

ANEXO A

CARACTERIZACIÓN DEL LLENANTE MINERAL (CAOLIN)

A.1 Generalidades

Un estudio inicial estableció la existencia de yacimientos de Caolín en el cerro conocido como "La Colorada"

El material que se utilizó para realizar la mezcla asfáltica modificada con caolín fue traído del cerro "La Colorada" que se encuentra ubicado al Noroeste de la ciudad de Oruro, en él se logró evidenciar la existencia de caolín que es un mineral no metálico, que puede ser empleado como llenante mineral en una mezcla asfáltica.

Figura A.1. bancos de Caolín



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallará el ensayo a realizar para determinar la granulometría del caolín:

A.1.1 Análisis granulométrico del Caolín (Documento referencial AASHTO T27-99; ASTM E40 C-136)

Objetivo

Determinar el tamaño de partículas basándose en la ley de Stokes, la cual relaciona la velocidad de una esfera, cayendo libremente a través de un fluido.

Materiales y equipos

Balanza.- Debe tener una capacidad superior a la masa de la muestra más el recipiente de pesaje y una precisión de 0,1 g.

Figura A.2. Balanza electrónica



Fuente: Elaboración propia

Tamices.- Los tamices seleccionados estarán de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

Figura A.3. Juego de tamices normalizados



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento del ensayo

Se pesa 80 gramos de caolín seco, se lo vierte a un plato pequeño donde se procede a mezclar con un agente dispersante que es el silicato de sodio, se mezcla bien con la ayuda de una espátula y se lo deja reposar por una noche

Figura A.4. Preparación del caolín con defloculante



Fuente: Elaboración propia

Luego se debe vaciar la muestra a una probeta de 1000 ml. y se la debe llenar con agua hasta llegar a los 1000 ml, se procede a batir la probeta con el material para la dispersión de las partículas, se debe colocar la probeta en una superficie plana y se procede a medir la temperatura del agua y luego se procede a realizar el ensayo con el hidrómetro lecturando la profundidad y el tiempo transcurrido para cada lectura y la temperatura de cada lectura, este procedimiento se lo debe realizar hasta que el hidrómetro marque cero y se asienten todas las partículas.

Figura A.5. Vaciado del caolín a la probeta



Fuente: Elaboración propia

Figura A.6. Lectura del hidrómetro



Fuente: Elaboración propia

Para empezar el ensayo se debe empezar cada 2 minutos, posteriormente cada 5 minutos y luego cada 20 a 30 minutos y si es necesario cada 24 hrs.

Se debe realizar una corrección por temperatura y por menisco de la lectura del hidrómetro una vez llenado con agua a la hora de realizar los cálculos, esto se lo hace a través de tablas.

Cálculos

Lectura de hidrómetro corregida. Calcúlense las lecturas de hidrómetro corregidas por menisco (R) sumándole a cada lectura de hidrómetro no corregida (R'), la corrección por menisco Cm, o sea:

$$R=R'+Cm$$

Anótense en la planilla los valores de R obtenidos.

Cálculo del diámetro de las partículas (D). Determinése el diámetro de las partículas correspondientes a cada lectura de hidrómetro empleando el nomograma. En este nomograma, la escala (R) correspondiente a las profundidades efectivas (L) (véase Tabla), se elaborará empleando la curva de calibración correspondiente al hidrómetro que se va a emplear en el ensayo. La secuencia de los pasos a seguir para calcular el diámetro de las partículas (ID) mediante el nomograma, se indica esquemáticamente en la parte inferior derecha de dicha figura. El diámetro de las partículas de suelo en suspensión en el momento de realizar cada lectura de hidrómetro se puede calcular también con la fórmula siguiente:

$$D(mm) = K \sqrt{\frac{L}{t}}$$

Donde:

L= profundidad efectiva cm

t= tiempo transcurrido en min

$$K = \sqrt{\frac{30 + \frac{\mu}{g}}{ts - tw}}$$

Donde:

g = Aceleración gravitacional = 980.7 cm/s²

μ = Coeficiente de viscosidad del agua en Poises

t_s = Peso unitario de los sólidos del suelo en gr/cm³

w = Peso unitario del agua destilada, a la temperatura T , en gr/cm³

Los valores de K están tabulados en Tabla, en función del peso específico y la temperatura.

Cálculo del porcentaje más fino. Para calcular el porcentaje de partículas de diámetro más fino que el correspondiente a una lectura de hidrómetro dada, utilice las fórmulas siguientes: Para hidrómetros 151 H

$$\text{porcentaje mas fino} = \frac{G_s}{G_s - 1} * \frac{100}{W_o} * (R - Cd \pm Ct)$$

Donde:

G_s = Peso específico de los sólidos (modo operativo MTC E 205)

W_o = Peso de la muestra de suelo secado al horno que se empleó para el análisis del hidrómetro.

$(R - Cd + Ct)$ = Lectura de hidrómetro corregida por menisco menos corrección por defloculante y punto cero, más (sumada algebraicamente) corrección por temperatura

a = Factor de corrección por peso específico (véase Tabla)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO 1

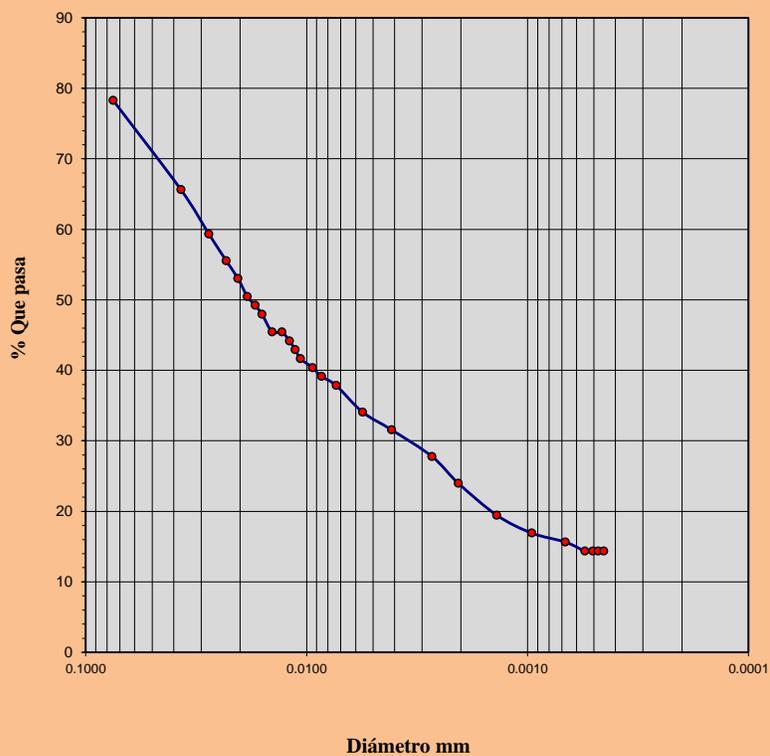
PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECÁNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CERRADAS"
FECHA: JULIO DE 2018
Identificación: Caolin
LABORATORISTA: Gonzalo Arce Portal

Modelo Hidróm.: 152 H	Peso específico: 2.60 gr/cm ³
Peso suelo seco: 80 gr	Factor (a) = 1.01
Agente dispersante =	Silicato de sodio

Hora de lectura	Tiempo transc. min.	Temp. °c.	Lectura real R'	Lectura correg R.	Prof. efec. L	Constante K tabla	L/t	Ct	Lectura correg Rc.	Diam. partícula mm	% Mas fino
9:53	0	24	60	61	6.40	0.013	0	1.00	62.00	0.075	78.28
9:54	1	24	50	51	7.90	0.013	7.900	1.00	52.00	0.0371	65.65
9:55	2	24	45	46	8.80	0.013	4.400	1.00	47.00	0.0277	59.34
9:56	3	24	42	43	9.20	0.013	3.067	1.00	44.00	0.0231	55.55
9:57	4	24	40	41	9.60	0.013	2.400	1.00	42.00	0.0204	53.03
9:58	5	24	38	39	9.90	0.013	1.980	1.00	40.00	0.0186	50.50
9:59	6	24	37	38	10.10	0.013	1.683	1.00	39.00	0.0171	49.24
10:00	7	24	36	37	10.20	0.013	1.457	1.00	38.00	0.0159	47.98
10:02	9	24	34	35	10.60	0.013	1.178	1.00	36.00	0.0143	45.45
10:04	11	24	34	35	10.60	0.013	0.964	1.00	36.00	0.0130	45.45
10:06	13	24	33	34	10.70	0.013	0.823	1.00	35.00	0.0120	44.19
10:08	15	24	32	33	10.90	0.013	0.727	1.00	34.00	0.0113	42.93
10:10	17	24	31	32	11.10	0.013	0.653	1.00	33.00	0.0107	41.66
10:15	22	24	30	31	11.20	0.013	0.509	1.00	32.00	0.0094	40.40
10:20	27	24	29	30	11.40	0.013	0.422	1.00	31.00	0.0086	39.14
10:30	37	24	28	29	11.50	0.013	0.311	1.00	30.00	0.0074	37.88
11:00	67	24	25	26	12.00	0.013	0.179	1.00	27.00	0.0056	34.09
12:00	127	24	23	24	12.40	0.013	0.098	1.00	25.00	0.0041	31.56
15:00	307	24	20	21	12.90	0.013	0.042	1.00	22.00	0.0027	27.78
19:00	547	24	17	18	13.30	0.013	0.024	1.00	19.00	0.0021	23.99
8:00	1327	22	14	15	13.80	0.014	0.010	0.40	15.40	0.0014	19.44
9:00	2827	22	12	13	14.20	0.014	0.005	0.40	13.40	0.0010	16.92
9:00	5707	22	11	12	14.30	0.014	0.003	0.40	12.40	0.0007	15.66
11:00	8707	22	10	11	14.50	0.014	0.002	0.40	11.40	0.0006	14.39
14:00	10327	22	10	11	14.50	0.014	0.001	0.40	11.40	0.0005	14.39
10:00	11527	22	10	11	14.50	0.014	0.001	0.40	11.40	0.0005	14.39
10:00	12967	22	10	11	14.50	0.014	0.001	0.40	11.40	0.0005	14.39

% Pasa 200	=	100.00
% Limo parcial	=	85.61
% Arcilla parcial	=	14.39

Distribución granulométrica CAOLIN



ANEXO B

CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES PÉTREOS

B.1 Generalidades

Los áridos se emplean, combinados con asfaltos de diversos tipos, para preparar mezclas de utilidades muy diversas. Como los áridos constituyen normalmente el 90 % en peso o más de estas mezclas sus propiedades tienen gran influencia sobre las del producto terminado. Los áridos más empleados son piedra y escoria partidas, grava chancada o natural, arena y filler mineral. En la construcción de pavimentos asfálticos el control de las propiedades de los áridos es tan importante como el de las del asfalto.

El material pétreo a ser usado en este proyecto será de 3 canteras diferentes de la ciudad de Tarija, la primera se encuentra ubicada en la comunidad de San Mateo desemboque de río Sella km. 6, donde se encuentra la planta de áridos (chancadora) “GARZON”, la segunda ubicada en la comunidad de Santa Ana desemboque del río Santa Ana y la tercera cantera es la de SEDECA ubicada en la localidad de Charaja.

Figura B.1. Localización de la planta de áridos



Fuente: Elaboración propia

Figura B.2. Chancadora de SEDECA



Fuente: Google Earth

Figura B.3. Chancadora de Santa Ana



Fuente: Google Earth

A continuación, se detallarán los ensayos realizados para la caracterización de los agregados:

B.1.1 Análisis granulométrico de los agregados (Documento referencial AASHTO T27-99; ASTM E40 C-136)

Objetivo

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.

Materiales y equipos

Balanza.- Debe tener una capacidad superior a la masa de la muestra más el recipiente de pesaje y una precisión de 0,1 g.

Figura B.4. Balanza electrónica



Fuente: Elaboración propia

Tamices.- Los tamices seleccionados estarán de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

Figura B.5. Juego de tamices normalizados



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento del ensayo

a) Antes de realizar el ensayo se debe preparar la muestra, para lo cual se debe separar mediante cuarteo la cantidad necesaria hasta obtener una muestra representativa.

El tamaño nominal del agregado es de 1 plg, para este ensayo se pesará una cantidad de 5 Kg de material.

Figura B.6. Agregados para ser ensayados



Fuente: Elaboración propia

- b) Se lava el material a través del tamiz N 200 para separar las partículas finas que pueden estar pegadas a las gruesas y para retirar la materia orgánica que puede contaminar el ensayo.
- c) Seleccionar la serie de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material a ensayar (agregado grueso o fino).
- d) Verter el material lavado y secado en el juego de tamices previamente ensamblados y dispuestos, de arriba abajo, en orden decreciente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa.

Figura B.7. Proceso de tamizado



Fuente: Elaboración propia

- e) Se procede con el tamizado agitando la serie de tamices ensamblados EN ROP TAP por un tiempo determinado de 10 a 15 minutos. Terminado el proceso de tamizado se determinará el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza de precisión 0,1gr.

Figura B.8. Material retenido en cada tamiz



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

Obtenidos los pesos retenidos en cada malla disponer los datos en una planilla de tal forma que se puedan realizar los respectivos cálculos.

- a) Calcular el peso acumulado de los pesos retenidos.
- b) Calcular el porcentaje retenido tomando como referencia el peso total de la muestra usada dividida por su peso retenido acumulado multiplicado por 100.

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{peso retenido acumulado}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

c) Luego invertir los porcentajes retenidos y transformarlos en porcentajes pasantes, para esto se debe restar al 100% cada porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Quepasa} = 100\% - \% \text{ Retenido acum.}$$

d) Dibujar la curva granulométrica a escala logarítmica donde las abscisas corresponden al tamaño de las partículas y las ordenadas a los porcentajes que pasan.

Resultados

B.1.2 Peso específico y absorción del agregado grueso (Documento referencial ASTM C127; AASHTO T85)

Objetivo

Establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas.

Materiales y equipos

Balanza.

Horno.

Canastillo porta muestra para agregado grueso.

Estanque (debe permitir contener con holgura el canastillo porta muestra).

Recipientes.

Procedimiento del ensayo

La cantidad mínima de la muestra para este ensayo se determina según la tabla B.1.

Tabla B.1. Cantidad mínima de muestra

Tamaño máximo nominal (mm)	Cantidad mínima de muestra (g)
12,5	2.000
19	3.000
25	4.000
37,5	5.000
50	8.000

Fuente: Normas para materiales y ensayo de materiales, ABC

- a) La muestra para el ensayo consiste de 5kg según la tabla B.1. Se lava el material con el fin de remover el polvo o cualquier impureza que cubra la superficie de las partículas, se eliminara por tamizado las partículas inferiores a 4,75 mm (tamiz N° 4), luego se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.
- b) Transcurrido las 24 horas, se retira la muestra del agua y se seca con un paño superficialmente a las partículas hasta que desaparezca la película visible de agua. Se debe efectuar toda la operación en el menor tiempo posible para evitar la evaporación total del agua.

Figura B.9. Material sumergido en agua por 24 horas



Fuente: Elaboración propia

- c) Se determina entonces el peso del agregado saturado superficialmente seco, pesando la muestra en una balanza. Se registra ese dato como B.

Figura B.10. Obtención del peso sumergido de la muestra



Fuente: Elaboración propia

- d) Después de pesar, se colocará la muestra saturada con superficie seca en el canastillo.
- e) metálico, y se sumerge en agua a 20 ± 3 °C y se sacude para eliminar el aire atrapado, en donde se determinará su peso sumergido. Se registra ese dato como C.

Figura B.11. Canastillo metálico



Fuente: Elaboración propia

- f) Se retira la muestra del canastillo, cuidando de no dejar partículas atrapadas en el canastillo, y se dejará secar la muestra en un horno a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Se deja enfriar hasta la temperatura ambiente o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto y se pesara para determinar el peso seco. Se registra este dato como A.

Figura B.12. Determinación del peso sumergido



Fuente: Elaboración propia

Figura B.13. Extracción del material sumergido



Fuente: Elaboración propia

Figura B.14. Proceso de secado en el horno



Fuente: Elaboración propia

Figura B.15. Peso del material seco



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

Los cálculos a realizar serán las siguientes:

Peso específico seco de la muestra

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{B - C}$$

Peso específico saturado con superficie seca

$$\text{Peso específico en condición saturada y superficie seca} = \frac{B}{B - C}$$

Peso específico aparente

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{A - C}$$

Absorción (%)

$$\% \text{ de absorcion} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A = peso seco del agregado, en gr.

B = peso del agregado saturado superficialmente seca, en gr.

C = peso del agregado saturado, en gr

B.1.3 Peso específico y absorción del agregado fino (Documento referencial ASTM C128; AASHTO T84)

Objetivo

Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.

Equipos y materiales utilizados

Balanza.

Horno.

Recipientes.

Matraz.

Molde cónico.

Pisón.

Procedimiento del ensayo

La muestra consiste aproximadamente de 1 kg de material. Se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.

Figura B.16. Preparado e inmersión de la muestra por 24 horas



Fuente: Elaboración propia

- a) Elimine paulatinamente el exceso de agua, evitando la pérdida de finos. Revuelva la muestra frecuentemente para asegurar un secado uniforme, hasta llevarla a su condición suelta.

Figura B.17. Secado superficialmente
Con la secadora



Fuente: Elaboración propia

Figura B.18. Verificación de la
condición de humedad



Fuente: Elaboración propia

- b) Con el fin de verificar la condición de saturado con superficie seca, se coloca el material dentro del molde cónico, que estará con su diámetro mayor hacia abajo.
- c) Se enrasa el material y se procede a compactar suavemente con 25 golpes de pisón uniformemente distribuidos sobre la superficie. En cada golpe se deja caer el pisón libremente.

Figura B.19. Verificación de la condición de saturado con superficie seca



Fuente: Elaboración propia

- d) Remueva cuidadosamente todo el material sobrante en la superficie, y se procede a levantar el molde verticalmente. Si hay humedad libre la muestra conservará la forma del cono. En este caso se repite con el secado. Una vez que la muestra caiga libremente según su talud natural al retirar el molde, será indicación que la muestra alcanzó la condición saturada superficialmente seca.
- e) Se colocan 500 gr de la muestra en el matraz y luego se llena este con agua. Con el fin de eliminar burbujas de aire presentes en el matraz, se rueda el matraz y luego se deja reposar un instante.

Figura B.20. Determinación del peso de la muestra + matraz



Fuente: Elaboración propia

- f) Mida y registre la masa total del matraz con la muestra de ensaye y el agua.
- g) Se vacía el contenido del matraz en un recipiente y se pone a secar en un horno de temperatura constante y se procederá a pesar la muestra en condición seca.

Figura B.21. Determinación del peso seco



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

Peso específico de la muestra.

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{V - W}$$

Peso específico de la muestra saturada con superficie seca.

$$\text{Peso específico en condición saturada y superficie seca} = \frac{500}{V - W}$$

Peso específico aparente.

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

Absorción.

$$\% \text{ de absorción} = \frac{500 - A}{A} * 100$$

Donde:

A = peso en el aire de la muestra secada al horno en gr.

V = Volumen del frasco

W = peso en gramos o volumen en ml del agua agregado al frasco

Resultados

El resultado se mostrará al final de la realización de todos los ensayos.

B.1.4 Peso unitario de los agregados gruesos y finos (Documento referencial ASTM C 29M-97; AASHTO T27)

Objetivo

Determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos.

Equipos y materiales

Balanza.

Recipientes metálicos de forma cilíndrica, provistos de agarraderas.

Varilla compactadora, de acero de 16mm de diámetro y una longitud de 60 cm con el extremo redondeado.

Pala de mano o cucharón.

Procedimiento del ensayo

Determinación del peso unitario suelto.

- a) Con la ayuda de una pala de mano o cucharón se llena el recipiente de medida, descargando el agregado desde una altura no mayor a 50mm hasta que rebose el recipiente.

Figura B.22. Peso unitario suelto del agregado grueso



Fuente: elaboración propia

- b) Se eliminará el agregado sobrante o en exceso con la ayuda de la varilla.
- c) Determinar el peso del recipiente cilíndrico y el peso del recipiente cilíndrico más la muestra del agregado añadida.

Determinación del peso unitario compactado.

- a) Llenar la tercera parte del recipiente con el agregado, emparejar la superficie con los dedos, posteriormente apisonar la capa del agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente. Al apisonar esta primera capa se debe evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente.
- b) Se llena el con el agregado las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie y apisonar con 25 golpes de la varilla aplicando la fuerza necesaria para que la varilla atravesase solamente la respectiva capa. Finalmente llenar el recipiente hasta rebosar y compactar nuevamente de la manera antes mencionada.

Figura B.23. Peso unitario compactado del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

- c) Una vez colmado el recipiente, enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, seguidamente determinar el peso del recipiente más el agregado y el peso del recipiente solo.

Figura B.24. Peso unitario compactado del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

El peso neto del agregado o de la mezcla dentro del molde se obtiene restando el peso del molde con la muestra compactada y el peso del molde vacío. El peso por unidad de volumen de la muestra se obtiene dividiendo el peso entre el volumen del recipiente.

$$P.U. \frac{(A - B)}{V}$$

Donde:

A = peso del recipiente más el agregado, en kg.

B = peso del recipiente, en kg.

V = volumen del recipiente, en m³

Resultados

El resultado se mostrará al final de la realización de todos los ensayos.

B.1.6 Método para determinar el equivalente de arena (Documento referencial ASTM D2419; AASHTO T176)

Objetivo

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.

Equipos y materiales

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.

Pisón.- Compuesto por los siguientes elementos:

Una varilla de bronce de 6 mm de diámetro y 450 mm de largo, con hilo en ambos extremos.

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.

Un par de guías que mantengan centrada la varilla en el eje de la probeta.

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 rectificada de modo que el conjunto de varilla, pie, guías y sobrecarga tenga una masa de $1\text{kg} \pm 5\text{g}$.

Sifón.- Recipiente de medida de 85 ± 5 ml de capacidad.

Tamiz.

Recipiente para preparar el reactivo.

Agitador mecánico.

Herramientas y accesorios (botellas para reactivo, regla de enrase).

Procedimiento del ensayo

- a) Para la preparación de la solución química se diluirá 22,5 ml de solución para cada litro de agua destilada.
- b) Por el sifón verter 102 ± 3 mm. de solución de trabajo de cloruro de calcio, en la probeta.

Figura B.25. Muestra preparada para realizar el ensayo



Fuente: Elaboración propia

- c) Con ayuda del embudo verter en la probeta, aproximadamente 150 gr del suelo preparado.
- d) Golpear la parte baja del cilindro varias veces con la palma de la mano para desalojar las posibles burbujas de aire y para humedecer completamente la muestra. Dejar reposar durante 10 ± 1 min.

Figura B.26. Muestra preparada para realizar el ensayo



Fuente: Elaboración propia

- e) Transcurridos los 10 min., tapar la probeta con un tapón; suelte el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo a la vez.

Método manual

- f) Sujetar la probeta en posición horizontal y sacudirla vigorosamente de izquierda a derecha.
- g) Agitar el cilindro 90 ciclos en 30 segundos, usando un recorrido de 23 ± 3 cm. Un ciclo se define como el movimiento completo a la derecha seguido por otro a la izquierda.
- h) El operador deberá mover solamente los antebrazos manteniendo el cuerpo y hombros relajados.
- i) Concluida con la operación de agitación, colocar la probeta verticalmente sobre la mesa de trabajo y quitar el tapón.

Proceso de irrigación.

- j) El cilindro no deberá moverse de su posición vertical y con la base en contacto con la superficie de trabajo.

- k) Introduzca el tubo irrigador en la parte superior de la probeta, suelte la abrazadera de la manguera y limpie el material de las paredes de la probeta mientras el irrigador baja.
- l) El irrigador debe llegar hasta el fondo, aplicando suavemente una presión y giro mientras que la solución de trabajo fluye por la boca del irrigador, esto impulsa el material fino desde el fondo hacia arriba poniéndolo sobre las partículas gruesas.

Figura B.27. Llenado de la solución hasta los 38cm



Fuente: Elaboración propia

- m) Cuando el nivel del líquido alcance la señal de los 38 cm, levante el tubo irrigador despacio sin que deje de fluir la solución, de tal manera que el nivel se mantenga cerca de 38.0 cm mientras se saca el tubo. Regule el flujo justo antes que el tubo esté completamente fuera y ajuste el nivel final a los 38.0 cm.

Lectura de arcilla.

- n) Dejar reposar durante 20 min. \pm 15 s. Comience a medir el tiempo luego de retirar el tubo irrigador.
- o) Al término de los 20 min., leer el nivel superior de la suspensión de arcilla. Este valor se denomina lectura de arcilla. Si la línea de marca no es clara transcurridos los 20 min. del período de sedimentación, permita que la muestra repose sin ser perturbada hasta que una lectura de arcilla pueda ser claramente obtenida; inmediatamente, lea y anote el nivel máximo de la suspensión arcillosa y el tiempo total de sedimentación. Si el período total de sedimentación excede los 30 min., efectúe nuevamente el ensayo, usando tres especímenes individuales de la misma muestra. Registre la lectura

de la columna de arcilla para la muestra que requiere el menor tiempo de sedimentación como lectura de arcilla.

Figura B.28. Lectura de arcilla



Fuente: Elaboración propia

Lectura de arena.

- p) Después de la lectura de arcilla, introduzca en la probeta el ensamblaje del pie (conjunto del disco, varilla y sobrepeso) y baje lentamente hasta que llegue sobre la arena. No permitir que el indicador golpee la boca de la probeta mientras se baja el conjunto.
- q) Cuando el conjunto toque la arena con uno de los tornillos de ensamblaje hacia la línea de graduación de la probeta, lea y anote. Restar 25.4 cm. del nivel indicado en el borde superior del indicador y registrar este valor como la lectura de arena.
- r) Después de tomar la lectura de arena, tenga cuidado de no presionar con el pie porque podría dar lecturas erróneas.

Figura B.29. Lectura la arena



Fuente: Elaboración propia

- s) Si las lecturas de arcilla y arena están entre 2.5 mm de graduación (0.1 pulgadas), registrar el nivel de graduación inmediatamente superior como lectura.

Cálculos

Se calculará el equivalente de arena con la siguiente formula:

$$Eq. Arena = \frac{Lectura\ de\ arena}{Lectura\ de\ arcilla} \times 100$$

Resultados

El resultado se mostrará al final de la realización de todos los ensayos.

B.1.7 Ensayo de desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (Documento referencial ASTM C131; AASHTO T96)

Objetivo

Este ensayo es para estimar el efecto perjudicial que origina a los materiales su grado de alteración, su baja resistencia estructural, plano de debilitamiento, plano de

cristalización, forma de las partículas, cuyo objetivo es determinar la dureza de los materiales pétreos que se emplean en mezclas asfálticas.

Equipos y materiales

Balanza.

Tamices.

Horno.

Esferas de acero (carga abrasiva).

Máquina de los ángeles.

Procedimiento del ensayo

- a) El material deberá ser lavado y secado en horno a temperatura constante de 105-110°C, y el tamizado según las mallas que se indican. Mezclar las cantidades que el método indique según la tabla anterior.

Tabla B.2. Tabla de pesos del agregado grueso y número de esferas para el desgaste de los Ángeles

Gradación		A	B	C	D
Diámetro		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 (gr)		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
Numero de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		15	15	15	15

Fuente: Norma ASTM, C131.

- b) La muestra de ensayo y la carga designada serán colocadas en la máquina de los ángeles y se pondrá en funcionamiento la maquina a una velocidad de 30 o 33 revoluciones por minuto para las gradaciones A, B, C, se hará rotar el tambor 500 revoluciones.

Figura B.30. Preparado del material



Fuente: Elaboración propia

Figura B.31. Esferas de acero



Fuente: Elaboración propia

c) Al final del ensayo será descargado de la máquina y se hará una separación preliminar en el tamiz N° 12.

d)

Figura B.32. Colocado del material dentro la máquina de los ángeles



Fuente: Elaboración propia

Figura B.33. Material después del ensayo



Fuente: Elaboración propia

e) El material que queda retenido en el tamiz # 12 deberá lavarse, secarse en un horno a 110°C y pesarse seguidamente.

Figura B.34. Tamizado del material en el Tamiz N° 12



Fuente: Elaboración propia

Figura B.35. Material secado al horno



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

El resultado del ensayo se expresa en porcentaje de desgaste, calculándose como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra de ensayo con respecto al peso inicial.

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} * 100$$

Resultados

El resultado se mostrará al final de la realización de todos los ensayos.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

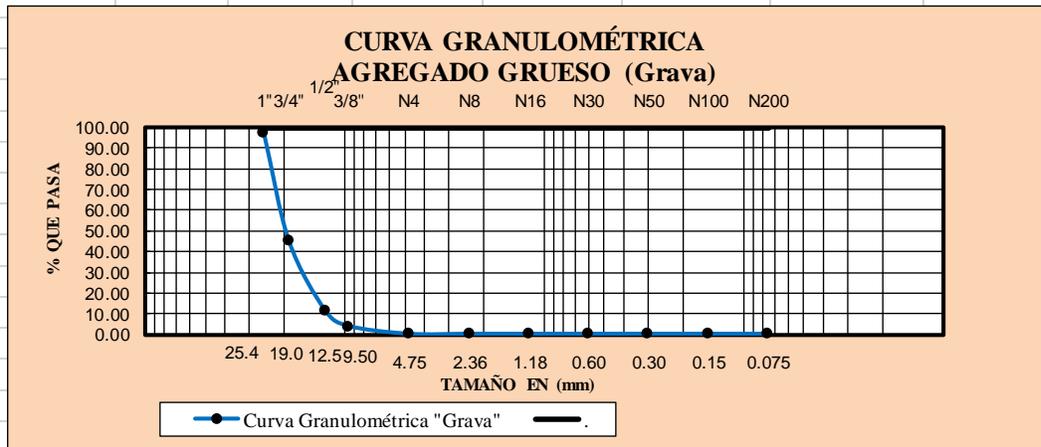
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava) (SAN MATEO)

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		5000			
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	120.00	120.00	2.40	97.60
3/4"	19.0	2625.40	2745.40	54.91	45.09
1/2"	12.5	1682.70	4428.10	88.56	11.44
3/8"	9.50	376.20	4804.30	96.09	3.91
Nº4	4.75	187.30	4991.60	99.83	0.17
Nº8	2.36	0.10	4991.70	99.83	0.17
Nº16	1.18	0.20	4991.90	99.84	0.16
Nº30	0.60	0.10	4992.00	99.84	0.16
Nº50	0.30	0.12	4992.12	99.84	0.16
Nº100	0.15	0.10	4992.22	99.84	0.16
Nº200	0.075	0.20	4992.42	99.85	0.15
BASE	-	7.50	4999.92	100.00	0.00
SUMA		4999.92			
PÉRDIDAS		0.08			
MF =		7.95			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	4134.00
Peso Muestra seca	4100.80
Peso Agua	33.20
% de Humedad	0.81

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

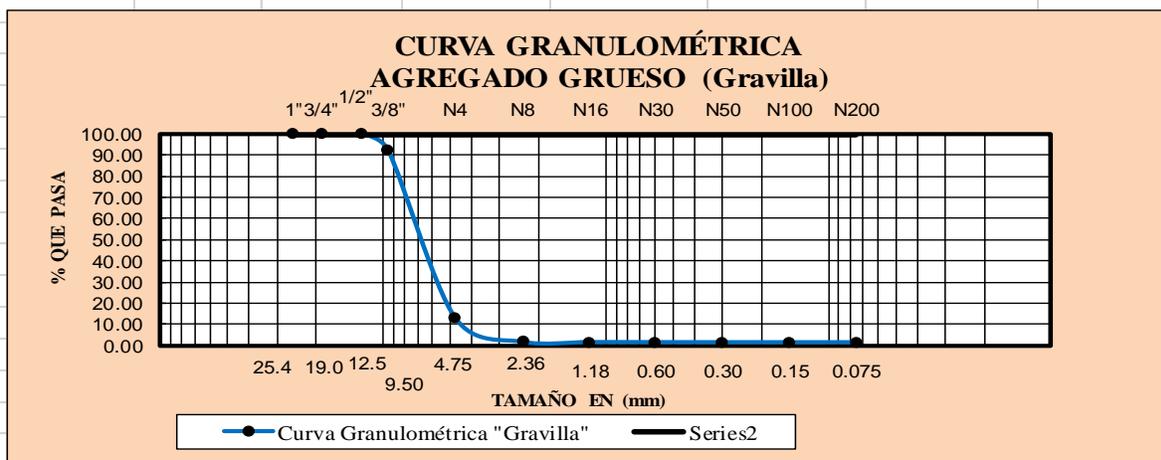
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SAN MATEO)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		5000			
Tamices	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	6.30	6.30	0.13	99.87
3/8"	9.50	380.00	386.30	7.73	92.27
Nº4	4.75	3971.20	4357.50	87.15	12.85
Nº8	2.36	571.10	4928.60	98.57	1.43
Nº16	1.18	4.20	4932.80	98.66	1.34
Nº30	0.60	2.40	4935.20	98.70	1.30
Nº50	0.30	1.20	4936.40	98.73	1.27
Nº100	0.15	0.50	4936.90	98.74	1.26
Nº200	0.075	0.12	4937.02	98.74	1.26
BASE	-	62.80	4999.82	100.00	0.00
SUMA		4999.82			
PÉRDIDAS		0.18			
MF =		6.87			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	5500.00
Peso Muestra seca	5491.00
Peso Agua	9.00
% de Humedad	0.16

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIT. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

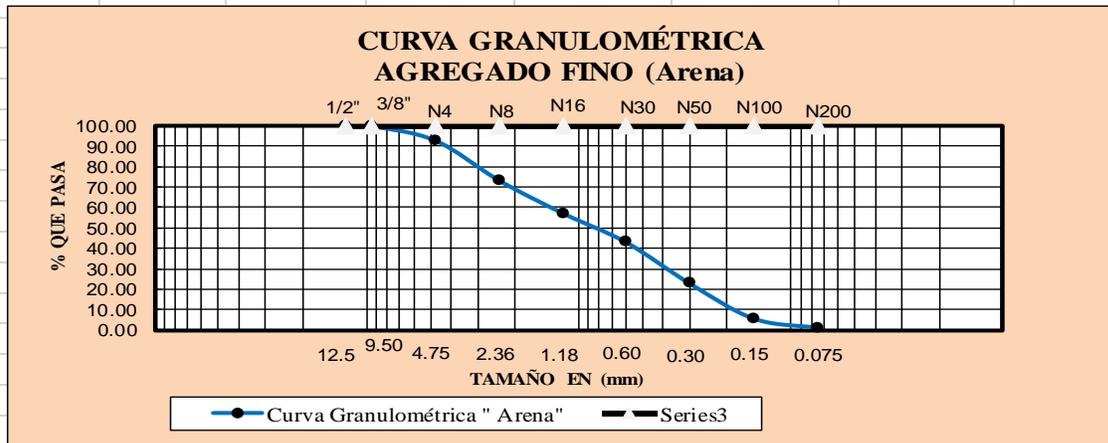
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena) (SAN MATEO)

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. ARCE PORTAL GONZALO

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		2000			
Tamices	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	137.70	137.70	6.89	93.12
Nº8	2.36	395.10	532.80	26.64	73.36
Nº16	1.18	321.70	854.50	42.73	57.28
Nº30	0.60	280.60	1135.10	56.76	43.25
Nº50	0.30	405.70	1540.80	77.04	22.96
Nº100	0.15	343.10	1883.90	94.20	5.80
Nº200	0.075	89.20	1973.10	98.66	1.35
BASE	-	26.60	1999.70	99.99	0.02
SUMA	1999.7				
PÉRDIDAS	0.3				
MF =	4.03				



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	2321.00
Peso Muestra seca	2318.00
Peso Agua	3.00
% de Humedad	0.13

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava) (SAN MATEO)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	Peso especifico a granel (gr/cm3)	Peso especifico saturado con sup. seca (gr/cm3)	Peso especifico aparente (gr/cm3)	% de absorción
1	4953.00	5040.80	3091.00	2.54	2.59	2.66	1.77
2	4954.25	5041.35	3113.00	2.57	2.61	2.69	1.76
3	4953.83	5041.88	3096.00	2.55	2.59	2.67	1.78
PROMEDIO				2.55	2.60	2.67	1.77

(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. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SAN MATEO)

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	Peso especifico a granel (gr/cm ³)	Peso especifico saturado con sup. seca (gr/cm ³)	Peso especifico aparente (gr/cm ³)	% de absorción
1	4784.10	4945.40	3033.00	2.50	2.59	2.73	3.37
2	4783.76	4946.10	3041.00	2.51	2.60	2.74	3.39
3	4784.78	4945.95	3036.50	2.51	2.59	2.74	3.37
			PROMEDIO	2.51	2.59	2.74	3.38

(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. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena) (SAN MATEO)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS'

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra (gr)	Peso de matraz (gr)	Arena + matras + agua (gr)	Peso del agua agregado al matraz "W" (ml) ó (gr)	Peso de muestra secada "A" (gr)	Volumen del matraz "V" (ml)	P. E. a granel (gr/cm ³)	P. E. saturado con sueroficie seca (gr/cm ³)	P. E. aparente (gr/cm ³)	% de absorcion
1	500	177.3	990.4	313.10	487.10	500.00	2.61	2.68	2.80	2.58
2	500	177.3	989.6	312.30	488.20	500.00	2.60	2.66	2.78	2.36
3	500	177.3	990.8	313.50	487.70	500.00	2.62	2.68	2.80	2.46
						PROMEDIO	2.61	2.67	2.79	2.47

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO UNITARIO - GRAVA (SAN MATEO)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS''

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	5841.70	9790.68	19605.00	13763.30	1.41
2	5841.70	9790.68	19505.00	13663.30	1.40
3	5841.70	9790.68	19490.00	13648.30	1.39
PROMEDIO					1.40

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	5841.70	9790.68	20645.00	14803.30	1.51
2	5841.70	9790.68	20665.00	14823.30	1.51
3	5841.70	9790.68	20658.00	14816.30	1.51
PROMEDIO					1.51

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



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

PESO UNITARIO - GRAVILLA (SAN MATEO)

PROYECTO: ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS

ELABORADO POR: Univ. ARCE PORTAL GONZALO

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	5841.70	9790.68	19625.00	13783.30	1.41
2	5841.70	9790.68	19725.00	13883.30	1.42
3	5841.70	9790.68	19656.00	13814.30	1.41
PROMEDIO					1.41

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	5841.70	9790.68	20910.00	15068.30	1.54
2	5841.70	9790.68	20955.00	15113.30	1.54
3	5841.70	9790.68	20946.00	15104.30	1.54
PROMEDIO					1.54

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



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

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO (SAN MATEO)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS'

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	2605.90	2954.80	6979.70	4373.80	1.48
2	2605.90	2954.80	6987.30	4381.40	1.48
3	2605.90	2954.80	7006.60	4400.70	1.49
PROMEDIO					1.48

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	2605.90	2954.80	7638.20	5032.30	1.70
2	2605.90	2954.80	7709.40	5103.50	1.73
3	2605.90	2954.80	7707.90	5102.00	1.73
PROMEDIO					1.72

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFELAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

EQUIVALENTE DE ARENA (SAN MATEO)

PROYECTO: ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFATICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE POERTA

FECHA: JULIO DE 2018

N° de Muestra	H1 (cm)	H2 (cm)	Equivalente de Arena (%)
1	10.1	10.80	93.52
2	10.9	11.5	94.78
3	11.4	12.00	95.00
		Promedio	94.43

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
94.43	> 50%



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

DESGASTE - AGREGADO GRUESO (Grava) (SAN MATEO)

PROYECTO "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

Gradacion		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"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
NºDE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradacion A		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
1 1/2 "	1"	1250
1"	3/4"	1250
3/4"	1/2"	1250
1/2"	3/8"	1250

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

Gradacion	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificacion ASTM
A	5000	3842.7	23.15	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

DESGASTE - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SAN MATEO)

PROYECTO "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

Gradacion		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		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradacion C		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
3/8"	1/4"	2500
1/4"	N°4	2500

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

Gradacion	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificacion ASTM
C	5000	4166.1	16.68	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

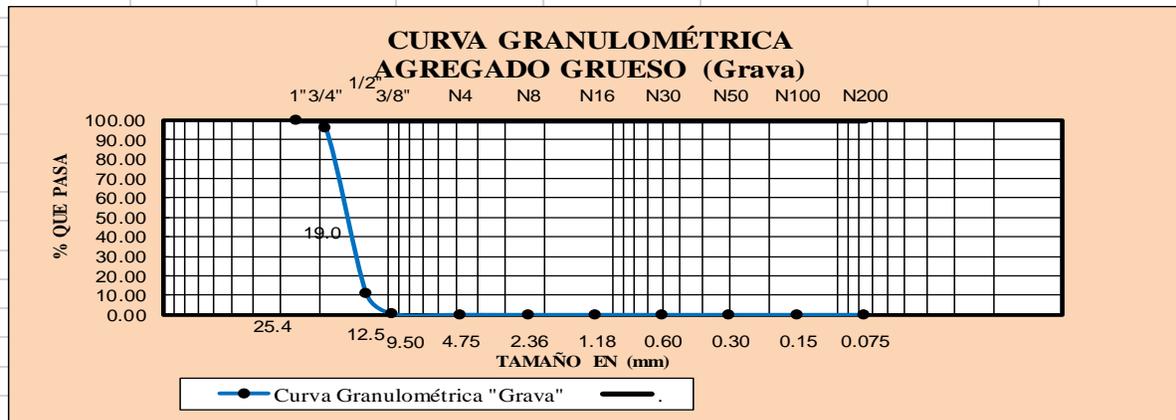
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava) (SANTA ANA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)			3000		
Tamices	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	109.90	109.90	3.66	96.34
1/2"	12.5	2557.40	2667.30	88.91	11.09
3/8"	9.50	318.90	2986.20	99.54	0.46
Nº4	4.75	11.80	2998.00	99.93	0.07
Nº8	2.36	2.00	3000.00	100.00	0.00
Nº16	1.18	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº30	0.60	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº50	0.30	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº100	0.15	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº200	0.075	0.00	3000.00	100.00	0.00
BASE	-	0.00	3000.00	100.00	0.00
SUMA		3000.0			
PÉRDIDAS		0.0			
MF =		7.99			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	4134.00
Peso Muestra seca	4100.80
Peso Agua	33.20
% de Humedad	0.81

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

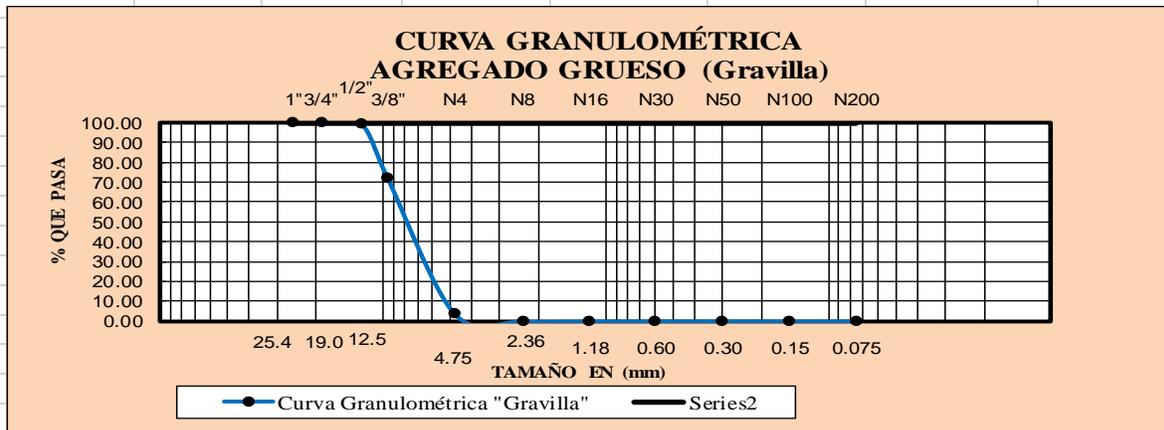
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SANTA ANA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		3000			
Tamices	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	16.20	16.20	0.54	99.46
3/8"	9.50	829.80	846.00	28.20	71.80
Nº4	4.75	2047.80	2893.80	96.46	3.54
Nº8	2.36	106.20	3000.00	100.00	0.00
Nº16	1.18	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº30	0.60	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº50	0.30	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº100	0.15	0.00	3000.00	100.00	0.00
Nº200	0.075	0.00	3000.00	100.00	0.00
BASE	-	0.00	3000.00	100.00	0.00
SUMA		3000.0			
PÉRDIDAS		0.0			
MF =		7.25			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	5500.00
Peso Muestra seca	5491.00
Peso Agua	9.00
% de Humedad	0.16

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIT. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

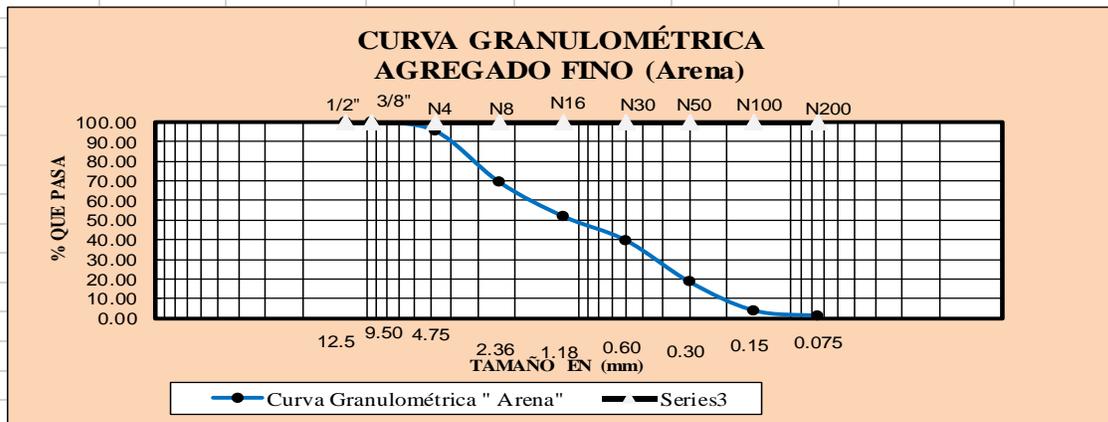
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena) (SANTA ANA)

PROYECTO: ANALISIS DE LA MEJORA DE PUESTA EN OBRA Y DURABILIDAD DE LOS RIEGOS DE LIGA CON NANOMATERIALES (POLVO DE SILICIO Y GRAFITO)"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		2000			
Tamices	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	88.10	88.10	4.41	95.60
Nº8	2.36	526.10	614.20	30.71	69.29
Nº16	1.18	348.80	963.00	48.15	51.85
Nº30	0.60	244.10	1207.10	60.36	39.65
Nº50	0.30	426.10	1633.20	81.66	18.34
Nº100	0.15	289.50	1922.70	96.14	3.87
Nº200	0.075	54.40	1977.10	98.86	1.15
BASE	-	22.30	1999.40	99.97	0.03
SUMA		1999.4			
PÉRDIDAS		0.6			
MF =		3.80			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	2321.00
Peso Muestra seca	2318.00
Peso Agua	3.00
% de Humedad	0.13

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava) (SANTA ANA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	Peso especifico a granel (gr/cm3)	Peso especifico saturado con sup. seca (gr/cm3)	Peso especifico aparente (gr/cm3)	% de absorción
1	2943.60	3000.00	1872.00	2.61	2.66	2.75	1.92
2	2943.50	3000.00	1870.00	2.60	2.65	2.74	1.92
3	2943.50	3000.00	1872.00	2.61	2.66	2.75	1.92
			PROMEDIO	2.61	2.66	2.75	1.92

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

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SANTA ANA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	Peso especifico a granel (gr/cm ³)	Peso especifico saturado con sup. seca (gr/cm ³)	Peso especifico aparente (gr/cm ³)	% de absorción
1	2906.60	3000.00	1843.00	2.51	2.59	2.73	3.21
2	2907.40	3000.00	1847.00	2.52	2.60	2.74	3.18
3	2907.50	3000.00	1845.00	2.52	2.60	2.74	3.18
			PROMEDIO	2.52	2.60	2.74	3.19

(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. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena) (SANTA ANA)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS''

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra (gr)	Peso de matraz (gr)	Arena + matras + agua (gr)	Peso del agua agregado al matraz "W" (ml) ó (gr)	Peso de muestra secada "A" (gr)	Volumen del matraz "V" (ml)	P. E. a granel (gr/cm3)	P. E. saturado con sueroficie seca (gr/cm3)	P. E. aparente (gr/cm3)	% de absorcion
1	500	200.6	1001.5	300.90	493.40	500.00	2.48	2.51	2.56	1.32
2	500	177.2	990.7	313.50	492.70	500.00	2.64	2.68	2.75	1.46
3	500	177.3	990.8	313.50	492.90	500.00	2.64	2.68	2.75	1.42
						PROMEDIO	2.59	2.62	2.69	1.40

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO UNITARIO - GRAVA (SANTA ANA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	5800.00	9898.56	20095.00	14295.00	1.44
2	5800.00	9898.56	20185.00	14385.00	1.45
3	5800.00	9898.56	20140.00	14340.00	1.45
PROMEDIO					1.45

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	5800.00	9898.56	20980.00	15180.00	1.53
2	5800.00	9898.56	21025.00	15225.00	1.54
3	5800.00	9898.56	21010.00	15210.00	1.54
PROMEDIO					1.54

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



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

PESO UNITARIO - GRAVILLA (SANTA ANA)

PROYECTO: ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	6730.00	4125.00	1.37
2	2605.00	3012.17	6690.00	4085.00	1.36
3	2605.00	3012.17	6710.00	4105.00	1.36
PROMEDIO					1.36

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	7185.00	4580.00	1.52
2	2605.00	3012.17	7200.00	4595.00	1.53
3	2605.00	3012.17	7195.00	4590.00	1.52
PROMEDIO					1.52

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFELAB. HORMIGONES Y RESIST. DEMAT.



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

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO (SANTA ANA)

PROYECTO: ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	7155.00	4550.00	1.51
2	2605.00	3012.17	7120.00	4515.00	1.50
3	2605.00	3012.17	7130.00	4525.00	1.50
PROMEDIO					1.50

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	7630.00	5025.00	1.67
2	2605.00	3012.17	7695.00	5090.00	1.69
3	2605.00	3012.17	7650.00	5045.00	1.67
PROMEDIO					1.68

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFELAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES
EQUIVALENTE DE ARENA (SANTA ANA)

PROYECTO: ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFATICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE POERTA

FECHA: JULIO DE 2018

N° de Muestra	H1 (cm)	H2 (cm)	Equivalente de Arena (%)
1	10.8	11.80	91.53
2	10.6	11.9	89.08
3	10.6	11.80	89.83
		Promedio	90.14

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
90.14	> 50%

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

DESGASTE - AGREGADO GRUESO (Grava) (SANTA ANA)

PROYECTO "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

Gradacion		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		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradacion B		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

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

Gradacion	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificacion ASTM
A	5000	3808.7	23.83	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

DESGASTE - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SANTA ANA)

PROYECTO "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

Gradacion		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		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradacion C		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
3/8"	1/4"	2500
1/4"	N°4	2500

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

Gradacion	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificacion ASTM
C	5000	3321.3	33.57	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

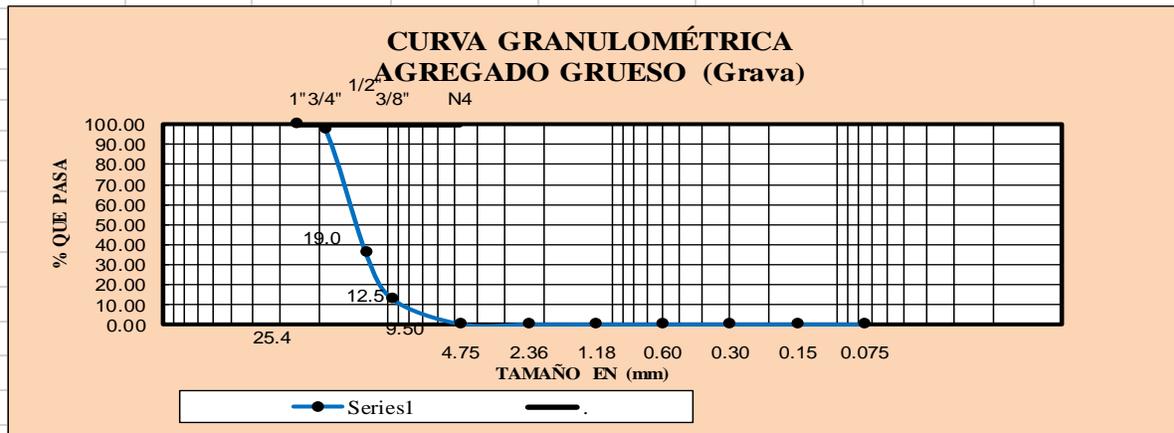
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava) (SEDECA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		3000			
Tamices	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	67.50	67.50	2.25	97.75
1/2"	12.5	1856.20	1923.70	64.12	35.88
3/8"	9.50	695.70	2619.40	87.31	12.69
Nº4	4.75	373.10	2992.50	99.75	0.25
Nº8	2.36	7.50	3000.00	100.00	0.00
Nº16	1.18	0.0	3000.00	100.00	0.00
Nº30	0.60	0.0	3000.00	100.00	0.00
Nº50	0.30	0.0	3000.00	100.00	0.00
Nº100	0.15	0.0	3000.00	100.00	0.00
Nº200	0.075	0.0	3000.00	100.00	0.00
BASE	-	0.0	3000.00	100.00	0.00
SUMA		3000.00			
PÉRDIDAS		0.00			
MF =		2.5			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	4134.00
Peso Muestra seca	4100.80
Peso Agua	33.20
% de Humedad	0.81

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

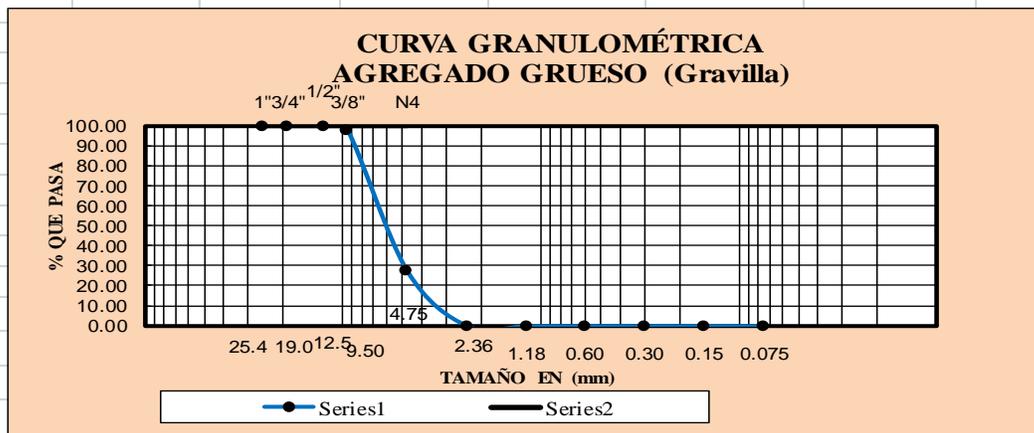
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SEDECA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		3000			
Tamices	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	64.70	64.70	2.16	97.84
N°4	4.75	2106.80	2171.50	72.38	27.62
N°8	2.36	828.50	3000.00	100.00	0.00
N°16	1.18	0.00	3000.00	100.00	0.00
N°30	0.60	0.00	3000.00	100.00	0.00
N°50	0.30	0.00	3000.00	100.00	0.00
N°100	0.15	0.00	3000.00	100.00	0.00
N°200	0.075	0.00	3000.00	100.00	0.00
BASE	-	0.00	3000.00	100.00	0.00
SUMA		3000.00			
PÉRDIDAS		0.00			
MF =		2.9			



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	5500.00
Peso Muestra seca	5491.00
Peso Agua	9.00
% de Humedad	0.16

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIT. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

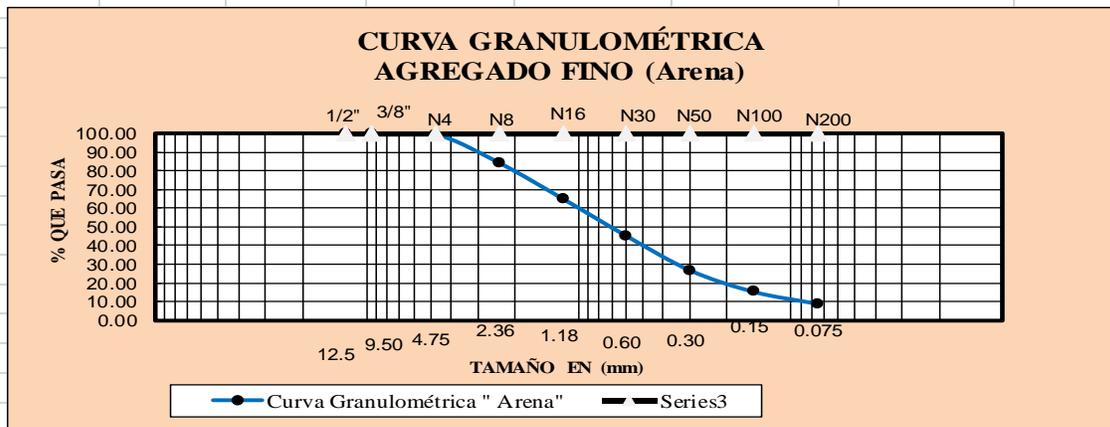
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena) (SEDECA)

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Peso Total (gr.)		2000			
Tamices	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	7.40	7.40	0.37	99.63
Nº8	2.36	307.80	315.20	15.76	84.24
Nº16	1.18	387.00	702.20	35.11	64.89
Nº30	0.60	391.50	1093.70	54.69	45.32
Nº50	0.30	371.20	1464.90	73.25	26.76
Nº100	0.15	230.60	1695.50	84.78	15.23
Nº200	0.075	129.00	1824.50	91.23	8.78
BASE	-	175.00	1999.50	99.98	0.02
SUMA	1999.5				
PÉRDIDAS	0.5				
MF =	4.55				



Humedad	
Dato	gr
Peso Muestra Húmeda	2321.00
Peso Muestra seca	2318.00
Peso Agua	3.00
% de Humedad	0.13

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava) (SEDECA)

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	Peso especifico a granel (gr/cm3)	Peso especifico saturado con sup. seca (gr/cm3)	Peso especifico aparente (gr/cm3)	% de absorción
1	2957.30	3000.00	1870.00	2.62	2.65	2.72	1.44
2	2955.90	3000.00	1867.00	2.61	2.65	2.71	1.49
3	2956.50	3000.00	1868.00	2.61	2.65	2.72	1.47
			PROMEDIO	2.61	2.65	2.72	1.47

(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. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SEDECA)

PROYECTO: "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	Peso especifico a granel (gr/cm3)	Peso especifico saturado con sup. seca (gr/cm3)	Peso especifico aparente (gr/cm3)	% de absorción
1	2935.50	3000.00	1867.00	2.59	2.65	2.75	2.20
2	2934.50	3000.00	1869.00	2.59	2.65	2.75	2.23
3	2935.00	3000.00	1868.00	2.59	2.65	2.75	2.21
			PROMEDIO	2.59	2.65	2.75	2.21

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

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena) (SEDECA)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS''

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

Muestra N°	Peso muestra (gr)	Peso de matraz (gr)	Arena + matras + agua (gr)	Peso del agua agregado al matraz "W" (ml) ó (gr)	Peso de muestra secada "A" (gr)	Volumen del matraz "V" (ml)	P. E. a granel (gr/cm3)	P. E. saturado con sueroficie seca (gr/cm3)	P. E. aparente (gr/cm3)	% de absorcion
1	500	221.6	1015.4	293.80	491.60	500.00	2.38	2.42	2.49	1.68
2	500	171.5	967.4	295.90	488.30	500.00	2.39	2.45	2.54	2.34
3	500	177.3	990.8	313.50	489.70	500.00	2.63	2.68	2.78	2.06
						PROMEDIO	2.47	2.52	2.60	2.03

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE HORMIGON Y RESIST. MAT.



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

PESO UNITARIO - GRAVA (SEDECA)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS'

ELABORADO POR: Univ. ARCE PORTAL GONZALO

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	5800.00	9898.56	19630.00	13830.00	1.40
2	5800.00	9898.56	19700.00	13900.00	1.40
3	5800.00	9898.56	19680.00	13880.00	1.40
				PROMEDIO	1.40

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	5800.00	9898.56	20455.00	14655.00	1.48
2	5800.00	9898.56	20475.00	14675.00	1.48
3	5800.00	9898.56	20470.00	14670.00	1.48
				PROMEDIO	1.48

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



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

PESO UNITARIO - GRAVILLA (SEDECA)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS'

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	6750.00	4145.00	1.38
2	2605.00	3012.17	6785.00	4180.00	1.39
3	2605.00	3012.17	6765.00	4160.00	1.38
PROMEDIO					1.38

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	7125.00	4520.00	1.50
2	2605.00	3012.17	7105.00	4500.00	1.49
3	2605.00	3012.17	7115.00	4510.00	1.50
PROMEDIO					1.50

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



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

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO (SEDECA)

PROYECTO: 'ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS'

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	7620.00	5015.00	1.66
2	2605.00	3012.17	7650.00	5045.00	1.67
3	2605.00	3012.17	7635.00	5030.00	1.67
PROMEDIO					1.67

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso resp. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	2605.00	3012.17	8145.00	5540.00	1.84
2	2605.00	3012.17	8175.00	5570.00	1.85
3	2605.00	3012.17	8155.00	5550.00	1.84
PROMEDIO					1.84

Univ. Gonzalo Arce Portal
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES Y RESIST. DE MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

EQUIVALENTE DE ARENA (SEDECA)

PROYECTO: ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFATICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

N° de Muestra	H1 (cm)	H2 (cm)	Equivalente de Arena (%)
1	9	14.10	63.83
2	8.9	13.1	67.94
3	9.3	12.60	73.81
		Promedio	68.53

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
68.53	> 50%



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

DESGASTE - AGREGADO GRUESO (Grava) (SEDECA)

PROYECTO "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

Gradacion		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		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradacion B		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

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

Gradacion	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificacion ASTM
A	5000	3828.6	23.43	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESIST. DE MATERIALES

DESGASTE - AGREGADO GRUESO (Gravilla) (SEDECA)

PROYECTO "ANALISIS DE LA INCIDENCIA DEL CAOLIN COMO LLENANTE MINERAL EN LA RESPUESTA MECANICA DE MEZCLAS ASFALTICAS CERRADAS"

ELABORADO POR: Univ. GONZALO ARCE PORTAL

FECHA: JULIO DE 2018

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

Gradacion		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		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradacion C		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
3/8"	1/4"	2500
1/4"	N°4	2500

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

Gradacion	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificacion ASTM
C	5000	3864.6	22.71	35% MAX