayor tamaño que la abertura de un determinado tamiz. Se calcula como la suma del porcentaje parcial retenido en ese tamiz más todos los porcentajes parciales retenidos en los tamices de mayor abertura.

4.- Porcentaje acumulado que pasa por un tamiz: Porcentaje en masa de todas las partículas de menor tamaño que la abertura de un determinado tamiz. Se calcula como la diferencia entre el 100% y el porcentaje acumulado retenido en ese tamiz.

Equipos y materiales:

5.- Balanza: Debe tener una capacidad superior a la masa de la muestra más el recipiente de pesaje y una precisión de 0.1 g.

6.- Tamices

- a. Son tejidos, de alambre y abertura cuadrada, y sus tamaños nominales de abertura pertenecen a las series que se indican en la Tabla A0506_01.

Tamaños nominales de abertura	
mm	ASTM
75	(3")
63	(2 ½")
50	(2")
37,5	(1 ½")
25	(1")
19	(¾")
12.5	(½")
9.5	(⅜")
6.3	(¼")
4.75	(N° 4)
2.36	(N°8)
2	(N° 10)
1.18	(N° 16)
0.6	(N° 30)
0.3	(N° 50)
0.15	(N° 100)
0.075	(N° 200)

Tabla A0506_01 Serie de tamices escogidos

Nota 1: Cuando no se cuente con tamices de aberturas nominales en mm, los tamaños nominales de los tamices podrán ser los correspondientes a ASTM.

- a. Los marcos de los tamices deben ser metálicos y suficientemente rígidos y firmes para fijar y ajustar las telas de alambre, a fin de evitar pérdidas de material durante el tamizado y alteraciones en la abertura de las mallas. Deben ser circulares, con diámetros de 200 mm y 300 mm, preferentemente para los gruesos.
- b. Cada juego de tamices debe contar con un depósito que ajuste perfectamente, para la recepción del residuo más fino.

- c. Cada juego de tamices debe contar con una tapa que ajuste perfectamente para evitar pérdidas de material.

7.- Horno: Provisto de circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensaye.

8.- Herramientas y accesorios: Espátulas, brochas, recipientes para secado, recipientes para pesaje, etc.

Extracción y preparación de la muestra:

Extracción de muestras:

Extraiga y prepare las muestras de acuerdo con los Métodos A0505 y A0504

Nota 2: Las muestras de áridos finos o áridos mezclados deben humedecerse antes de la reducción para evitar segregaciones y pérdida de polvo.

Acondicionamiento de la muestra de ensaye

- a) Homogeneice cuidadosamente el total de la muestra de laboratorio en estado húmedo y redúzcala por cuarteo, de acuerdo con el Método A0505 hasta que obtenga, cuando esté seca, un tamaño de muestra ligeramente superior a los valores que se indican en “Tamaño de la muestra de ensaye”.
 - b) No se debe reducir la muestra de laboratorio en estado seco, ni tampoco reducirla a una masa exacta predeterminada.
 - c) Seque la muestra hasta masa constante en horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ$
- C. Tamaño de la muestra de ensaye.

9.- Para el Árido fino

- a) Cuando se emplean los tamices de 200 mm de diámetro, la muestra de ensaye en estado seco debe tener una masa ligeramente superior a los valores que se indican en Tabla A0506_01.

Tamiz	% Retenido	Masa mínima de la muestra (g)
4.75 mm	$\leq 5 \%$	500
2.36 mm	$\leq 5 \%$	100

Tabla a0506_02 tamaño de la muestra de ensaye del árido fino.

b) Los tamaños de muestra indicados en la Tabla A0506_02 podrán aumentarse proporcionalmente cuando se empleen tamices de mayor tamaño, siempre que se cumpla lo establecido en 9.

c) La masa máxima de la muestra será tal que la fracción retenida en cualquiera de los tamices al terminar la operación de tamizado sea inferior a 0,6 g por cm³ de superficie de tamizado. En tamices de 200 mm de diámetro dicha fracción debe ser inferior a 200 g.

10.- Para los áridos gruesos.

a) Cuando se emplean tamices de 300 mm de diámetro, la muestra de ensaye en estado seco debe tener una masa ligeramente superior a los valores que se indican en Tabla A0506_03.

Absoluto Tamaño máximo Da (mm)	Masa mínima de la muestra (kg)
75	32
63	25
50	20
37.5	16
25	10
19	8
12.5	5
9.5	4

Tabla A0506_03 tamaño de la muestra de ensaye del árido grueso.

b) Cuando una muestra contenga una fracción de árido fino superior al 15%, el material debe separarse por el tamiz de 4.75 mm o 2.36 mm, según corresponda a hormigón o asfalto, respectivamente, debiéndose determinar y registrar el porcentaje en masa de ambas fracciones.

Trate las fracciones de árido fino y árido grueso de acuerdo con 9 y 10, respectivamente.

c) Los tamaños de muestra indicados en la Tabla A0506_03 podrán aumentarse proporcionalmente cuando se empleen tamices de mayor tamaño, siempre que se cumpla lo que establece el 10 d).

d) La masa máxima de la muestra debe ser tal que la fracción retenida en cualquiera de los tamices al terminar la operación de tamizado pueda distribuirse en una sola capa sobre la malla de tejido de alambre.

Procedimiento:

11. Preparación de tamices.

Seleccione un juego de tamices de acuerdo con la especificación correspondiente al material por ensayar. Dispóngalos según aberturas decrecientes, montados sobre el depósito receptor y provisto de su tapa. Todos estos elementos deben estar limpios y secos.

Verifique los tamaños de abertura de las mallas, a lo menos una vez cada seis meses.

12. Tamizado: Efectúelo en dos etapas:

- a) Un tamizado inicial que puede ser manual o mecánico.
- b) Un tamizado final que debe ser manual.

13. Tamizado inicial.

- a) Determine la masa de la muestra de ensaye en estado seco, registre aproximando a 1 g para áridos finos y a 10 g para áridos gruesos; vacíela sobre el tamiz superior y cubra con la tapa:
- b) Agite el conjunto de tamices por un período suficiente para aproximarse a la condición que se establece en 14 g).

14. Tamizado final.

- a) Retire el primer tamiz, provisto de depósito y tapa.
- b) Sosténgalo de un costado con una mano, manteniéndolo ligeramente inclinado.
- c) Golpee firmemente el costado libre hacia arriba con la palma de la otra mano a un ritmo de 150 golpes/min.
- d) Gire el tamiz cada 25 golpes en 1/6 de vuelta.

- e) Al completar cada ciclo de 150 golpes, pese separadamente el material retenido sobre el tamiz y el material que pasa, recogido en el depósito.
- f) Traslade el material que pasa en cada ciclo al tamiz siguiente.
- g) Repita el ciclo en el mismo tamiz con el material retenido hasta que se recoja en el depósito una masa inferior al 1% de la masa retenida, con lo cual dé por terminado el tamizado de esa fracción.
- h) Retire el tamiz siguiente provisto de depósito y tapa para efectuar con dicho tamiz los ciclos necesarios, y así sucesivamente hasta completar todos los tamices.

15. Determinación de la Masa.

Determine la masa final del material retenido en cada tamiz y del material que pasa por el tamiz de menor abertura, recogido en el depósito. Registre con la aproximación que sea mayor entre 1g y 0.1% de la pesada.

Representación gráfica:

Guía A.1.1. Método para tamizar y determinar la granulometría (ASTM E40 AASHTO T27-99).

Juego de tamices.



Fuente: Elaboración propia.

Tamices con peso retenido de la grava.



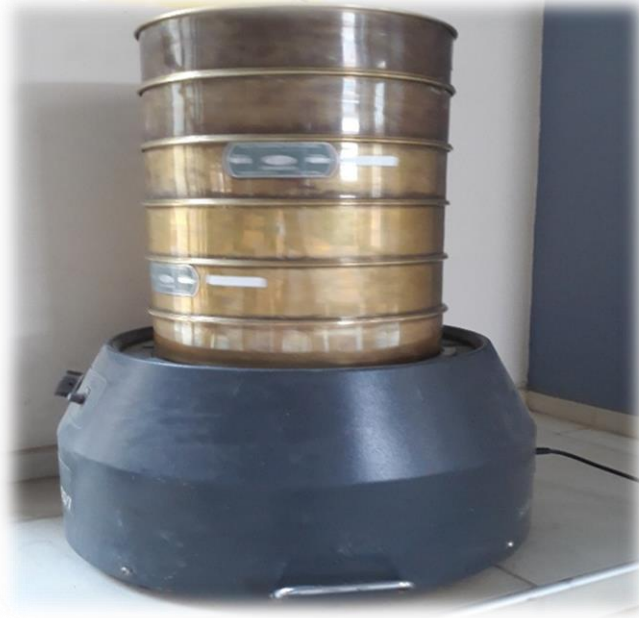
Fuente: Elaboración propia.

Tamices con peso retenido de la arena.



Fuente: Elaboración propia.

Tamizado mecánico.



Fuente: Elaboración propia.

Tamizado mecánico.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.2. Método para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM E-127 AASHTO T85-91).

Objeto:

Este ensayo sirve para determinar los pesos específicos aparentes y nominales, así como absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz N°4).

Equipos de laboratorio:

1. Balanza: De capacidad superior a la masa del canastillo porta muestra más la masa de la muestra de ensaye y una precisión mínima de 1 g.
2. Horno: Con circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensaye.
3. Canastillo porta muestra: De alambre de acero inoxidable lo suficientemente resistente para soportar el peso de la muestra, con malla de abertura igual o inferior que 2 mm y de capacidad igual o superior a 4 l. Además, debe estar provisto de un dispositivo que permita suspenderlo del platillo de la balanza.
4. Estanque: Impermeable, inoxidable, de forma y capacidad tal que permita contener totalmente y con holgura el canastillo porta muestra, de acuerdo con el procedimiento especificado en este método.
5. Recipientes: Deben estar limpios, de material resistente, estancos y de capacidad suficiente para contener la muestra de ensayo

Procedimiento:

La muestra a ser evaluada se satura y pesa en su condición saturada superficialmente seca:

1. Aproximadamente 3 kg. De material retenido en la malla N°4 (4.75 mm) se lava y seca hasta que alcance peso constante.
2. La muestra seca se sumerge por 24 horas en agua.
3. Los agregados se sacan del agua y secan superficialmente con ayuda de una toalla.
4. Se obtiene el peso de la muestra en su condición superficialmente seca.

5. La muestra saturada superficialmente seca se coloca en una cesta de alambre y
Determina el peso de la muestra sumergida en agua.

6. La muestra

7. La gravedad especifica se calcula según:

A: peso en el aire del agregado seco al horno.

B: peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua.

C: peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua.

$$\text{gravedad especifica seca aparente, } Gsa = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{gravedad especifica seca de bulk, } Gsb = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{gravedad especifica sat. superficialmente seca bulk, } Gssb = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Absorsion (\%)} = \frac{(B - A) * 100}{A}$$

Representación gráfica:

Guía A.1.2. Método para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM E-127 AASHTO T85-91).

Muestra seca del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra totalmente sumergida.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.3. Método para determinar el peso específico y absorción del agregado fino (ASTM E-128 AASHTO T84-00).

Objeto:

Este ensayo tiene como objetivo la determinación del peso específico aparente, lo mismo que la cantidad de agua que se absorbe en el agregado fino cuando se sumerge en agua por un periodo de 24 horas, expresada como un porcentaje en peso. El peso específico aparente es la relación entre el peso al aire del sólido y el peso del agua correspondiente a su volumen aparente.

Equipos de laboratorio:

1. Balanza: De capacidad superior a 1 kg y una precisión mínima de 0.1 g.
2. Horno: Con circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensaye.
3. Recipientes: Limpios, de material resistente, estancos y de capacidad suficiente para contener la muestra del ensayo.
4. Matraz: Es un matraz aforado en el que se pueda introducir fácilmente la muestra de ensaye. Debe llevar una marca de calibración que indique el volumen contenido con una precisión de ± 0.1 ml. Dicho volumen excederá a lo menos en un 50 % al volumen aparente de la muestra de pétreo fino. Se recomienda emplear un matraz de 500 cm³ de capacidad. También puede emplearse un picnómetro.
5. Molde: Con forma tronco - cónica, de 40 ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 ± 3 mm de diámetro en la parte inferior y 75 ± 3 mm de altura. Confeccionado con una plancha metálica de un espesor igual o superior que 0.8 mm.
6. Pisón: Es una varilla metálica, con uno de sus extremos de sección plana y circular, de 25 ± 3 mm de diámetro. Debe tener una masa de 340 ± 15 g.

Procedimiento:

1. Aproximadamente 1000 gr de agregado fino se seca a peso constante.
2. Se sumerge el material por 24 horas en agua.
3. La muestra se extiende en una superficie plana y se expone a una corriente de aire caliente.
4. La condición saturada superficialmente seca se alcanza cuando el material cae al invertirse el cono en el que la muestra del material fue suavemente compactada.
5. Aproximadamente 500 gr del material en la condición saturada superficialmente seca se colocan en un matraz que se llena con agua y se eliminan los aires atrapados.
6. El agregado se saca del matraz, se seca al horno a peso constante.
7. La gravedad específica se calcula de la siguiente manera.

A: Peso en el aire del agregado seco al horno.

B: Peso del matraz (picnómetro) con agua.

C: Peso del Matraz (picnómetro) con el agregado y agua hasta la marca.

D: Peso del material saturado superficial seco (500+10gr)

$$\text{gravedad específica seca aparente, } Gsa = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{gravedad específica seca de bulk, } Gsb = \frac{A}{B + D - C}$$

$$\text{gravedad específica sat. superficialmente seca bulk, } Gssb = \frac{D}{B + D - C}$$

$$\text{Absorsion (\%)} = \frac{(D - A)}{A} * 100$$

Representación gráfica:

Guía A.1.3. Método para determinar el peso específico y absorción del agregado fino (ASTM E-128 AASHTO T84-00).

Muestra compactada en el cono.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra seca.



Fuente: Elaboración propia.

Matraz con muestra + agua.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra antes de ser secada en el horno



Fuente: Elaboración propia.

A.1.4. Método para determinar el desgaste mediante la máquina de los ángeles (ASTM E 131 AASHTO T96-99).

Los agregados deben ser capaces de resistir el desgaste irreversible y degradación durante la producción, colocación y compactación de las obras de pavimentación y sobre todo durante la vida de servicio del pavimento.

Los agregados transmiten los esfuerzos a través de los puntos de contacto donde actúan presiones altas. El ensayo de desgaste de los ángeles, ASTM E-131 (para agregados menores de 1 ½”), mide básicamente la resistencia de los puntos de contacto de un agregado al desgaste y/o abrasión.

Objeto:

Este método establece el procedimiento para determinar la resistencia al desgaste de los áridos mayores a 2.36 mm, de densidad neta entre 2.000 y 3.000 Kg/m³, mediante la máquina de Los Ángeles.

Equipos de laboratorio:

1. Máquina de Los Ángeles.
2. Balanza.
3. Tamices, ¾”, ½”, 3/8”, ¼”, N°4, N°8, un tamiz N°12 para el cálculo del desgaste.
4. Horno.
5. Esferas de acero (Carga abrasiva) de 46.38 a 47.63 mm de diámetro y entre 390 a 445 gr.

Material y carga abrasiva a utilizar:

La cantidad de material a ensayar y el número de esferas a incluir depende de la granulometría del agregado grueso en la tabla a continuación, se muestra el método a emplear, así como la cantidad de material, número de esferas, número de revoluciones y tiempo de rotación, para cada uno de ellos. La gradación que deberá ser representativa de la gradación original suministrado.

Tabla: Peso del agregado y numero de esferas para agregados gruesos.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

Procedimiento:

1. Pese los tamaños de las fracciones correspondientes al grado elegido, de acuerdo con la Tabla. Registre la masa del total de material por ensayar como masa inicial de la muestra (mi), aproximando a 1 g.
2. Coloque la masa inicial de material en la máquina de Los Ángeles y ensaye de acuerdo con el grado elegido (número y masa de esferas, y número de revoluciones), según Tabla.

Nota 4: Seleccione las esferas de manera tal que la suma de sus masas individuales cumpla con los valores estipulados en la Tabla.

3. Una vez completado el número de revoluciones correspondiente, saque el material de la máquina evitando pérdidas y contaminaciones.
4. Separe la carga abrasiva.
5. Efectúe un primer tamizado en un tamiz de 2.36 mm o superior, a fin de evitar dañar el tamiz de corte (1.7 mm).
6. Tamice manualmente el material bajo 2.36 mm por tamiz de 1.7 mm (N° 12), según procedimiento de tamizado final.
7. Reúna todo el material retenido en ambos tamices, lávelo, séquelo hasta masa constante en horno a 100 ± 5 ° C y deje enfriar a temperatura ambiente.
8. Pese y registre la masa del material retenido como masa final de la muestra (mf).

Cálculos:

El porcentaje de desgaste es la relación entre el material que pasa el tamiz N° 12 y el peso inicial.

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

Representación gráfica:

Guía A.1.4. Método para determinar el desgaste mediante la máquina de los ángeles (ASTM E 131 AASHTO T96-99).

Máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra retirada de la máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

Llenado de material a la Máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

Retiro de material de la máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.5. Método para determinar el equivalente de arena (ASTM D 2419 AASHTO T176-00)

Objeto:

Este método establece un procedimiento rápido para determinar las proporciones relativas de finos plásticos o arcillosos en los áridos que pasan por tamiz de 4.75 mm (Nº 4).

Equivalente de arena:

Porcentaje de arena propiamente tal con respecto al total de arena y de impurezas coloidales floculadas, particularmente arcillosas, húmicas y eventualmente ferruginosas.

Equipos de laboratorio:

1. Tubo irregular. - De acero inoxidable, cobre o bronce, de 6.35 mm de diámetro exterior, 508 mm de longitud, cuyo extremo inferior está cerrado en forma de cuña. Tiene dos agujeros laterales de 1 mm de diámetro en los planos de la cuña cerca de la punta.
2. Sistema de sifón. - Se compone de un botellón de 1 galón (3.8 lt) de capacidad con un tapón. El tapón tiene dos orificios que lo atraviesan, uno para el tubo del sifón y el otro para entrada de aire. El conjunto deberá ubicarse a 90 cm por encima de la mesa.
3. Probeta graduada. - De 30 ± 1 mm de diámetro interior y aproximadamente 400 mm de alto, graduado en milímetros hasta una altura de 380 mm (o graduada en mililitros hasta una capacidad de 270 ml) y provisto de un tapón hermético de caucho.
4. Pisón de metal. - Compuesto por los siguientes elementos
 - a) Una varilla de bronce de 6 mm de diámetro y 450 mm de largo, con hilo en ambos extremos.
 - b) Un pie de bronce troncocónico, de 25 mm de diámetro basal y 20 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarlo a la varilla.
 - c) Un par de guías que mantengan centrada la varilla en el eje de la probeta.

- d) Una sobrecarga cilíndrica de acero laminado en frío de 50 mm de diámetro y 53 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarla a la varilla. Esta sobrecarga debe ser rectificadora de modo que el conjunto de varilla, pie, guías y sobrecarga tenga una masa de $1 \text{ kg} \pm 5 \text{ g}$.
5. Tubo flexible. - De caucho o goma con 4.7 mm de diámetro, tiene una pinza que permite cortar el paso del líquido a través del mismo. Este tubo conecta el tubo irrigador con el sifón.

Reactivos.

6. Solución base

a) Componentes. Emplee los siguientes materiales en las cantidades que se indican:

-240 g de cloruro de calcio anhidro, grado técnico.

-1.085 g de glicerina farmacéutica.

-25 g de formaldehído (solución 40% de volumen / volumen).

b) Preparación. Disuelva el cloruro de calcio en 1 l de agua destilada y filtre. Agregue la glicerina y el formaldehído a la solución, mezcle bien y diluya a 2 l con agua destilada.

7. Solución de ensaye

Tome 22.5 ml de la solución base y diluya a 1 l con agua destilada.

Procedimiento:

8. Coloque la botella del sifón con la solución de ensaye a aproximadamente 1 m sobre la superficie de trabajo.
9. Sifonee la solución de ensaye en la probeta hasta que alcance un nivel de $100 \pm 5 \text{ mm}$.
10. Obtenga por cuarteo el material suficiente para llenar una medida.
11. Llene una medida; asiente el material golpeando el fondo de la medida contra la mesa de trabajo a lo menos 4 veces, enrase y vierta en la probeta.
12. Golpee firmemente el fondo de la probeta contra la palma de la mano hasta desalojar las burbujas de aire.
13. Deje la probeta en reposo por un período de 10 min.

14. Coloque el tapón y suelte la arena del fondo inclinando y sacudiendo el tubo.
 15. Agite la probeta y su contenido mediante uno de los siguientes procedimientos:
 - a) Agitación manual. Sujete la probeta en posición horizontal y agite vigorosamente en un movimiento lineal horizontal con un desplazamiento de 230 ± 25 mm. Agite 90 ciclos en aproximadamente 30 s.
 - b) Agitación mecánica. Fije la probeta en el agitador mecánico y agite durante un período de 45 ± 1 s.
 16. Coloque la probeta sobre la mesa de trabajo, destápela y lave sus paredes interiores mediante el irrigador.
 17. Introduzca el irrigador hasta el fondo de la probeta con un movimiento lento de penetración y torsión para remover todo el material.
 18. Retire el irrigador en forma similar, regulando el flujo de la solución de modo de ajustar el nivel final a 380 mm.
 19. Deje sedimentar por un periodo de $20 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$.
 20. Al final del período de sedimentación lea y registre el nivel superior de la arcilla aproximando al milímetro.
- Nota 3: Si después de 20 min no se ha formado una clara línea de sedimentación, deje reposar el tiempo necesario, registrándolo en el informe.
21. Introduzca el pisón en la probeta y hágalo descender suavemente hasta que quede apoyado en la arena. Registre el nivel superior de la arena aproximando al milímetro.

Representación gráfica:

**Guía A.1.5. Método para determinar el equivalente de arena (ASTM D 2419
AASHTO T176-00)**

Muestra de arena en reposo.



Fuente: Elaboración propia.

Medición de la arcilla.



Fuente: Elaboración propia.

Anexos 2
Guías de laboratorio de asfaltos.

**Procedimiento de ensayos de
caracterización del cemento
asfáltico.**

A.1. Caracterización del cemento asfáltico convencional.

A.2.1. Método de ensaye de penetración (ASTM D - 5 AASHTO T49-97).

Objeto:

Este método describe un procedimiento para determinar la dureza, mediante penetración, de materiales bituminosos sólidos y semisólidos.

El ensaye de penetración se usa como una medida de consistencia; valores altos de penetración indican consistencias más blandas.

Equipos y materiales:

1. **Penetrometro:** Cualquier equipo que permita el movimiento vertical sin fricción apreciable del vástago sostenedor de la aguja, y que sea capaz de indicar la profundidad de la penetración con una precisión de 0.1 mm. El peso del vástago será de 47.5 ± 0.05 g. El peso total de la aguja y el vástago será de 50.0 ± 0.05 g. Para cargas totales de 100 g y 200 g, dependiendo de las condiciones es en que se aplique el ensaye, se estipulan pesas de 50.0 ± 0.05 g y 100.0 ± 0.05 g. La superficie sobre la que se apoya la capsula que contiene la muestra será lisa y el eje del embolo deberá estar aproximadamente a 90° de esta superficie. El vástago deberá ser fácilmente desmontable para comprobar su peso.

2. **Aguja de penetración:** La aguja (ver Figura A0103_1) es de acero inoxidable templado y duro, grado 440-C o equivalente, HRC 54 a 60; debe tener aproximadamente 50 mm de largo y su diámetro entre 1.00 y 1.02 mm.

Sera simétricamente afilada en forma cónica, con un ángulo entre 8°, 7° y 9°, 7° con respecto al largo total del cono, el que debe ser coaxial con el cuerpo recto de la aguja.

El filo de la superficie de la punta truncada debe ser bien formado y libre de rugosidad. Cuando la Textura de la superficie se mide de acuerdo con la American National Standard B 46.1 o ISO468, la aspereza superficial (Ra) del cono aguzado debe estar entre 0.2 y 0.3 μm como promedio aritmético.

La aguja debe montarse en un casquete de metal no corrosivo, que tenga un diámetro de 3.2 ± 0.05 mm y una longitud de 38 ± 1 mm.

La masa del conjunto casquete - aguja será de 2.50 ± 0.05 g (se puede perforar con taladro o limar el casquete, para controlar el peso). Coloque marcas de identificación individual en el casquete de cada aguja; las mismas marcas no deberían repetirse por un mismo fabricante dentro de un periodo de tres años.

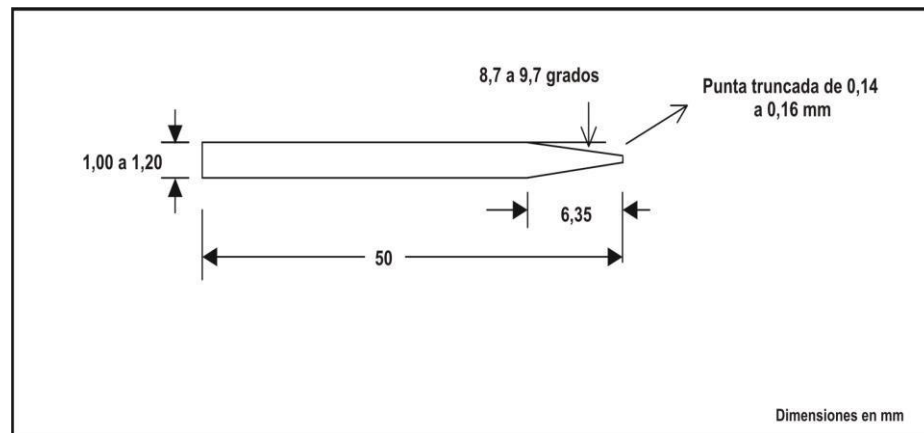


Figura a0103_1 aguja para ensaye de penetración

3. **Capsulas:** Las capsulas deben ser de metal o vidrio, de forma cilíndrica y con fondo plano. Sus dimensiones son las siguientes:

- Para penetraciones bajo 200. Diámetro (mm) 55 Profundidad (mm) 35
- Para penetraciones entre 200 y 350: Diámetro (mm) 55 Profundidad (mm)70.

4. **Baño de agua:**

Tendrá una capacidad mínima de 10l y un sistema apto para mantenerla temperatura a 25°C , o cualquiera de ensaye, con una tolerancia de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$; tendrá, además, una bandeja perforada ubicada a no menos de 50 mm del fondo, ni menos de 100 mm bajo el nivel del líquido en el baño.

Nota 1: Se recomienda usar agua destilada en el baño. Se debe evitar la contaminación del baño de agua por agentes superficiales activos, agentes

residuales u otros agentes químicos, pues su presencia puede afectar los valores de penetración.

5. **Transportador de capsula:** Debe tener una capacidad mínima de 350 ml y una profundidad suficiente de agua que permita cubrir la altura del contenedor de la muestra. Debe estar provisto de algún medio que asegure firmemente la capsula y evite el balanceo; para lo que tendrá tres brazos que permitan a lo menos tres puntos de contacto para sostener la capsula.

6. **Aparato medidor de tiempo:** Para operar un penetrometro manual, utilice cualquier aparato que mida el tiempo, tal como un medidor de tiempo eléctrico, un cronometro o cualquier dispositivo a cuerda, que este graduado en 0.1 menos y cuya precisión este dentro de ± 0.1 s para un intervalo de 60 s.

También se puede utilizar un contador de segundos audible, ajustado para proporcionar un pulso cada 0.5 s. El tiempo para un intervalo de cuenta de 11 pulsos debe ser de 5 ± 0.1 s.

7. **Termómetros:** Se pueden usar termómetros de vidrio de rango adecuado, con subdivisiones y escala máxima de error de 0.1oC, o cualquier otro aparato que mida temperaturas con igual exactitud, precisión y sensibilidad. Los termómetros deben cumplir los requisitos de la Especificación ASTM E1. Los termómetros comúnmente utilizados son los que se indican en la Tabla A0103_1:

ASTM n°	Rango	Temperatura de ensaye
17 C	19 a27 °C	25 °C
63 C	- 8 a+ 32 °C	0 a 4 °C
64 C	25 a55 °C	46 °C

Tabla0103_1 tipos de termómetros

El termómetro para el baño de agua se debe calibrar periódicamente de acuerdo con el método de ensayo ASTM E 77.

Condiciones generales:

Cuando no se especifiquen las condiciones de ensaye, considere la temperatura, carga y tiempo, en 25°C, 100 g y 5 s, respectivamente. Otras condiciones de temperatura, carga y tiempo pueden usarse para ensayos especiales, tales como los que se muestran en la Tabla A0103_2.

Temperatura (°C)	Carga (g)	Tiempo (s)
0	200	60
4	200	60
45	50	5
46,1	50	5

Tabla a0103_2 condiciones para ensayos especiales

Procedimiento:

1. Examine la aguja y guía para comprobar que este perfectamente seca y libre de otros materiales extraños. Si la penetración esperada excede 350 use una aguja larga; en otros casos, utilice una aguja corta. Limpie la aguja de penetración con tolueno u otro solvente adecuado, seque con un paño limpio e inserte la aguja en el penetrometro. A menos que se especifique otra cosa, coloque el peso de 50 g sobre la aguja, obteniendo una masa total de 100 ± 0.1 g.
2. Si el ensaye se hace con el penetrometro en el baño, coloque la capsula con muestra directamente sumergida sobre la superficie de este (Nota 2), y deje la capsula con la muestra en el baño, completamente cubierta con agua. Si el ensaye se realiza con el penetrometro fuera del baño, coloque la muestra en el transportador de capsula, cúbrala completamente con agua a la temperatura del baño (constante) y ubique el transportador sobre la superficie del penetrometro.
Nota 2: Para ensayos arbitral es, las penetraciones a temperaturas diferentes de 25°C deben realizarse sin remover la muestra del baño.
3. Posicione la aguja descendiendo lentamente hasta que la punta haga contacto con la superficie de la muestra; realice esto con la punta de la aguja

haciendo contacto real con su imagen reflejada sobre la superficie de la muestra, para lo cual emplee una fuente luminosa (Nota 3).

Nota 3: La posición de la aguja se puede visualizar mejor con la ayuda de un tubo de iluminación de polimetil metacrilato.

4. Haga un mínimo de tres penetraciones en la superficie de la muestra en puntos distanciados al menos 10 mm de la pared de la capsula y a no menos de 10 mm entre uno y otro. Si se usa el transportador de capsula, retorne la muestra y el transportador al baño de agua entre determinaciones; use una aguja limpia para cada determinación.

Si la penetración es mayor que 200, use un mínimo de tres agujas, dejándolas en la muestra hasta completar las tres penetraciones.

Precisión:

Use el siguiente criterio para juzgar si los resultados de penetración son aceptables para asfaltos a 25oC. (El criterio de precisión para otras temperaturas está siendo determinado).

Precisión para un solo operador:

El coeficiente de variación determinado para un solo operador, es de 1.4% para penetraciones sobre 60 y la desviación estándar para un solo operador, desde 0.35 para penetraciones bajo 50.

con el mismo material de cualquier penetración y usando el mismo equipo, no deberían diferir uno del otro en más de 4% de su media o 1 unidad en otros casos.

Precisión entre laboratorios:

El coeficiente de variación encontrado entre laboratorios es de 3.8% para penetraciones sobre 60 y la desviación estándar entre laboratorios es de 1.4 para penetraciones bajo 50. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos adecuadamente ejecutados, con el mismo material de cualquier penetración y en dos laboratorios diferentes, no deberían diferir uno del otro en mas de 11% de su media o 4 unidades en otros casos.

Nota 4: Los valores antes indicados representan los límites de ambas desviaciones estándar.

Representación gráfica:

Guía A.2.1. Método de ensayo de penetración (ASTM D -5 AASHTO T49-97).

Penetración del cemento asfáltico.



Fuente: Elaboración propia.

Penetración del cemento asfáltico.



Fuente: Elaboración propia

A.2.2. Ensayos de punto de inflamación y combustión mediante la copa abierta de Cleveland (ASTM D-92).

Este método de ensayo describe el procedimiento para determinar la temperatura más baja a la cual se separan materiales volátiles de la muestra, creando un destello en presencia de una llama abierta.

La finalidad de la prueba es identificar la temperatura máxima a la cual el producto puede ser manejado sin peligro de que se inflame.

Equipos y materiales:

Copa abierta de Cleveland

Consiste en una copa de ensayo, una placa de calentamiento, un aplicador de la llama, un calentador y apoyos.

Termómetro

Un termómetro que tenga un rango de -6 a 400°C

Procedimiento del ensayo:

1. Calentar C.A. a 140 C .
2. Traspasar la muestra al vaso hasta la línea de llenado.
3. Colocar el termómetro en el bulbo suspendido a 0.6 cm del fondo.
4. Calentar la muestra uniformemente de modo que la velocidad de temperatura este entre 14 C a 17 C por minuto hasta llegar a 56 C aproximadamente por debajo del punto de inflamación. (176 C)
5. Reducir el calentamiento de 5°C a 6°C por minuto hasta la inflamación de la muestra.
6. Aplicar la llama pequeña del mechero cuando la muestra este en (202°C) tipo 85-100 repetir esta operación cada 10°C de aumento de temperatura. Hasta que se inflame.

7. A la temperatura que produce una llamarada en cualquier punto de la superficie de la muestra se llama punto de inflamación.

No requiere de cálculo por ser el resultado de la lectura directa del termómetro.

Descripción del ensayo:

El vaso del ensayo se llena hasta un nivel especificado con la muestra. La temperatura de la muestra es aumentada rápidamente al principio y entonces a una proporción lenta constante a medida que el punto de destello se aproxima, en intervalos especificados una llama pequeña se pasara por encima del vaso. Para determinar el punto de inflamación, se continúa con el ensayo hasta que la aplicación de la llama ocasiona que el aceite se incendie y se quemere durante por lo menos 5 segundos.

Representación gráfica:

Guía A.2.2. Ensayos de punto de inflamación y combustión mediante la copa abierta de Cleveland (ASTM D-92).

Punto de inflamación.



Fuente: Elaboración propia.

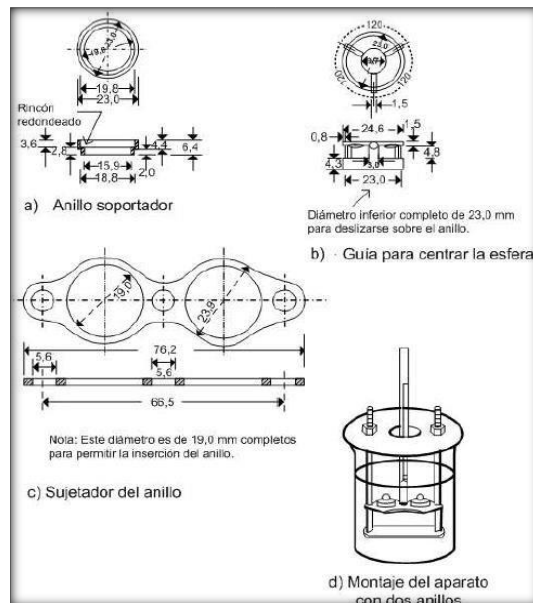
A.2.3. Ensayos de punto de ablandamiento mediante el aparato anillo y bola (ASTM D-36 AASHTO T53-96).

Los asfaltos de diferentes tipos reblandecen a diferentes temperaturas. El punto de ablandamiento es otra medida de consistencia y se determina usualmente por el método de ensayo del anillo y bola. Se establece entonces un punto de ablandamiento, determinado por la temperatura a la que alcanza un determinado estado e fluidez.

Equipos y materiales:

- Anillos de bronce
- Bolas de acero
- Guías de contacto de las bolas
- Recipiente de vidrio
- Soporte de anillos y montaje completo
- Termómetros

Componentes del aparato para el ensayo de punto de ablandamiento



Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento del ensayo:

1. Calentar C.A. a 140 C.
2. Transferir C.A. (140 C) al anillo sobre la plancha amalgada.
3. Dejar enfriar por un periodo de 1 a ½ hora.
4. Enrazar la muestra del anillo con una espátula caliente.
5. Colocar el anillo + C.A. con el soporte dentro de un vaso de precipitación con agua destilada.
6. Bajar la temperatura del agua a 4°C y mantener esta temperatura durante 15 min.
7. Calentar el agua del vaso a una velocidad de 5 °C por minuto con la esfera sobre la muestra.
8. Efectuar la lectura del termómetro cuando la esfera traspase el anillo y recorra 25,4 mm. De la parte inferior del anillo al fondo del vaso.

No requiere de ningún cálculo, lectura directa.

Descripción del ensayo:

Este ensayo consiste en llenar de asfalto fundido un anillo de dimensiones normalizadas, para luego dejar enfriar a la temperatura ambiente por cuatro horas. Sobre el centro de la muestra se sitúa una bola de acero de dimensiones y peso específicos. Una vez lista, se suspende la muestra sobre un baño de agua y se calienta el baño de tal manera que la temperatura del agua suba a velocidad constante. Se anota la temperatura en el momento en que la bola de acero toca el fondo del vaso de cristal. Esta temperatura es el punto de ablandamiento.

Representación gráfica:

Guía A.2.3. Ensayos de punto de ablandamiento mediante el aparato anillo y bola (ASTM D-36 AASHTO T53-96).

Ensayo de punto de ablandamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de punto de ablandamiento.



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de punto de ablandamiento



Fuente: Elaboración propia.

A.2.4. Ensayos de peso específico (ASTM D-70 AASHTO T228-93).

Este método de ensayo describe los procedimientos que deben seguirse para la determinación de la gravedad específica o densidad relativa de los materiales bituminosos de consistencia sólida, semisólida o líquida.

Equipos y materiales:

- Picnómetros
- Baño de agua
- Termómetro
- Balanza
- Agua destilada

Procedimiento del ensayo:

1. Limpie, seque, y pese completamente el picnómetro al miligramo más cercano.

Designe esta masa como A.

2. Llene el picnómetro de agua destilada fresca y hervida a temperatura de la prueba y ponga el tapón en el picnómetro. No permita que ninguna burbuja de aire permanezca en el picnómetro.

3. Permita que el picnómetro permanezca en el agua para un periodo de no menos de 30 minutos. Quite el picnómetro, inmediatamente seque la parte superior del tapón con una toalla seca de una sola pasada, entonces rápidamente seque el residuo fuera del área del picnómetro y pesa al miligramo más cercano. Designe la masa del picnómetro más agua como B.

4. Caliente la muestra con cuidado y revuelve para prevenir sobrecalentamiento local, hasta que la muestra se haya puesto suficientemente fluida para verter. En ningún caso, la temperatura debe aumentarse a más de 56°C (100°F) sobre el punto de ablandamiento esperado para alquitrán, o a más de 111°C (200°F) sobre el punto de ablandamiento esperado para el asfalto. No

caliente para más de 30 minutos encima de una llama o el plato caliente o para más de 2 horas en un horno, y evita incorporar burbujas de aire en la muestra.

5. Vierta suficiente muestra en el picnómetro limpio, seco y calentado para llenarlo cerca tres-cuarto de su capacidad. Tome precauciones para impedir al material de tocar los lados del picnómetro sobre el nivel final, y para prevenir la inclusión de burbujas de aire. Permita que el picnómetro y sus volúmenes se refresquen a temperatura del ambiente para un periodo de no menos de 40 minutos, y pese con el tapón al miligramo más cercano. Designe la masa del picnómetro más la muestra como °C.

6. Llene el picnómetro con agua destilada, fresca y hervida a temperatura del ensayo y ponga el tapón en el picnómetro. No permita que ninguna burbuja de aire permanezca en el picnómetro.

7. Permita que el picnómetro permanezca en el baño de agua por un periodo de no menos de 30 minutos. Quite el picnómetro del baño. Seque y pese usando la misma técnica y tiempo como eso emplearon. Designe esta masa de picnómetro más la muestra más agua como D.

Descripción del ensayo:

El peso específico es la relación del peso de un volumen determinado del material al peso de igual volumen de agua, estando ambos materiales a temperaturas especificadas.

Así, un peso específico de 1.05 significa que el material pesa 1.05 veces lo que el agua a la temperatura fijada. El peso específico del betún asfáltico se determina normalmente por el método del picnómetro.

Calcule la gravedad específica al tercer decimal más cercano como sigue:

$$G = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$$

Donde:

- A = La masa del picnómetro (más el tapón)
- B = La masa del picnómetro lleno con agua
- C = La masa del picnómetro parcialmente lleno con asfalto
- D = La masa del picnómetro más el asfalto más agua

Representación gráfica:

Guía A.2.4. Ensayos de peso específico (ASTM D-70 AASHTO T228-93).

Vertido de agua destilada



Fuente: Elaboración propia.

Vertido de cemento asfáltico



Fuente: Elaboración propia.

A.2.5. Ensayo de ductilidad (ASTM D-113 AASHTO T51-00).

Este método de ensayo determina la ductilidad de un asfalto como la longitud, medida en cm., a la cual se alarga antes de romperse cuando dos extremos de una briqueta, confeccionada con una muestra se traccionan a la velocidad y temperatura especificadas.

A menos que otra condición se especifique, el ensayo se efectúa a una temperatura de 25 +/- 0.5 °C y a una velocidad de 5 cm/min +/- 5%.

Equipos y materiales:

Moldes.

El molde debe ser similar a lo mostrado en la figura 1. El Molde debe ser hecho de bronce, los extremos b y b' son conocidos como sujetadores, y las partes a y a' como lados del molde. Las dimensiones del molde ensamblado serán como lo muestra la figura A.1.8. Con las variaciones permisibles indicadas.

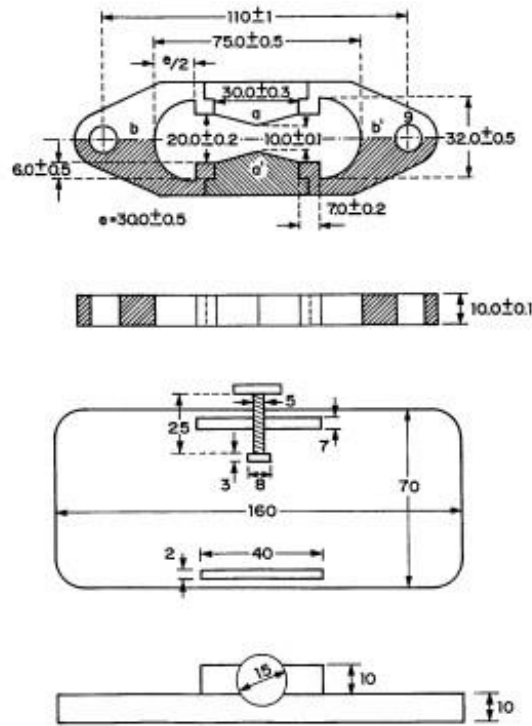
Placa Para el llenado de los moldes, se dispondrá de una placa de bronce plana, provista de un tornillo lateral de sujeción y con la forma y dimensiones que se detallan en la Figura A.1.7. Baño de agua

Un baño de agua que pueda mantener la temperatura de ensayo con una variación máxima de 0.1° C. Su volumen no será inferior a 10 litros y estará equipado con una placa perforada para la colocación de los especímenes, situada a una distancia mínima de 50 mm del fondo y 100 mm de la superficie.

Ductilímetro.

El aparato se denomina ductilímetro y en esencia, consta de un tanque de agua en el que se sumergen los especímenes, provisto de un mecanismo de arrastre que no produzca vibraciones, capaz de separar a la velocidad especificada un extremo de la probeta del otro, que permanece fijo. La tolerancia máxima admitida en la velocidad especificada será del 5%.

Molde y placa para Ductilometro



Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento del ensayo:

1. Ensamble el molde en la placa. Cubra completamente la superficie de la plancha y superficies interiores de los lados a y a', Figura B.1., del molde con una capa delgada de una mezcla de glicerina y vaselina líquida, talco, para impedir que el material bajo la prueba se adhiera.
2. Calentar cuidadosamente la muestra previniendo el sobrecalentamiento local hasta que se haya puesto suficientemente fluido para verter. Después de un agitado continuo, vacíe dentro del molde. En el llenado, vierta el material en un ligero torrente atrás y adelante de extremo a extremo del molde hasta rebalsar el molde. Dejar el molde, conteniendo el material a una temperatura ambiente por un periodo entre 30 a 40 minutos y luego ponerlo en el baño de agua manteniéndolo a una temperatura de prueba especificada por 30 minutos; entonces eliminar el exceso de bitumen con un emparejador o espátula justo al ras del molde.

3. Coloque el plato base y molde, con espécimen de la briqueta, en el baño de agua o la máquina de ensayo y mantenga la temperatura especificada por un periodo de 85 a 95 minutos.
4. Transcurrido este tiempo sacar los separadores centrales y colocar los moldes en los orificios de la plancha del Ductilímetro a 25°C.
5. A continuación, se pone en funcionamiento el motor del Ductilímetro a razón de 5 cm por minuto, hasta que el hilo que une los dos extremos se rompa.

Representación gráfica:

Guía A.2.5. Ensayo de ductilidad (ASTM D-113 AASHTO T51-00).

Vertido del asfalto en los moldes



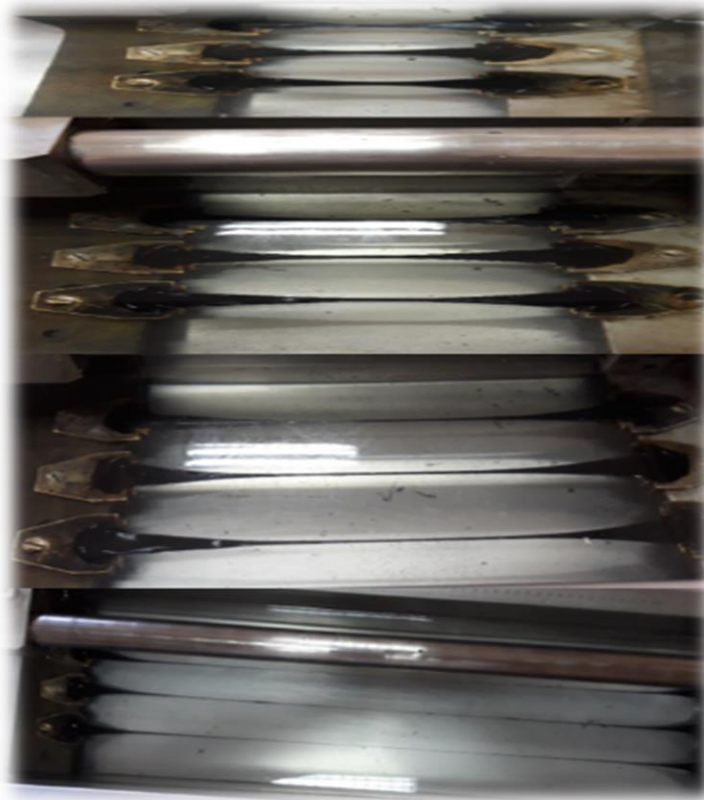
Fuente: Elaboración propia.

Muestras sumergidas en baño maría a 25°C



Fuente: Elaboración propia.

Lectura de la ductilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Anexos 3

Procedimiento de ensayos de caracterización de la fibra de vidrio.

Ensayo para determinar el peso específico a granel de la fibra vidrio con referencia a (ASTM E-128 AASHTO T84-00).

Objeto:

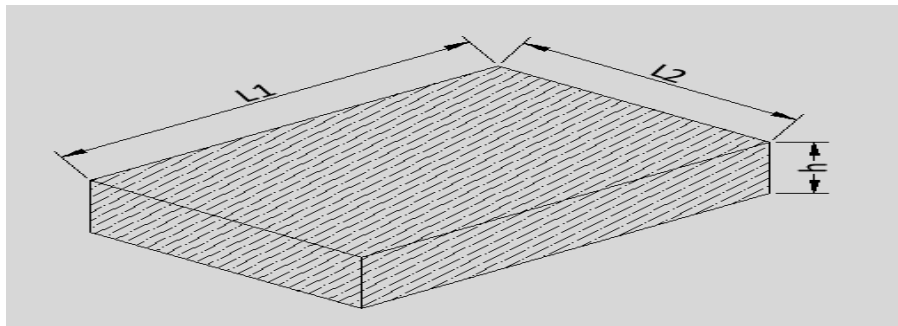
Este ensayo tiene como objetivo la determinación del peso específico a granel del material.

Equipos de laboratorio:

- Balanza: De capacidad superior a 1 kg y una precisión mínima de 0.1 g.
- Recipientes: Limpios, de material resistente, estancos y de capacidad suficiente para contener la muestra del ensayo.
- Vernier: instrumento de alta precisión, que se utilizara para medir la fibra de vidrio.

Procedimiento:

- Cortar el material en una figura conocida para luego medir sus lados y altura del material para obtener el volumen del material. (V)



- Se procede a pesar. (W)

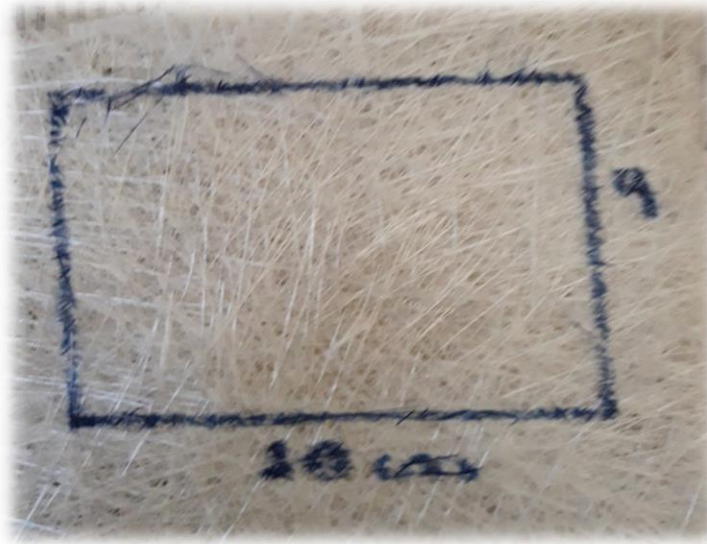
$$\text{Peso específico a granel} = \frac{w}{V}$$

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{w}{L1 * L2 * h}$$

Representación gráfica:

Método para determinar el peso específico a granel de la fibra vidrio.

Medidas del material fibra de vidrio.



Fuente: Elaboración propia.

Lectura de medida de la altura de fibra de vidrio.



Fuente: Elaboración propia.

Peso de la fibra de vidrio.



Fuente: Elaboración propia.

**Ensayó de película delgada en fibra de vidrio con referencia a (ASTM D1757
AASHTO T179-05).**

Objeto:

Este ensayo describe un ensaye para determinar el efecto de calor y aire sobre un material.

Equipos de laboratorio:

- Horno: utilicé un horno eléctrico que cumpla con los requerimientos de la norma ASTM E 145 de hornos tipo IB, para operarlos a temperaturas mayores a 180 °C.
- Construcción. Horno debe ser rectangular con dimensiones interiores (incluyendo el espacio ocupado por los elementos de calor) no menores que 330 mm en cada dirección. Tendrá el frente una puerta herméticamente ajustada con bisagra la cual debe permitir una visión completa del interior.
- Plato giratorio: el horno debe de estar provisto de un platillo metálico circular de diámetro interior de 250mm, con superficie lisa para no obstaculizar el aire que circule en el interior.
- termómetro: un termómetro ASTM.

Procedimiento:

- Poner en funcionamiento el horno eléctrico hasta que este a a la temperatura deseada.
- Pesar los platos metálicos y luego el material.
- Proceder a poner nuestras muestras al horno por un tiempo determinado.
- Observar en el interior del horno el material para ver si cambio o no.

Representación gráfica:

Método para determinar el peso específico a granel de la fibra vidrio.

material fibra de vidrio.



Fuente: Elaboración propia.

Material fibra de vidrio en horno giratorio.



Fuente: Elaboración propia.

fibra de vidrio en interior del horno vista desde el vidrio transparente.



Fuente: Elaboración propia.

Fibra de vidrio a una temperatura de 162 °C por un tiempo de 4 horas.



Fuente: Elaboración propia.

Material fibra de vidrio en horno más grande la capacidad de temperaturas más altas.



Fuente: Elaboración propia.

Fibra de vidrio a una temperatura de 200 °C por un tiempo de 4 horas.



Fuente: Elaboración propia.

Ensayó de resistencia a la temperatura en fibra de vidrio utilizando el horno de ignición con referencia a (ASTM D1757 AASHTO T179-05).

Objeto:

Este ensayo describe un ensaye para determinar el efecto de calor con relación a temperaturas extremas mediante el equipo de horno de ignición. Este equipo alcanza temperaturas mayores de 500 ° C.

Equipos de laboratorio:

- Horno: utilicé un horno eléctrico que cumpla con los requerimientos el horno a ignición.
- Plato: este material debe ser resistente si es posible metálico.
- termómetro: un termómetro ASTM.

Procedimiento:

- Poner en funcionamiento el horno de ignición hasta que esté a la temperatura deseada.
- Pesar los platos metálicos y luego el material.
- Proceder a poner nuestras muestras al horno por un tiempo determinado de 15 minutos.
- Observar que ocurre durante los quince minutos que esta el material en el interior del horno.

Representación gráfica:

Ensayó de resistencia a la temperatura en fibra de vidrio utilizando el horno de ignición.

Horno de ignición.



Fuente: Elaboración propia.

Material de fibra de vidrio dentro del horno de ignición.



Fuente: Elaboración propia.

Anexos 4
Planillas de
caracterización de los
agregados.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE

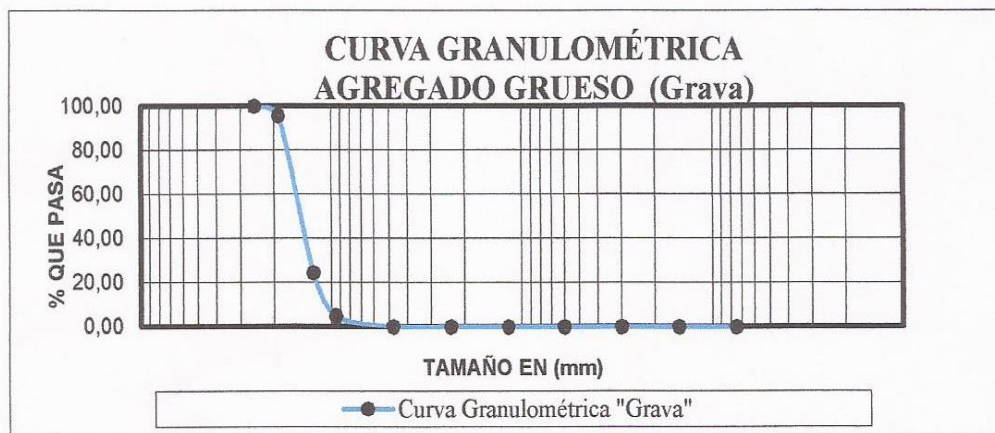
MATERIALES

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité **FECHA:** noviembre del 2020

Tamices	Peso Total (gr.)	5000			
	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	228.60	228.60	4.57	95.43
1/2"	12.5	3561.30	3789.90	75.80	24.20
3/8"	9.50	973.60	4763.50	95.27	4.73
Nº4	4.75	236.30	4999.80	100.00	0.00
Nº8	2.36	0.00	4999.80	100.00	0.00
Nº16	1.18	0.00	4999.80	100.00	0.00
Nº30	0.60	0.00	4999.80	100.00	0.00
Nº50	0.30	0.00	4999.80	100.00	0.00
Nº100	0.15	0.00	4999.80	100.00	0.00
Nº200	0.075	0.00	4999.80	100.00	0.00
BASE	-	0.00	4999.80	100.00	0.00
	SUMA	4999.8			
	PÉRDIDAS	0.2			
	MF =	7.95			



[Firma]
Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité
LABORATORISTA

[Firma]
Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES





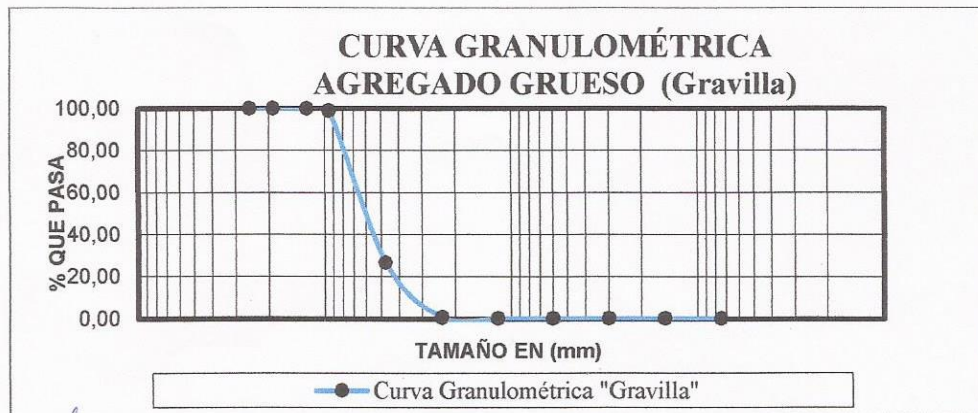
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité **FECHA:** noviembre del 2020

Tamices	Peso Total (gr.)	5000			
	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	50.40	50.40	1.01	98.99
Nº4	4.75	3606.80	3657.20	73.14	26.86
Nº8	2.36	1291.70	4948.90	98.98	1.02
Nº16	1.18	24.20	4973.10	99.46	0.54
Nº30	0.60	0.00	4973.10	99.46	0.54
Nº50	0.30	0.00	4973.10	99.46	0.54
Nº100	0.15	0.00	4973.10	99.46	0.54
Nº200	0.075	0.00	4973.10	99.46	0.54
BASE	-	26.90	5000.00	100.00	0.00
	SUMA	5000.0			
	PÉRDIDAS	0.0			
	MF=	6.70			



Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.





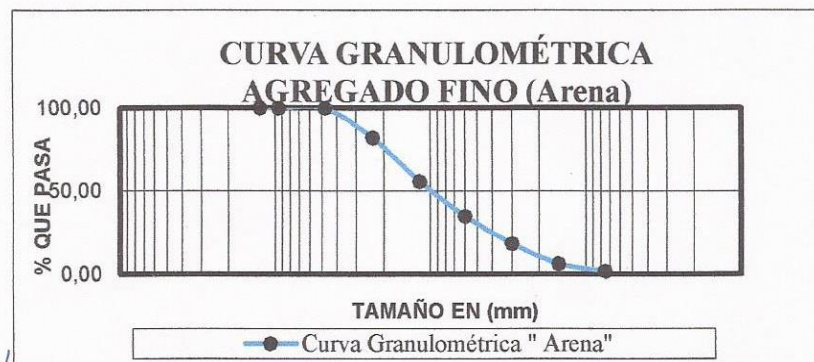
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE
MATERIALES

GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité FECHA: noviembre del 2020

Tamices	5000				
	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1/2	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	9.50	9.50	0.19	99.81
Nº8	2.36	888.00	897.50	17.95	82.05
Nº16	1.18	1314.50	2212.00	44.24	55.76
Nº30	0.60	1035.50	3247.50	64.95	35.05
Nº50	0.30	818.00	4065.50	81.31	18.69
Nº100	0.15	617.75	4683.25	93.67	6.34
Nº200	0.075	218.50	4901.75	98.04	1.96
BASE	-	98.25	5000.00	100.00	0.00
	SUMA	5000.00			
	PÉRDIDAS	0.00			
	MF =	4.00			



Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité

LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.



FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA
DE MATERIALES

TABLA GRANULOMÉTRICA FORMADA- DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: “ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS.”

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: CHANCADORA CHARAJAS

LABORATORISTA: Juan Orlando Albornoz Gaité **FECHA:** Noviembre del 2020

		Grava	Gravilla	Arena	Grava	Gravilla	Arena	TOTAL				Especificaciones	
Tamices		Peso Ret.	Peso Ret.	Peso Ret.	al	al	al	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa	ASTM D3515	
pulg	(mm)	a 5000 gr	a 5000 gr	a 5000 gr	0.30	0.20	0.50	1.00			del total	Mínimo	Máximo
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	228.60	0.00	0.00	68.58	0.00	0.00	68.58	68.58	1.37	98.63	90	100
1/2"	12.50	3561.30	0.00	0.00	1068.39	0.00	0.00	1068.39	1136.97	22.74	77.26	-	-
3/8"	9.50	973.60	50.40	0.00	292.08	10.08	0.00	302.16	1439.13	28.78	71.22	56	80
Nº4	4.75	236.30	3606.80	9.50	70.89	721.36	4.75	797.00	2236.13	44.72	55.28	35	65
Nº8	2.36	0.00	1291.70	888.00	0.00	258.34	444.00	702.34	2938.47	58.77	41.23	23	49
Nº16	1.18	0.00	24.20	1314.50	0.00	4.84	657.25	662.09	3600.56	72.01	27.99	-	-
Nº30	0.60	0.00	0.00	1035.50	0.00	0.00	517.75	517.75	4118.31	82.37	17.63	-	-
Nº50	0.30	0.00	0.00	818.00	0.00	0.00	409.00	409.00	4527.31	90.55	9.45	5	19
Nº100	0.15	0.00	0.00	617.75	0.00	0.00	308.88	308.88	4836.19	96.72	3.28	-	-
Nº200	0.075	0.00	0.00	218.50	0.00	0.00	109.25	109.25	4945.44	98.91	1.09	2	8
BASE	-	0.00	26.90	98.25	0.00	5.38	49.13	54.51	4999.94	100.00	0.00	-	-
	SUMA	4999.80	5000.00	5000.00	1499.94	1000.00	2500.00	4999.90					
	PÉRDIDAS	0.20	0.00	0.00									

Univ. Juan Orlando Alborno Gaité

LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA

DE MATERIALES

CURVA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO

MARSHALL

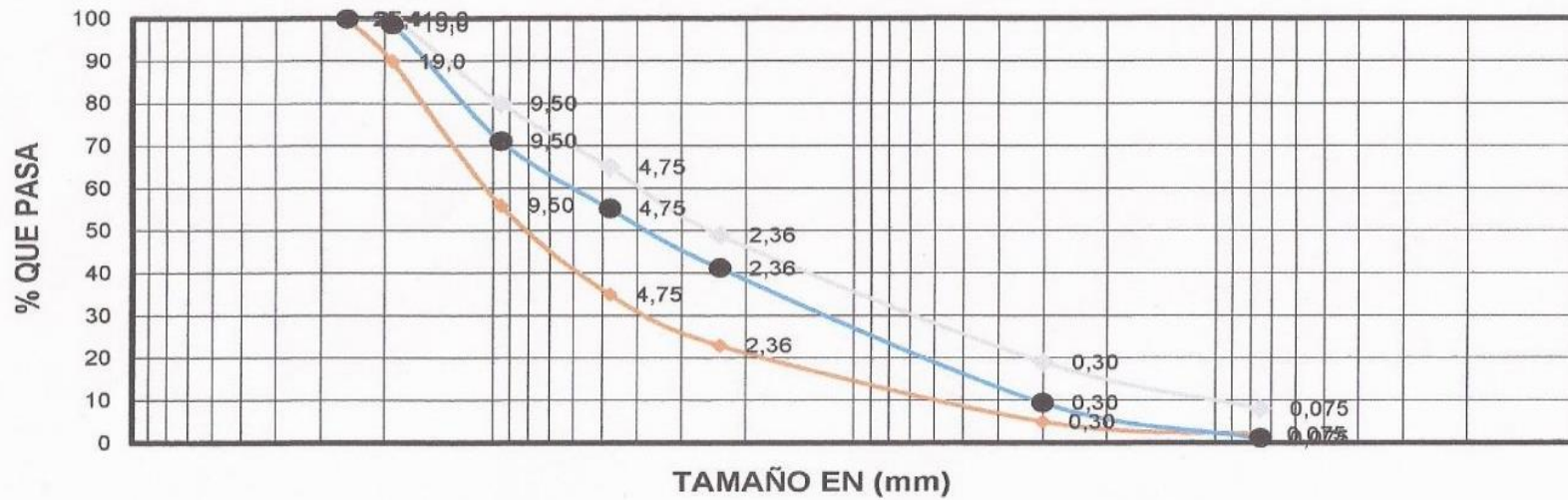
PROYECTO: “ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS.”

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: CHANCADORA CHARAJAS


LABORATORISTA: Juan Orlando Albornoz Gaite


FECHA: Noviembre del 2020

CURVA GRANULOMÉTRICA FORMADA DISEÑO MARSHALL



—○— Máximo
—◇— Mínimo
—●— Curva granulométrica formada


 Univ. Juan Orlando Albornoz Gaite
LABORATORISTA


 Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE
MATERIALES


PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO GRAVA $\frac{3}{4}$

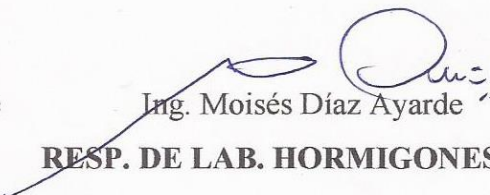
PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité **FECHA:** enero del 2020

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	2981.30	3000.00	1875.00	2.65	2.67	2.69	0.63
2	2998.80	3000.00	1876.00	2.67	2.67	2.67	0.04
3	2968.52	3000.00	1874.00	2.64	2.66	2.71	1.06
PROMEDIO				2.65	2.67	2.69	0.58

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.


Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité
LABORATORISTA


Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE
MATERIALES

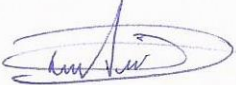
PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO GRAVILLA 3/8

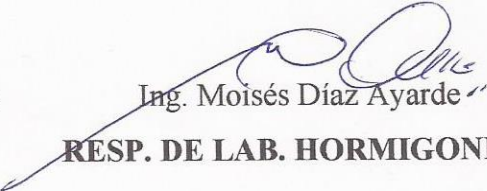
PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaite **FECHA:** noviembre del 2020

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	2955.10	3000.00	1857.00	2.59	2.62	2.69	1.52
2	2949.60	3000.00	1856.00	2.58	2.62	2.70	1.71
3	2942.80	3000.00	1874.00	2.61	2.66	2.75	1.94
			PROMEDIO	2.59	2.64	2.71	1.72

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.


Univ. Juan Orlando Albornoz Gaite
LABORATORISTA


Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL
SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA
DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO ARENA


PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

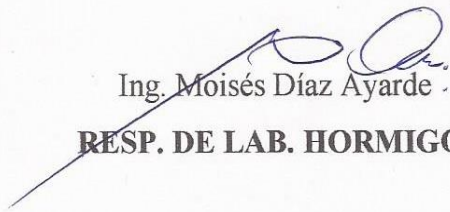
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: CHANCADORA CHARAJAS

LABORATORISTA: Juan Orlando Albornoz Gaité

FECHA: Noviembre del 2020

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	P. E. APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	500	195.3	991.1	295.80	473.10	500.00	2.32	2.45	2.67	5.38
2	500	190.7	990	299.30	480.60	500.00	2.39	2.49	2.65	3.88
3	500	196.5	992.2	295.70	477.35	500.00	2.34	2.45	2.63	4.53
PROMEDIO							2.35	2.46	2.65	4.60


Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité
LABORATORISTA


Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"



**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA
DE MATERIALES**

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM E-131

PROYECTO: “ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS.”

AGREGADO: GRAVA **MUESTRA:** N°1

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité **FECHA:** noviembre del 2020

TABLA ASTM E-131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN C		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/8"	1/4"	2500
1/4"	Nº4	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3677.5	26.45	35% MAX

Univ. Juan Orlando Albornoz Gaite
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE
MATERIALES

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM E-131

PROYECTO: “ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS.”

AGREGADO: GRAVILLA

MUESTRA: N°1

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité **FECHA:** noviembre del 2020

TABLA ASTM E-131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

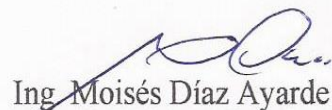
DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN C		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/8"	1/4"	2500
1/4"	Nº4	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3677.5	26.45	35% MAX



Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité
LABORATORISTA



RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE
COMUNICACIÓN

LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS."

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

AGREGADO: ARENA

MUESTRA: N°1

ELABORADO POR: Juan Orlando Albornoz Gaité

FECHA: enero del 2020

N° de Muestra	H1	H2	Equivalente de Arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	9.90	13.00	76.15
2	10.15	13.10	77.48
3	9.40	12.20	77.05
		Promedio	76.89

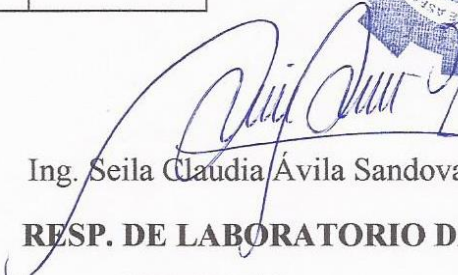
$$E.A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

Equivalente de Arena (%)	NORMA
76.89	> 50%




Univ. Juan Orlando Albornoz Gaité

LABORATORISTA


Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

RESP. DE LABORATORIO DE
ASFALTOS

Anexos 5
Planillas de
caracterización del
cemento asfáltico.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE
COMUNICACIÓN**

LABORATORIO DE ASFALTOS

CARACTERIZACIÓN DE LIGANTE ASFÁLTICO

ASFALTO CONVENCIONAL 85-100 ORIGEN: Brasil

PROYECTO: “ANALISIS DE LA FIBRA DE VIDRIO COMO COMPONENTE EN UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERA”

TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: 85-100

MUESTRA: N°1

LABORATORISTA: juan Orlando albornoz Gaité

FECHA: enero 2020

ENSAYO	UNIDAD	MUESTRAS			RESULTADO	ESPECIFICACIONES	
		1	2	3		Mínimo	Máximo
Penetración a 25°C, 100s. 5seg.:							
Lectura N°1	0,1 mm.	98	95	100			
Lectura N°2	0,1 mm.	98	102	99			
Lectura N°3	0,1 mm.	96	101	94			
Penetración Promedio	0,1 mm.	97	99	98	98	85	100
Peso Específico a 25°C:							
Peso Picnómetro	grs.	36.1	33.1	32.2			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	86.69	83.28	76.5			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	66.71	62.75	61.22			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	86.8	83.32	76.91			
Peso Específico Promedio	grs./cm3	1.001	0.998	1.011	1.003	1	1.05
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	279	295	280	285	232	-
Ensayo de la mancha					No se realizo		
Solvente gasolina standart					No se realizo		
Solvente gasolina-xilol, % xilol					No se realizo		
Solvente heptano-xilol, % xilol					No se realizo		
Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 hrs.					No se realizo		
Pérdida en masa					No se realizo		
Penetración del residuo, penetración original					No se realizo		
Indice de susceptibilidad térmica					No se realizo		
Punto de ablandamiento	°C	42.0	48.0	42.0	44	41	53
Destilación, Residuo					No se realizo		
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	118	107	114	113	100	-
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C					No se realizo		

Univ. Juan Orlando Albornoz Gaite

LABORATORISTA



Ing. Seila Claudia Avila Sandoval

RESP. DE LAB. DE

ASFALTOS