



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA ILUSTRE  
MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL ORO

CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA  
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL  
ORO

CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA ILUSTRE  
MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL ORO

CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO  
INGENIERO CIVIL

ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO

MACHALA, 28 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA  
28 de febrero de 2020

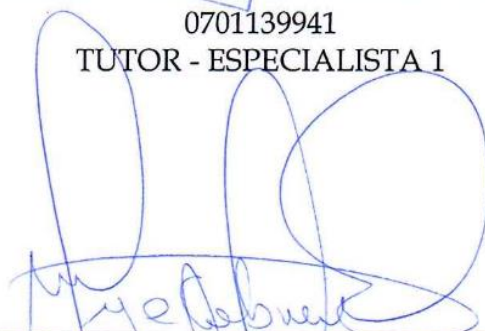
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL ORO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



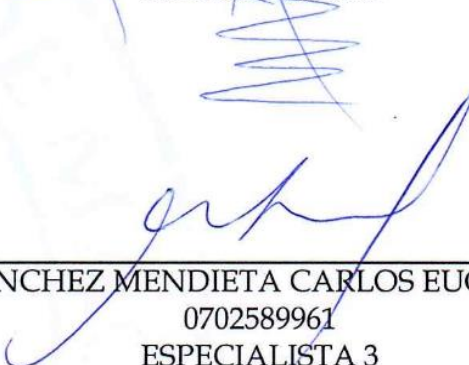
---

ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO  
0701139941  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL  
0703092874  
ESPECIALISTA 2



---

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO  
0702589961  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: viernes 28 de febrero de 2020 - 11:16

# CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO\_PT-011119

*por* Walter Cumbicos

---

**Fecha de entrega:** 12-feb-2020 01:12p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1256246172

**Nombre del archivo:** CUMBICOS\_ORTIZ\_WALTER\_ALBERTO\_PT-011119.pdf (3.02M)

**Total de palabras:** 3872

**Total de caracteres:** 19823

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de febrero de 2020



CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO  
0703921684



# **UTMACH**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
REACTIVO PRÁCTICO**

**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA  
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL ORO**

**CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO  
INGENIERO CIVIL**

**ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO**

**MACHALA  
2020**

## CUMBICOS ORTIZ WALTER ALBERTO\_PT-011119

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>7</b> %	<b>3</b> %	<b>0</b> %	<b>5</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.utmachala.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>www.redalyc.org</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>cybertesis.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad de Costa Rica</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Técnica de Machala</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %



# ÍNDICE

**CUBIERTA**

**PORTADA**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

**ANALISIS E INGRESO DE PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS**

**CESION DE DERECHO DE AUTOR**

**RESUMEN**

**ÍNDICE**

**TABLA DE FIGURAS**

**TABLA DE ANEXOS**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2    OBJETIVOS DEL PROYECTO TÉCNICO	2
1.2.1    Objetivo General	2
1.2.2    Objetivo Específico	3
<b>DESARROLLO</b>	<b>4</b>
2.1    FUNDAMENTO TEÓRICO	4
2.1.1    Mezclas Asfáltica en caliente	4
2.1.2    Análisis Granulométrico	5
2.1.3    Gravedad Específica del Cemento Asfáltico	5
2.1.4    Densidad Específica	6
2.1.5    Gravedad Máxima medida (RICE)	7
2.1.6    Método Marshall	8
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>11</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>MEMORIA FOTOGRÁFICA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## **TABLA DE FIGURAS**

**FIG.1:** Análisis Granulométrico para Arena

**FIG.2:** Análisis Granulométrico para Gravilla de 3/4" y 3/8"

**FIG.3:** Peso de agregado 3/4"

**FIG.4:** Peso de agregado 3/8"

**FIG.5:** Peso de Arena

**FIG.6:** Peso de ligante asfáltico

**FIG.7:** Agregados listos para su mezcla

**FIG.8:** Ligante asfáltico derretido

**FIG.9:** Combinación de agregados y ligante

**FIG.10:** Mezclas asfáltica

**FIG.11:** Colocación de mezcla en cilindros y compactación

**FIG.12:** Separación de cilindro y mezcla mediante una prensa

**FIG.13:** Muestras elaboradas

**FIG.14:** Peso de briqueta Mezcla Asfáltica

**FIG.15:** Muestras en saturadas

**FIG.16:** Peso de botella, placa de vidrio y muestra

**FIG.17:** Prueba de Picnometro de vacíos para el cálculo de la gravedad Máxima medida (RICE)

**FIG.18:** Prueba en Prensa Marshall

**FIG.19:** Resultado obtenido por la prensa de Marshall

**FIG.20:** Resultado obtenido por la prensa de Marshall

## **TABLA DE ANEXOS**

**ANEXO 1.** Análisis granulométrico del agregado 3/4

**ANEXO 2.** Análisis granulométrico del agregado 3/8

**ANEXO 3.** Análisis granulométrico de la arena

**ANEXO 4.** Dosificación

**ANEXO 5.** Faja Granulométrica

**ANEXO 6.** Preparación de la mezcla

**ANEXO 7.** Gravedad específico del cemento asfáltico

**ANEXO 8.** Consistencia del cemento asfáltico

**ANEXO 9.** Densidad específica del agregado  $\frac{3}{4}$

**ANEXO 10.** Densidad específica del agregado 3/8

**ANEXO 11.** Densidad específica de la arena

**ANEXO 12.** Gravedad máxima medida (RICE)

**ANEXO 13.** Datos de briquetas

**ANEXO 14.** Diseño de la mezcla bituminosa

**ANEXO 15.** Curvas Marshall

## **RESUMEN**

### **DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE LA PLANTA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN SANTA ROSA, EL ORO.**

**Autor: Cumbicos Ortiz Walter Alberto**

**Correo Electrónico: [wcumbicos\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:wcumbicos_est@utmachala.edu.ec)**

El proyecto en estudio se trata del Diseño de Mezclas Asfálticas de la Planta de la Ilustre Municipalidad del Cantón Santa Rosa, El Oro, en la cual se procederá a encontrar un tipo de mezcla de calidad óptima para un tipo de tráfico muy pesado, mediante el método de Marshall, para lo cual se realizaron 7 ensayos que cada uno contenían 3 muestras dándonos un total de 21 muestras utilizando en cada ensayo porcentaje de ligante asfáltico que comprende entre el 5% y 8%, para realizar este ensayo obtuvimos los materiales pétreos de la planta antes descrita en la cual utilizamos el material 3/4", material 3/8", arena y ligante asfáltico utilizando en porcentajes de 40%-20%-40%, una vez realizado todos los ensayos en laboratorio como análisis granulométrico, gravedad específica, densidad específica, peso específico, grado de consistencia y gravedad máxima media, se obtiene una curva en la cual tendremos el porcentaje óptimo de asfalto.

**PALABRAS CLAVES:** Cemento Asfáltico, Método Marshall, Análisis Granulométrico, Grado de Consistencia y Asfalto Óptimo.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN OF ASPHALTIC BLENDS OF THE PLANT OF THE ILLUSTRATED CITY OF SANTA ROSA, EL ORO**

**Author: Cumbicos Ortiz Walter Alberto**

**E-mail: [wcumbicos\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:wcumbicos_est@utmachala.edu.ec)**

The project under study is the Design of Asphalt blends of the Plant of the Illustrious Municipality of the Santa Rosa Canton, El Oro, in which we will proceed to find a type of mixture of optimal quality for a very heavy type of traffic, through the Marshall's method, for which 7 tests were carried out that each contained 3 samples giving us a total of 21 samples using in each test percentage of asphalt binder that comprises between 5% and 8%, to perform this test we obtained the stone materials of the plant described above in which we use the 3/4 "material, 3/8" material, sand and asphalt binder using percentages of 40% -20% -40%, once all laboratory tests have been carried out as a granulometric analysis, specific gravity, specific density, specific gravity, degree of consistency and average maximum severity, a curve is obtained in which we will have the optimum asphalt percentage.

**KEY WORDS:** Asphalt Cement, Marshall Method, Granulometric Analysis, Degree of Consistency and Optimum Asphalt.

## INTRODUCCIÓN

Las vías son de gran importancia para toda la población ya que nos permite movernos de manera más fácil y segura hacia otra ciudad, estas deben ser diseñadas para cada tipo de tráfico ya sea extra pesados, pesados, livianos, esto “consiste en diseñar un sistema que permita una fácil aplicación del asfalto, así como obtener una mejor adhesión entre el asfalto y el material pétreo que sirve de sustrato para el asfalto”. [1] pero estas “soportan directamente las sollicitaciones del tránsito y aportan las características funcionales, siendo esta la que absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores, que son las bases y subbases”. [2]

En la Ingeniería Civil para el cálculo de diseño de mezcla asfáltica existen varios métodos como son el Método de Marshall, Método Hveem y Método Superpave, pero el primero de estos es el más utilizado para este estudio.

En este proyecto se pretende diseñar una mezcla asfáltica para tráfico pesado, mediante la utilización del Método de Marshall, para el mismo se utilizarán materiales pétreos provenientes de la Planta de producción de mezcla asfáltica perteneciente al GAD Municipal de Santa Rosa, se utilizará material de 3/4”, 3/8”, Arena y ligante asfáltico.

El diseño de la Mezcla asfáltica se la realizará en la Universidad Técnica de Machala, en el laboratorio de Pavimentos de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, la misma que cuenta con equipo adecuado para el diseño y control de hormigón asfáltico.

Para el ensayo del Método Marshall se debe combinar o mezclar los materiales antes descritos y mediante un molde se formará un cilindro que debe estar debidamente compactado, siendo este que debe estar a cierta temperatura para su unión, se los deja enfriar al ambiente, se los coloca durante 24 horas en agua para su saturación posteriormente se les realiza un baño María y se procede a realizar el ensayo en la prensa Marshall por último se toman los datos obtenidos por la misma y se determina cuál es su resultado óptimo de los ensayos realizados.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las vías son de suma importancia en la vida cotidiana estas nos sirven para circular de un lugar a otro, para ellos estas deben ser diseñadas para el tipo de tráfico que transita por la vía.

El problema que poseen las vías que muchas de ellas no son diseñadas para el tráfico que circulará teniendo un desgaste y una vida útil menor a la planteada.

Para este proyecto resolveremos el problema para una vía para tráfico extra pesado, para ellos se realizará un diseño de mezcla asfáltica utilizando el porcentaje de cemento asfáltico según la faja granulométrica del “Instituto del Asfalto” , este debe estar entre el 4% al 10 %.

El proyecto en estudio se lo realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil que pertenece a la Universidad Técnica de Machala, donde fueron llevados todos los materiales para dicho ensayo proveniente de la Planta de Asfalto de la Parroquia la Avanzada del Cantón Santa Rosa, El Oro.

## **1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO TÉCNICO**

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar el porcentaje de calidad óptima de asfalto y la composición deseada de agregados, aplicando la metodología de Marshall para cumplir con un hormigón asfáltico que cumpla con normativas para un tráfico pesado.

### **1.2.2 Objetivo Específico**

Determinar mediante ensayos las propiedades y características de los materiales que intervienen en la preparación de la mezcla asfáltica.

Analizar el diseño de una mezcla asfáltica teniendo en cuenta que esta deberá ser diseñada para tráfico pesado mediante el método de Marshall.

Analizar los resultados del diseño realizado para un porcentaje de calidad óptimo de asfalto mediante las propiedades de estabilidad, flujo y vacío en la mezcla teniendo en cuenta que debe cumplir con las normativas.



## DESARROLLO

### 2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1.1 Mezclas Asfáltica en caliente

Las mezclas asfálticas también conocidas como hormigón bituminoso, concreto bituminoso o agregado asfáltico, son de suma importancia para las vías o carreteras, mediante estas podemos transitar con mayor agilidad y seguridad, estas se encuentran compuestas por materiales pétreos y un ligante asfáltico que cuando llegan a una temperatura elevada se pueden combinar y formar una mezcla homogénea. Una vez formada la mezcla se entienden en la vía mediante capas para posteriormente ser compactada.

En la actualidad se realizan muchos experimentos como lo es el RAP (Reciclado del Pavimento Asfáltico), este “no es más que el material recuperado de la capa asfáltica del pavimento deteriorado o de mezclas nuevas que no han sido utilizadas por ser un excedente o no cumplir con las especificaciones de proyecto. Éste es mezclado con árido virgen, ligante asfáltico nuevo y/o agentes rejuvenecedores, en proporciones adecuadas, para producir una nueva mezcla en caliente que cumplan con los requerimientos de calidad, resistencia y durabilidad exigidos para el tipo de capa en que serán utilizados”[3], además la gestión de reutilización y reciclado de los residuos de construcción y demolición en la utilización de mezclas asfálticas en caliente esto se realiza mediante “una mezcla patrón con el agregado natural y cuatro mezclas asfálticas en las que se sustituirá el 30% y el 60% de agregado natural por RCD en la fracción fina y en la gruesa respectivamente”[4], dándonos como resultado que su durabilidad en su fracción gruesa mejora con respecto a las convencionales, además de un menor deterioro del ambiente y el ahorro económico que genera.

Existen estudios donde son utilizados los desechos de polietileno que son cortados y sometidos a un análisis granulométrico y realizando los ensayos

correspondientes se concluyó que dicho “contenido de PEBD agregado al asfalto es bajo (5% con respecto a su masa), se reportan cambios significativos en las propiedades del ligante modificado: i) incremento de la rigidez y mejoramiento del grado de funcionamiento del asfalto a altas temperaturas; y ii) disminución de la resistencia al agrietamiento a temperaturas bajas e intermedias de servicio.[5]

Existe muchos software donde estudian la distribución interna de los esfuerzos de las probetas cilíndricas donde “La carga (P) aplicada sobre la placa de apoyo genera una presión uniforme (p) en el arco de contacto con la probeta, se muestran las variables consideradas así como nada empleado, para determinar los esfuerzos en un punto específico del elemento circular.[6]

### **2.1.2 Análisis Granulométrico**

Es la medición de materiales de una formación sedimentaria distribuyendolos del mismo tamaño en tamices de diferentes dimensiones.

Para el análisis granulométrico mediante el Método Marshall se utiliza una gráfica semilogarítmica determinar la granulometría permitida, en la gráfica encontraremos en la ordenada el porcentaje pasante acumulado y en la abscisa el diámetro en escala logarítmica. (Ver Anexo 1, 2, 3)

### **2.1.3 Gravedad Específica del Cemento Asfáltico**

La gravedad específica del cemento Asfáltico se desarrolla con la mezcla asfáltica que se haya enfriado a temperatura ambiente, la misma se la realiza con un picnómetro de vacío este es diseñado para el cálculo de la gravedad específica en pavimentos, esté en la parte superior es transparente para visualizar los efectos de vacío.

Este método de ensayo tiene como objetivo determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas densas y abiertas para pavimentos. Este se debe calcular a partir de la medición de su peso seco y su volumen. Una

vez calculado el volumen por el método de alturas y diámetros se calcula la densidad.[7]

Para el cálculo de gravedad específica de cemento asfáltico se necesitan de los siguientes datos como son el peso del picnométrico, tapa, Agua y Asfalto, a continuación se detalla la fórmula para el cálculo de la misma:

### FÓRMULA

$$\mathbf{G. ESP. C.A. = (C-A)/(B-A)-(D-C)}$$

Dónde:

A = Peso del picnómetro + Tapa

B = Peso del picnómetro + Tapa + Agua

C = Peso del picnómetro + Asfalto + Tapa

D = Peso del picnómetro + Asfalto + Tapa + Agua

(Ver Anexo 8)

#### 2.1.4 Densidad Específica

A continuación determinamos la densidad específica de los agregados de 3/4", 3/8", primero obtenemos los siguientes valores de peso de recipiente (P1), recipiente más agregado (P2), recipiente más agregado seco (P3), peso de la canastilla sumergida (P4), y por último peso de la canasta más el agregado sumergido (P5). Calculamos el peso del agregado, el peso del agregado sumergido, volumen del agregado, Peso del agregado seco, densidad del agregado, densidad del agregado masa, densidad del agregado aparente, el porcentaje de absorción y por último se saca un promedio.

Una vez obtenido la densidad específica de la mezcla de los agregados de cada una de las muestras se procede a determinar la densidad de agregados con la siguiente fórmula:

#### FÓRMULA

$$D_{agr.} = \frac{100}{\frac{\%3/4''}{D1} + \frac{\%3/8''}{D2} + \frac{\%Arena}{D3}}$$

Dónde:

D1 = Densidad del agregado 3/4" MASA

D2 = Densidad del agregado 3/8" MASA

D3 = Densidad del agregado de Arena MASA

(Ver Anexo 9,10, 11)

#### 2.1.5 Gravedad Máxima medida (RICE)

Para el cálculo de Gravedad Específica máxima se lo realiza mediante el Ensayo RICE, para ello debemos tener los siguientes datos como peso del recipiente, placa de vidrio, agua, peso de la muestra, que los obtendremos con anterioridad, una vez que obtenemos todo los valores procedemos a calcular mediante la fórmula que a continuación se describe:

#### FÓRMULA

$$Gmm (RICE) = B/(B+A-C)$$

Dónde:

A = Peso del recipiente + Placa de vidrio + Agua

B = Peso de muestra

$C = \text{Peso del recipiente} + \text{Placa de vidrio} + \text{Muestra} + \text{Agua}$

(Ver Anexo 12)

### **2.1.6 Método Marshall**

El Método Marshall es aplicado en mezclas asfálticas el propósito del mismo es determinar la calidad óptima de asfalto para cierto tipo de tráfico seleccionado estos pueden ser muy pesado, pesado, medio o liviano. Los datos más importantes que se obtienen de este método son el análisis de densidad, relación de vacíos y prueba de estabilidad sobre las muestras compactadas.

Para el “diseño de materiales granulares estabilizados con asfalto en caliente (MGEA) se realiza por medio del método Marshall y la obtención del porcentaje óptimo de cemento asfáltico se obtiene al alcanzar una estabilidad (E) mínima de 750 kg y un flujo (F) comprendido entre 2 mm y 4 mm cuando las briquetas se compactan a 75 golpes por cara.[8]

#### **Procedimiento para el Método de Marshall**

1. Primeramente realizamos el análisis granulométrico de los agregados pétreos y realizamos la mejor dosificación verificando que la curva de diseño se encuentre dentro de la faja granulométrica. Una vez obtenida la dosificación se elabora 3 briquetas por cada muestra de cemento asfáltico con un porcentaje que varía del 5% al 8% en intervalos de 0.5% en la cual tendríamos una cantidad de 21 briquetas.
2. A continuación procedemos a pesar los agregados para cada contenido de mezcla asfáltica, luego mezclamos los agregados y los ponemos a temperatura que varía de 150-160 °C, también se pone a temperatura el ligante asfáltico a una temperatura que varía de 120-130 °C, se mezcla los agregados con el ligante asfáltico para obtener una mezcla homogénea.

3. Para la colocación de la mezcla en el molde se debe colocar aceite en la parte interna de este, esto es para evitar que se adhiera a las paredes del molde, una vez realizado el aceitado se coloca el collarín y se lo ubica en un pedestal donde va a estar sujetado al momento de la compactación.
4. Para determinar el número de golpes con el martillo se verifica para qué tipo de tráfico está diseñado la muestra, en este caso es para tráfico pesado, por lo que la norma dice que para un tráfico pesado se debe dar 75 golpes por cada cara.
5. Se retira el molde del pedestal y se deja enfriar a temperatura ambiente para luego retirarla del molde por medio de un extractor de muestras.
6. A las muestras se les coloca un nombre referencial para poder identificarlas y se anota el peso en seco, las alturas (para este dato recogemos 3 alturas de cada una para sacar un promedio), el diámetro de cada briqueta.
7. luego se las introduce las muestras a saturación en agua durante 24 horas para tomar los datos de peso superficialmente seco, luego se toma el peso de la muestra sumergida con la ayuda de una balanza apropiada para este ensayo.
8. Se procede luego a realizar un baño María a una temperatura de 60 °C durante 30 minutos para luego realizar el ensayo en la prensa MARSHALL.
9. A las muestra compactadas se les realiza los ensayos de peso específico BULK, gravedad máxima medida RICE, y posteriormente se las somete a la prensa MARSHALL para obtener los datos de estabilidad y flujo de cada una de las muestras

Según estudios dependiendo de la fabricación de la mezclas se utiliza un aditivo que “se agregó al asfalto y al agregado pétreo en el preciso momento en que estos dos materiales se mezclaban a 120 °C. con base en los resultados

obtenidos se concluye: i) aunque el contenido de aditivo agregado a la mezcla es bajo (1 % con respecto a la masa del asfalto), se reportan cambios significativos en las propiedades del asfalto modificado (incremento de la rigidez y mejoramiento del grado de funcionamiento del asfalto a temperaturas altas e intermedias de servicio)”[9]

Se está utilizando nuevas técnica de cemento asfáltico como lo es el espumado que es utilizados en la mezcla asfáltica tibia, siendo su aplicación en la “estabilización de suelos o en el reciclaje de pavimentos, se emplea tradicionalmente la técnica de la varilla graduada para medir los dos parámetros básicos que definen su calidad: la relación de expansión máxima y la vida media”. [10]

## CONCLUSIONES

1. Se utilizó los agregados provenientes de la Planta de la Ilustre Municipalidad del Cantón Santa Rosa como son el agregado de 3/4", 3/8", arena y ligantes asfalto para la realización de 7 ensayo que contendrán 3 muestras cada uno, esta mezcla es diseñada para un tráfico pesado obteniendo el resultado de óptima calidad para dicho estudio.
2. Se determinó mediante la faja granulométrica del Instituto del Asfalto según la composición del asfalto y agregados que el porcentaje de cemento asfáltico a utilizar para nuestro ensayo es del 4% al 10%.
3. Según la curva de diseño para nuestro ensayo se utilizó un porcentaje de 40% de material de 3/4", 20% de Materia de 3/8" y 40% de arena respectivamente.
4. En los distintos ensayos realizados con los materiales obtenido de la Planta de la Ilustre Municipalidad del Cantón de Santa Rosa hemos obtenido como resultado que el porcentaje óptimo de asfalto es de 7,10% siendo su estabilidad máxima de 4336,00 lb.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Chi Cob, J. Tuyub, « Análisis de las propiedades físicas y eléctricas en compuestos a base de emulsiones asfálticas con elastómeros y partículas conductoras,» *Ingeniería*, vol. 19, n°3, pp.157-167, 2015.
- [2] M. Zambrano, E. Tejeda, « Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 13, n°3, 2019.
- [3] J. Morales, A. Alonso, R. Moll, O. López, « Influencia del ensayo de fragmentación en la combinación granulométrica de las mezclas asfálticas con adición de material fresado de los pavimentos.,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 13, n°2, 2019.
- [4] D. Acosta, R. Moll, G. González, « Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 11, n°1, , pp. 1-14, enero-abril 2017.
- [5] W. Castro, H. Rondón, J. Barrero, «Evaluación de las propiedades reológicas y térmicas de un asfalto convencional y uno modificado con un desecho de PEBD,» *Ingeniería*, vol. 21, n°1, pp. 7-18, 2016.
- [6] N. Araujo, J. Márquez, « Deducción analítica del módulo en mezclas asfálticas asociado al ensayo de tracción indirecta,» *Ciencia e Ingeniería*, vol. 37, n°3, 2016.
- [7] M. Jiménez, M. Montero, «Proceso de normalización de métodos de ensayo de laboratorio para mezclas asfálticas en caliente (MAC),» *Revista Métodos y Materiales*, vol. 5, n°1, 2017.
- [8] J. Morales, A. Alonso, R. Moll, O. López, «Influencia del ensayo de fragmentación en la combinación granulométrica de las mezclas asfálticas con

adición de material fresado de los pavimentos,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 13, n°2, 2019.

- [9] H. Rondón, O. León, W. Fernández, « Comportamiento de una mezcla asfáltica tibia fabricada en una planta de asfalto,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 35, n°1, pp. 152-173, enero-junio, 2017.
- [10] S. Campagnoli, E. Estupiñán, J. Soto, « Técnicas para caracterización de espumas de asfalto,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, n°1, 2019.
- [11] “Método Marshall de Diseño de Mezclas”[En línea].Disponible: <https://www.cuevadelcivil.com/2010/04/metodo-marshall-de-diseno-de-mezclas.html>
- [12] “Diseño de Mezclas Asfálticas”[En línea].Disponible: [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_130\\_181\\_83\\_1181.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_130_181_83_1181.pdf)
- [13] “Mezcla Asfáltica en caliente.”[En línea].Disponible: <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Mezclas%20Asf%C3%A1lticas.pdf>

## MEMORIA FOTOGRÁFICA



FIG.1: Análisis Granulométrico para Arena



FIG.2: Análisis Granulométrico para Gravilla de 3/4" y 3/8"



FIG.3: Peso de agregado 3/4"



FIG.4: Peso de agregado 3/8"



FIG.5: Peso de Arena



FIG.6: Peso de ligante asfáltico



FIG.7: Agregados listos para su mezcla



FIG.8: Ligante asfáltico derretido



FIG.9: Combinación de agregados y ligante



FIG.10: Mezclas asfáltica



FIG.11: Colocación de mezcla en cilindros y compactación



FIG.12: Separación de cilindro y mezcla mediante una prensa



FIG.13: Muestras elaboradas



FIG.14: Peso de briqueta Mezcla Asfáltica



FIG.15: Muestras en saturadas



FIG.16: Peso de botella, placa de vidrio y muestra



FIG.17: Prueba de Picnometro de vacíos para el cálculo de la gravedad Máxima medida (RICE)



FIG.18: Prueba en Prensa Marshall

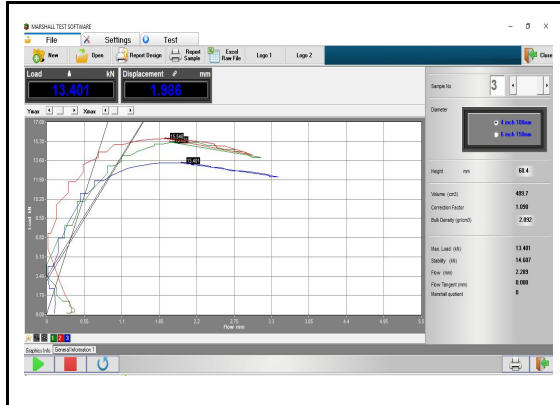


FIG.19: Resultado obtenido por la prensa de Marshall

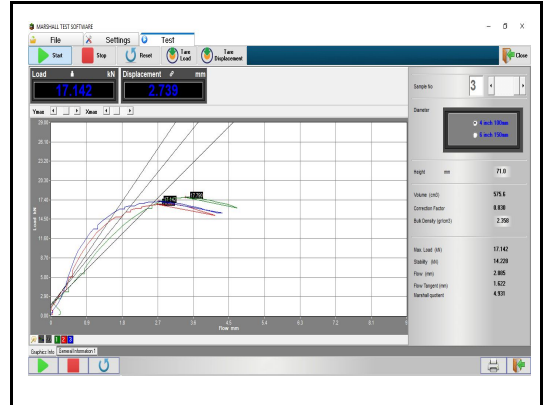


FIG.20: Resultado obtenido por la prensa de Marshall

## ANEXO 1

### Análisis granulométrico del agregado 3/4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
PROYECTO:		Diseño de mechas asfálticas Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa						
MUESTRA:		TOLVA 3/4	REVISO: Ing. Wilmer Zambrano					
OPERADOR:		Walter Cumbicos	FECHA: 12 de febrero de 2020					
CÁLCULO:		MARSHALL	FUENTE: Cantera GAD Santa Rosa					
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:		MATERIAL TRITURADO						
N°	TAMIZ		CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE		OBSERVACIÓN
	Pulg	mm				RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
	4	0						100.00%
	3	0						
	2 1/2	0						
	2	0						
	1 3/4	0					TAM= 3/4	
*	1 1/2	0						
	1 1/4	0						
*	1	0	0.00	0.00	4996.77	0.00 %	100.00 %	100
*	3/4	19	84.80	84.80	4911.97	1.70 %	98.30 %	101.30%
	5/8	16						
	1/2	12.5						
	7/16	11.2						
*	3/8	9.5	3126.10	3210.90	1785.87	64.26 %	35.74 %	56.10%
	5/16	8						
	1/4	6.3						
3 1/2	0.2230	0						
*4	0.1870	0	1746.40	4957.30	39.47	99.21 %	0.79 %	95.6%
5	0.1570	0						
6	0.1320	0						
7	0.1110	0						
8	0.0937	0	25.80	4983.10	13.67	99.73 %	0.27 %	99.4%
*10	0.0787	0						
12	0.0661	0						
14	0.0555	0						
16	0.0469	0						
18	0.0394	0						
20	0.0331	850 micron						
25	0.0280	710 micron						
30	0.0234	600 micron						
35	0.0197	500 micron						
*40	0.0165	425 micron						
45	0.0139	354 micron						
50	0.0117	300 micron	3.57	4986.67	10.10	99.80 %	0.20 %	99.6%
60	0.0980	250 micron						
70	0.0083	210 micron						
80	0.0070	180 micron						
100	0.0059	150 micron						
*200	0.0029	75 micron	5.80	4992.47	4.30	99.91 %	0.09 %	99.8%
FONDO			4.30	4996.77	0.00	100.00 %	0.00 %	
TOTAL			4996.77					
PESO ANTES DEL TAMIZADO=			5000,60 g					
PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO=			4996,77 g					
ERROR (PAT - PDT) / PAT *100 =			0,077 %					
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ *200 =			4,30 g					

## ANEXO 2

### Análisis granulométrico del agregado 3/8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
<b>PROYECTO:</b> Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa								
<b>MUESTRA:</b> TOLVA 3/8			<b>REVISOR:</b> Ing. Wilmer Zambrano					
<b>OPERADOR:</b> Walter Cumbicos			<b>FECHA:</b> 12 de febrero de 2020					
<b>CÁLCULO:</b> MARSHALL			<b>FUENTE:</b> Cantera GAD. Santa Rosa					
<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</b> MATERIAL TRITURADO								
N°	TAMIZ		CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE		OBSERVACION
	Pulg.	mm				RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
	4	0						
	3	0						
	2 1/2	0						
	2	0						
	1 3/4	0						
*	1 1/2	0						
	1 1/4	0						
*	1	0	0.00	0.00	5410.14	0.00%	100.00%	100
*	3/4	19	0.00	0.00	5410.14	0.00%	100.00%	90-100
	5/8	16						
	1/2	12.5						
	7/16	11.2						
*	3/8	9.5	71.70	71.70	5338.44	1.33%	98.67%	56-80
	5/16	8						
	1/4	6.3						
3 1/2	0.2230	0						
*4	0.1870	0	4899.00	4970.70	439.44	91.88%	8.12%	35-65
5	0.1570	0						
6	0.1320	0						
7	0.1110	0						
8	0.0937	0	211.02	5181.72	228.42	95.78%	4.22%	23-49
*10	0.0787	0						
12	0.0661	0						
14	0.0555	0						
16	0.0469	0						
18	0.0394	0						
20	0.0331	850 micron						
25	0.0280	710 micron						
30	0.0234	600 micron						
35	0.0197	500 micron						
*40	0.0165	425 micron						
45	0.0139	354 micron						
50	0.0117	300 micron	185.53	5367.25	42.89	99.21%	0.79%	5-19
60	0.0980	250 micron						
70	0.0083	210 micron						
80	0.0070	180 micron						
100	0.0059	150 micron						
*200	0.0029	75 micron	29.07	5396.32	13.82	99.74%	0.26%	2-8
<b>FONDO</b>			13.82	5410.14	0.00	100.00%	0.00%	
<b>TOTAL</b>			5410.14					
<b>PESO ANTES DEL TAMIZADO=</b> 5438.20 gr <b>PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO=</b> 5410.14 gr <b>ERROR (PAT - PDT) / PAT *100 =</b> 0.516 % <b>MATERIAL PAS ANTE DEL TAMIZ # 200 =</b> 13.82 gr								



### ANEXO 3

#### Análisis granulométrico de la arena

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
PROYECTO:		Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa						
MUESTRA:		ARENA		REVISO:		Ing. Wilner Zambrano		
OPERADOR:		Walter Cumbicos		FECHA:		12 de febrero de 2020		
CÁLCULO:		MARSHALL		FUENTE:		Cantera GAD. Santa Rosa		
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:		MATERIAL TRITURADO						
Nº	TAMIZ		CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE		OBSERVACIÓN
	Pulg.	mm				RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
	4	0						
	3	0						
	2 1/2	0						
	2	0						
	1 3/4	0						
*	1 1/2	0						
	1 1/4	0						
*	1	0	0,00	0,00	498,94	0,00 %	100,00 %	100
*	3/4	19	0,00	0,00	498,94	0,00 %	100,00 %	100 100
	5/8	16						
	1/2	12,5						
	7/16	11,2						
*	3/8	9,5	0,00	0,00	498,94	0,00 %	100,00 %	100 100
	5/16	8						
	1/4	6,3						
3 1/2	0,2230	0						
*4	0,1870	0	2,03	2,03	496,91	0,41 %	99,59 %	100 100
5	0,1570	0						
6	0,1320	0						
7	0,1110	0						
8	0,0937	0	24,27	26,30	472,64	5,27 %	94,73 %	100 100
*10	0,0787	0						
12	0,0661	0						
14	0,0555	0						
16	0,0469	0						
18	0,0394	0						
20	0,0331	850 micron						
25	0,0280	710 micron						
30	0,0234	600 micron						
35	0,0197	500 micron						
*40	0,0165	425 micron						
45	0,0139	354 micron						
50	0,0117	300 micron	393,44	419,74	79,20	84,13 %	15,87 %	100 100
60	0,0980	250 micron						
70	0,0083	210 micron						
80	0,0070	180 micron						
100	0,0059	150 micron						
*200	0,0029	75 micron	75,40	495,14	3,80	99,24 %	0,76 %	100 100
<b>FONDO</b>			3,8	498,94	0,00	100,00 %	0,00 %	
<b>TOTAL</b>			498,94					
PESO ANTES DEL TAMIZADO= 500,06 gr PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO= 498,94 gr ERROR ( PAT - PDT ) / PAT * 100 = 0,224 % MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ # 200 3,80 gr								

## ANEXO 4

### Dosificación

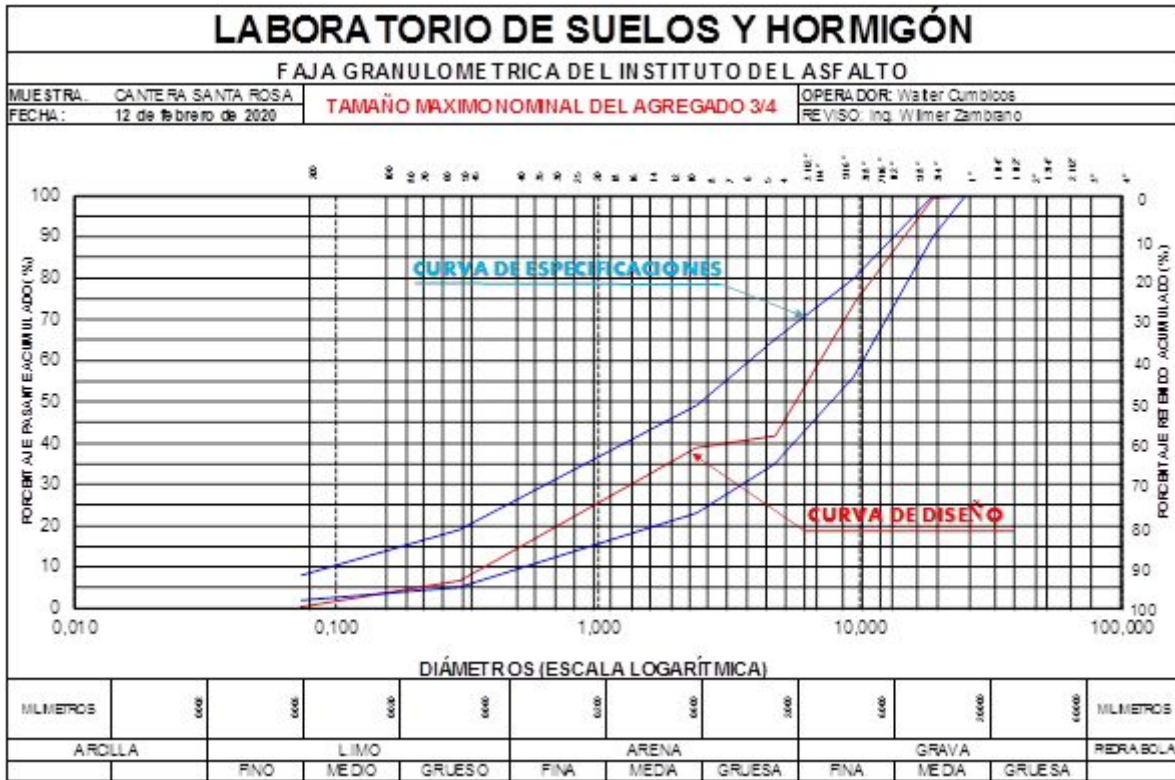
<b>DISEÑO Y PREPARACION DE LA MEZCLA BITUMINOSA POR EL METODO MARSHALL</b> <b>DISEÑO DE LA MEZCLA BITUMINOSA</b> <b>GRADUACION DE MATERIALES</b>
--

AGREGADOS	TOLVA	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA						
		1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 50	# 200
MATERIAL 3/4	1	100.00	98.30	35.74	0.79	0.27	0.20	0.09
MATERIAL 3/8	2	100.00	100.00	98.67	8.12	4.22	0.79	0.26
ARENA	3	100.00	100.00	100.00	99.59	94.73	15.87	0.76
ESPECIFICACIONES TECNICAS		100	90	56	35	23	5	2
INSTITUTO DEL ASFALTO			100	80	65	49	19	8
* ESPECIFICACION DESEADA		100	95	68	50	36	12	5

DISEÑO DE LA MEZCLA BITUMINOSA (AGREGADOS)									
GRADUACION COMBINADA PARA LA MEZCLA									
AGREGADOS	TOLVA	% USADO	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA						
			1"	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 50	# 200
MATERIAL 3/4	1	40	40.00	39.32	14.30	0.32	0.11	0.08	0.03
MATERIAL 3/8	2	20	20.00	20.00	19.73	1.62	0.84	0.16	0.05
ARENA	3	40	40.00	40.00	40.00	39.84	37.89	6.35	0.30
MEZCLA			100.00	99.32	74.03	41.78	38.85	6.59	0.39

# ANEXO 5

## Faja Granulométrica



## ANEXO 6

### Preparación de la mezcla

1

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.95	1500	3	1710
3/8"	0.2	0.95	1500	3	855
ARENA	0.4	0.95	1500	3	1710
C.A.	0.05		1500	3	225
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

2

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.945	1500	3	1701
3/8"	0.2	0.945	1500	3	850.5
ARENA	0.4	0.945	1500	3	1701
C.A.	0.055		1500	3	247.5
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

3

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.94	1500	3	1692
3/8"	0.2	0.94	1500	3	846
ARENA	0.4	0.94	1500	3	1692
C.A.	0.06		1500	3	270
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

4

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.935	1500	3	1683
3/8"	0.2	0.935	1500	3	841.5
ARENA	0.4	0.935	1500	3	1683
C.A.	0.065		1500	3	292.5
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

5

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.93	1500	3	1674
3/8"	0.2	0.93	1500	3	837
ARENA	0.4	0.93	1500	3	1674
C.A.	0.07		1500	3	315
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

6

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.925	1500	3	1665
3/8"	0.2	0.925	1500	3	832.5
ARENA	0.4	0.925	1500	3	1665
C.A.	0.075		1500	3	337.5
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

7

MATERIAL UTILIZADO	PORCENTAJE REQUERIDO	PORCENTAJE DEL AGREGADO	CANTIDAD DEMATERIAL	NÚMERO DE BRIQUETAS	TOTAL
3/4"	0.4	0.92	1500	3	1656
3/8"	0.2	0.92	1500	3	828
ARENA	0.4	0.92	1500	3	1656
C.A.	0.08		1500	3	360
<b>TOTAL</b>					<b>4500</b>

## ANEXO 7

### Gravedad específico del cemento asfáltico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL CEMENTO ASFÁLTICO				
<b>Proyecto:</b>	Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa			
<b>Muestra:</b>	Cemento Asfáltico AP-3	<b>Operador:</b>	Walter Cumbicos	
<b>Fuente:</b>	Cantera GAD. Santa Rosa	<b>Reviso:</b>	Ing. Wilmer Zambrano	
<b>Fecha:</b>	12 de febrero de 2020	<b>Cálculo:</b>	MARSHALL	
<b>Fórmula:</b>	$G.E.S.P.C.A. = \frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$			
" A "	Peso del picnómetro + Tapa	=	21,87 gr	
" B "	Peso del picnómetro + Tapa + Agua	=	39,58 gr	
" C "	Peso del picnómetro + Asfalto + Tapa	=	35,23 gr	
" D "	Peso del picnómetro + Asfalto + Tapa + Agua	=	39,78 gr	
G.E.S.P.C.A. =	$\frac{35,23 \text{ gr} - 21,87 \text{ gr}}{(39,58 \text{ gr} - 21,87 \text{ gr}) - (39,78 \text{ gr} - 35,23 \text{ gr})}$			
<table border="1"><tr><td><b>G.E.S.P.C.A. = 1,015 gr/cm3</b></td></tr></table>				<b>G.E.S.P.C.A. = 1,015 gr/cm3</b>
<b>G.E.S.P.C.A. = 1,015 gr/cm3</b>				

## ANEXO 8

### Consistencia del cemento asfáltico

#### ENSAYO DE PENETRACIÓN DEL C.A

<b>Proyecto:</b>	Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa	
<b>Muestra:</b>	Cemento Asfáltico AP-3	<b>Operador:</b> Walter Cumbicos
<b>Fuente:</b>	Cantera GAD. Santa Rosa	<b>Reviso:</b> Ing. Wilmer Zambrano
<b>Fecha:</b>	12 de febrero de 2020	<b>Cálculo:</b> MARSHALL

MEDICIONES Y CÁLCULOS		
Nº	LECTURAS	
	( Rec. 1 )	( Rec. 2 )
1	83	82
2	88	86
3	89	83
4	90	85
5	87	88
<b>PROMEDIO</b>	87,40	84,8
<b>PROMEDIO</b>	<b>86,10 %</b>	
<b>TOTAL</b>		

El grado de consistencia del cemento asfáltico es:

<b>Grado del cemento asfáltico:</b>	<b>85-100</b>
-------------------------------------	---------------

## ANEXO 9

### Densidad Específica del agregado $\frac{3}{4}$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES			
DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS			
<b>Proyecto:</b> Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa			
<b>Muestra:</b> Tolva 3/4"		<b>Operador:</b> Walter Cumbicos	
<b>Fuente:</b> Cantera GAD. Santa Rosa		<b>Reviso:</b> Ing. Wilmer Zambrano	
<b>Fecha:</b> 28 de febrero de 2020		<b>Calculo:</b> MARSHALL	
DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADO GRUESOS			
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 3/4" Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ 3/8"			
MUESTRA N°		1	2
Peso del recipiente (g)	P1	808,18	
Rec + agregado sss (g)	P2	1345,60	
Rec + agregado seco (g)	P3	1335,71	
Peso de la canastilla sumergida (g)	P4	1070,50	
Peso de la canast.+agreg. sumergido (g)	P5	1401,10	
Peso del agregado sss (g)	$A = P2 - P1$	537,42	
Peso del agregado sumergido (g)	$B = P5 - P4$	330,60	
Volumen del agregado (cm <sup>3</sup> )	$C = A - B$	206,82	
Peso del agregado seco (g)	$D = P3 - P1$	527,53	
Densidad del agregado SSS (g/cm <sup>3</sup> )	$D_{sss} = A / C$	2,598	
Densidad del agregado MASA (g/cm <sup>3</sup> )	$D_{masa} = D / C$	2,551	
Densidad del agregado APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	$D_{ap} = D / (D - B)$	2,679	
Porcentaje de Absorción %	$Abs \% = ((A - D) / D) * 100$	1,875	
Densidad del agreg. SSS (g/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO	2,598	
Densidad del agreg. MASA (g/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO	2,551	
Densidad del agreg. APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO	2,679	
Porcentaje de Absorción %	PROMEDIO	1,875	
<b>OBSERVACIONES:</b>			
El agregado que se utiliza para el ensayo debe estar saturado por 24 horas.			

## ANEXO 10

### Densidad Específica del agregado $\frac{3}{8}$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS			
<b>Proyecto:</b> Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa			
<b>Muestra:</b> Tolva 3/8"		<b>Operador:</b> Walter Cumbicos	
<b>Fuente:</b> Cantera GAD. Santa Rosa		<b>Revisó:</b> Ing. Wilmer Zambrano	
<b>Fecha:</b> 28 de febrero de 2020		<b>Calculo:</b> MARSHALL	
DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADO GRUESOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 3/8" Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N° 4			
MUESTRA N°		1	2
Peso del recipiente (g)	P1	793,80	780,83
Rec + agregado sss (g)	P2	1489,07	1451,45
Rec + agregado seco (g)	P3	1476,55	1438,02
Peso de la canastilla sumergida (g)	P4	1070,50	1070,50
Peso de la canast.+agreg. sumergido (g)	P5	1506,30	1488,50
Peso del agregado sss (g)	A = P2 - P1	695,27	670,62
Peso del agregado sumergido (g)	B = P5 - P4	435,80	418,00
Volumen del agregado (cm <sup>3</sup> )	C = A - B	259,47	252,62
Peso del agregado seco (g)	D = P3 - P1	682,75	657,19
Densidad del agregado SSS (g/cm <sup>3</sup> )	D <sub>sss</sub> = A / C	2,680	2,655
Densidad del agregado MASA (g/cm <sup>3</sup> )	D <sub>masa</sub> = D / C	2,631	2,601
Densidad del agregado APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	D <sub>ap</sub> = D / (D - B)	2,765	2,748
Porcentaje de Absorción %	Abs % = ((A - D) / D) * 100	1,834	2,044
Densidad del agreg. SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO	2,667	
Densidad del agreg. MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO	2,616	
Densidad del agreg. APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO	2,756	
Porcentaje de Absorción %	PROMEDIO	1,939	
<b>OBSERVACIONES:</b> El agregado que se utiliza para el ensayo debe estar saturado por 24 horas.			



## ANEXO 11

### Densidad Específica de la arena

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES			
DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS			
<b>Proyecto:</b>	Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa		
<b>Muestra:</b>	Arena	<b>Operador:</b>	Walter Cumbicos
<b>Fuente:</b>	Cantera GAD. Santa Rosa	<b>Revisó:</b>	Ing. Wilmer Zambrano
<b>Fecha:</b>	28 de febrero de 2020	<b>Calculo:</b>	MARSHALL
DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADO FINOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ Nº 4 Y ES RETENDO EN EL TAMIZ Nº 200			
MUESTRA Nº		1	2
Peso del recipiente ( g )	P1		9,70
Rec + agregado sss ( g )	P2		59,70
Peso del agregado sss ( g )	$A = P2 - P1$		50,00
Volumen inicial del frasco ( cm <sup>3</sup> )	V <sub>o</sub>		0,00
Volumen final del frasco ( cm <sup>3</sup> )	V <sub>f</sub>		20,31
Volumen final del agregado ( cm <sup>3</sup> )	$C = V_f - V_o$		20,31
Peso del agregado seco ( g )	W		48,62
Densidad del agregado SSS ( g/cm <sup>3</sup> )	$D_{sss} = A / C$		2,462
Densidad del agregado MASA ( g/cm <sup>3</sup> )	$D_{masa} = W / C$		2,394
Densidad del agregado APARENTE ( g/cm <sup>3</sup> )	$D_{ap} = W / ( C - ( A - W ) )$		2,568
Porcentaje de Absorción %	$Abs \% = (( A - W ) / W ) * 100$		2,838
Densidad del agreg. SSS ( g/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO		2,462
Densidad del agreg. MASA ( g/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO		2,394
Densidad del agreg. APARENTE ( g/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO		2,568
Porcentaje de Absorción %	PROMEDIO		2,838
<b>OBSERVACIONES:</b>			
El agregado que se utiliza para el ensayo debe estar saturado por 24 horas.			
DENSIDAD ESPECÍFICA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS			
MEZCLA DE AGREGADOS			
MUESTRA:	PORCENTAJES	SIMBOLOGÍA	DENSIDAD
TOLVA 3/4"	40 %	D1	2,551 gr/cm <sup>3</sup>
TOLVA 3/8"	20 %	D2	2,616 gr/cm <sup>3</sup>
ARENA	40 %	D3	2,394 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad de agregados ( gr/cm <sup>3</sup> )	$D_{agr} = 100 / ( 40/D1 + 20/D2 + 40/D3 )$		<b>Dagr. = 2,498 gr/cm<sup>3</sup></b>

## ANEXO 12

### Gravedad Máxima Medida (RICE)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS GRAVEDAD MAXIMA MEDIDA ( RICE )			
<b>Proyecto:</b>	Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa		
<b>Muestra:</b>	Sobrantes de briquetas	<b>Operador:</b>	Walter Cumbicos
<b>Fuente:</b>	Cantera GAD. Santa Rosa	<b>Reviso:</b>	Ing. Wilmer Zambrano
<b>Fecha:</b>	28 de febrero de 2020	<b>Calculo:</b>	MARSHALL
<b>Fórmula:</b>	$Gmm ( RICE ) = B / ( B + A - C )$		
" A "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Agua	=	2170 gr
ENSAYON° 1 CEMENTO ASFÁLTICO AL 5.00 %			
" B "	Peso de muestra	=	520 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2482,63 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,505 gr/cm3</b>	
ENSAYON° 2 CEMENTO ASFÁLTICO AL 5.50 %			
" B "	Peso de muestra	=	535 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2493,57 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,529 gr/cm3</b>	
ENSAYON° 3 CEMENTO ASFÁLTICO AL 6.00 %			
" B "	Peso de muestra	=	552 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2498,73 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,472 gr/cm3</b>	
ENSAYON° 4 CEMENTO ASFÁLTICO AL 6.50 %			
" B "	Peso de muestra	=	427,66 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2425,03 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,477 gr/cm3</b>	
ENSAYON° 5 CEMENTO ASFÁLTICO AL 7.00 %			
" B "	Peso de muestra	=	398,37 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2407,10 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,470 gr/cm3</b>	
ENSAYON° 6 CEMENTO ASFÁLTICO AL 7.50 %			
" B "	Peso de muestra	=	415,58 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2414,76 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,433 gr/cm3</b>	
ENSAYON° 7 CEMENTO ASFÁLTICO AL 8.00 %			
" B "	Peso de muestra	=	406,39 gr
" C "	Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua	=	2407,67 gr
	<b>Gmm ( RICE ) =</b>	<b>2,409 gr/cm3</b>	

## ANEXO 13

### Datos de briquetas

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS ALTURA, DIÁMETRO, VOLUMEN Y PESO ESPECÍFICO DE LAS BRIQUETAS										
<b>Proyecto:</b>	Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa									
<b>Muestra:</b>	Briquetas				<b>Operador:</b>	Walter Cumbicos				
<b>Fuente:</b>	Cantera GAD. Santa Rosa				<b>Revisó:</b>	Ing. Wilmer Zambrano				
<b>Fecha:</b>	28 de febrero de 2020				<b>Calculo:</b>	MARSHALL				
ENSAYO N° 1										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 5.00 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1066,41	5,500	5,770	5,620	5,630	2,217	10,16	456,442	2,336	
2	1174,18	6,270	6,17	6,22	6,220	2,449	10,16	504,275	2,328	
3	1125,57	6,06	6,02	6,12	6,067	2,388	10,16	491,844	2,288	
ENSAYO N° 2										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 5.50 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1168,5	5,930	6,170	6,160	6,087	2,396	10,16	493,466	2,368	
2	1135,89	6,040	5,96	5,98	5,993	2,360	10,16	485,899	2,338	
3	1051,00	5,660	5,49	5,69	5,613	2,210	10,16	455,091	2,309	
ENSAYO N° 3										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 6.00 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1111,71	5,900	5,800	5,890	5,863	2,308	10,16	475,359	2,339	
2	1063,12	5,570	5,700	5,780	5,683	2,238	10,16	460,766	2,307	
3	976,94	5,180	5,240	5,29	5,237	2,062	10,16	424,553	2,301	
ENSAYO N° 4										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 6.50 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1154,61	5,910	6,020	5,990	5,973	2,352	10,16	484,277	2,384	
2	1177,95	6,120	6,07	6,09	6,093	2,399	10,16	494,006	2,384	
3	1208,67	6,240	6,39	6,47	6,367	2,507	10,16	516,166	2,342	
ENSAYO N° 5										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 7.00 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1226,87	6,170	6,360	6,470	6,333	2,493	10,16	513,464	2,389	
2	1250,20	6,470	6,60	6,48	6,517	2,566	10,16	528,327	2,366	
3	1153,82	6,010	5,98	6,06	6,017	2,369	10,16	487,790	2,365	
ENSAYO N° 6										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 7.50 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1203,9	6,250	6,180	6,260	6,230	2,453	10,16	505,086	2,384	
2	1220,88	6,160	6,330	6,250	6,247	2,459	10,16	506,437	2,411	
3	1173,8	6,140	6,080	5,850	6,023	2,371	10,16	488,331	2,404	
ENSAYO N° 7										
CEMENTO ASFÁLTICO AL 8.00 %										
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	
		H 1	H 2	H 3						
1	1170,27	5,950	6,020	6,000	5,990	2,358	10,16	485,628	2,410	
2	1223,22	6,270	6,22	6,28	6,257	2,463	10,16	507,248	2,411	
3	1200,10	6,180	6,14	6,11	6,143	2,419	10,16	498,060	2,410	

ANEXO 14

Diseño de la mezcla bituminosa

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA POR EL METODO MARSHALL																			
Proyecto: Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa Fuente: Cantara Gad Santa Rosa										Grado del cemento asfáltico: 86.1									
Cagr. = 2.498 gr/cm <sup>3</sup> Peso específico de agregados para diseño										C <sub>asf</sub> = 1.015 gr/cm <sup>3</sup> Peso específico del cemento asfáltico									
N° de golpes: 75 golpes por cara de biqueta										Fecha: jueves, 12 de marzo de 2020									
MEZCLA	%	ESPESOR BRAQUETAS (Pulg)	PESO EN GRAMOS			PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )			%	VOLUMEN % TOTAL			VACIOS EN AGREGADO	%	PESO UNITARIO	ESTABILIDAD (Lb)		FLUJO 0.01"	
			SECO	SSS	AGUA	BULK	Gmt MAX TEORÍA	RICE		ASPH	AGREGADOS	VACIOS CON ARE				CON ARE	CON ARE		CON ARE
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1	5.00	2.217	1066.41	1074.15	608	2.288													
		2.449	1174.38	1183.45	667	2.274													
		2.388	1053.57	1064.11	636	2.260													
PRONMEDIO						2.274	2.328	2.505	3.249	86.475	9.240	4.285	13.525	3.087	141.876	4345.000	4345.000	5.290	5.290
2	5.50	2.306	1185.50	1176.4	666	2.280													
		2.360	1183.39	1183.79	644	2.273													
		2.330	1051.00	1058.03	593	2.260													
PRONMEDIO						2.274	2.312	2.529	3.980	86.036	10.068	3.896	13.964	3.761	141.991	3810.33	3810.33	7.573	7.573
3	6.00	2.308	1111.71	1183.91	650	2.283													
		2.288	1063.10	1071.10	596	2.288													
		2.062	976.94	985.2	546	2.224													
PRONMEDIO						2.248	2.297	2.472	3.338	84.514	9.047	6.340	15.366	3.438	140.299	4097.33	4097.33	6.810	6.810
4	6.50	2.352	1154.41	1187.38	658	2.312													
		2.309	1073.95	1081.72	672	2.311													
		2.507	1208.67	1218.83	690	2.286													
PRONMEDIO						2.303	2.281	2.477	3.767	80.204	7.042	6.755	13.796	3.522	143.699	4336.00	4336.00	8.375	8.375
5	7.00	2.493	1226.87	1238.76	702	2.329													
		2.566	1250.20	1259.6	717	2.330													
		2.360	1153.82	1156.87	658	2.313													
PRONMEDIO						2.324	2.266	2.470	3.980	86.527	5.921	7.552	13.473	3.701	145.014	4268.50	4268.50	10.855	10.855
6	7.50	2.453	1203.90	1204.65	687	2.326													
		2.459	1220.38	1221.62	703	2.354													
		2.371	1173.80	1174.81	676	2.353													
PRONMEDIO						2.344	2.251	2.493	3.640	86.317	3.639	9.544	13.183	3.367	146.286	4497.50	4497.50	13.215	13.215
7	8.00	2.338	1170.27	1174.1	671	2.330													
		2.463	1223.22	1223.76	702	2.344													
		2.459	1200.80	1202.2	690	2.343													
PRONMEDIO						2.342	2.236	2.499	3.527	86.263	2.767	10.971	13.737	3.245	146.142	3763.00	3763.00	14.945	14.945

Revisó: Ing. Wilmer Zambrano

CALCULO Walter Cumbicos

MARSHALL

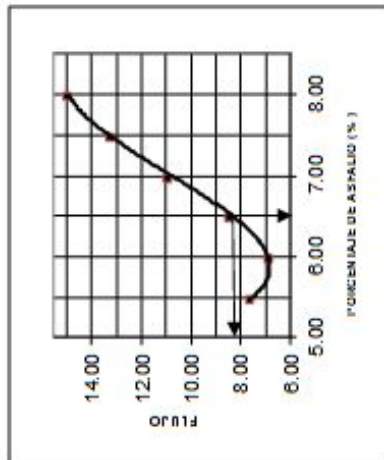
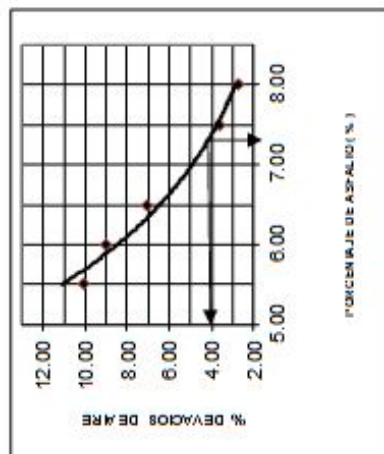
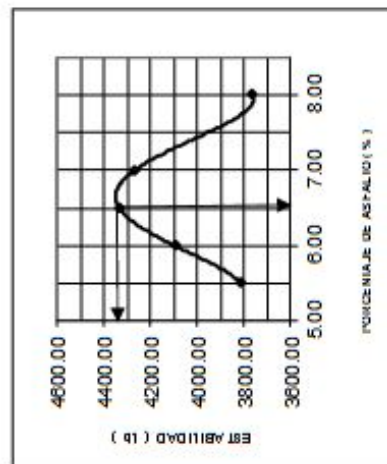
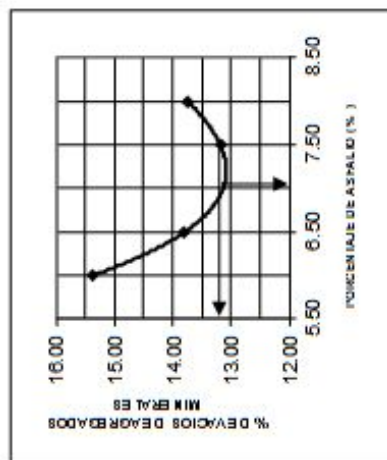
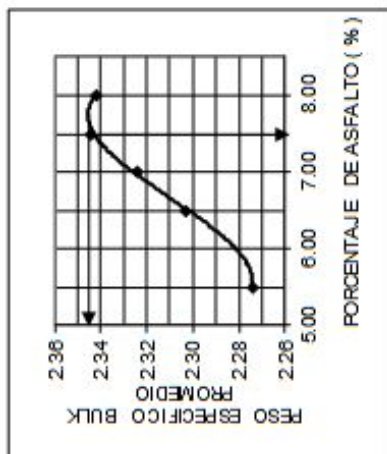
ENSAO:

ANEXO 15

Curvas Marshall

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA POR EL MÉTODO MARSHALL



% EN DENSIDAD BULK	7.50
% EN ESTABILIDAD	6.50
% EN VACIOS	7.30
% OPTIMO DE ASFALTO	7.10

DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA

Para el 7,10% de cemento asfáltico las propiedades son:

ESTABILIDAD	4336.00
FLUJO (100)	8.20
% DE VACIOS CON AIRE	4.00
% DE VACIOS EN AGREGADOS MINERALES	13.20

PROYECTO: Diseño de mezclas asfálticas. Planta de la I. Municipalidad de Santa Rosa

REVISÓ: Ing. Wilmer Zambrano

CÁLCULO: Walter Curbicos