



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES
CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

**VERÓNICA MARIBEL BARRETO NÚÑEZ
PABLO JAVIER LAÍNEZ TIGRERO**

TUTOR:

ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c

LA LIBERTAD, ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS
DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE
CÁNTABRO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

**VERÓNICA MARIBEL BARRETO NÚÑEZ
PABLO JAVIER LAÍNEZ TIGRERO**

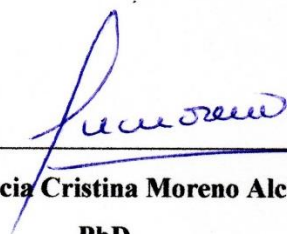
TUTOR:

ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

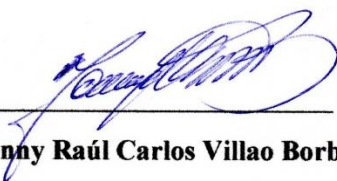
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



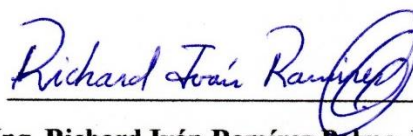
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar,
PhD.
DIRECTORA DE CARRERA



Ing. Daniel Campoverde Campoverde,
MSc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Jonny Raúl Carlos Villao Borbor,
MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Richard Iván Ramírez Palma, MSc.
DOCENTE UIC

DEDICATORIA

El proyecto de titulación, está dedicado, en primer lugar, a Dios, que me ha dado la fortaleza y la sabiduría para conducir mi carrera, y a mi amada familia por ser el pilar fundamental, que me brindan su amor, confianza y apoyo en todo momento. que son el motivo más grande para poder culminar esta meta.

A Pablo, mi compañero de tesis por ser un amigo incondicional, que ha estado presente en todo este camino y por la paciencia que me supo brindar.

VERÓNICA MARIBEL BARRETO NÚÑEZ

El presente proyecto se lo dedico a Dios por darme las fuerzas en el momento más difícil de mi vida, al guiarme evitando que me pierda en el camino y poder cumplir mis metas.

A mi papá, a mi mamá y hermanos que son el motor, mi piedra de apoyo que me ayudan a no rendirme con su motivación, esfuerzos, valores y enseñanzas, me demostraron que si la vida nos golpea siempre debemos buscar la forma de salir y lograr nuestras metas, por todas esas veces que pasaron a mi lado en el hospital demostrándome que siempre contare con ellos.

A mi amiga y compañera Verónica que me acompaño en este ciclo de estudios donde compartimos tantas experiencias buenas y malas, que me hace sentir parte de su familia brindándome un espacio en su corazón y hogar.

PABLO JAVIER LAÍNEZ TIGRERO

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde, MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO” elaborado por los estudiantes. Pablo Javier Laínez Tigreiro, con C.I.: 2450002288 y Verónica Maribel Barreto Núñez, con C.I.: 0604663401, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 6% de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente,

f. _____

Ing. Daniel Campoverde C. MSc.

C.I.0913176541

DOCENTE TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, VERÓNICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ y PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, Carrera de INGENIERÍA CIVIL, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,
AUTORES

f.  _____

Verónica Maribel Barreto Núñez

C.I.0604663401

f.  _____

Pablo Javier Laínez Tigreiro

C.I.2450002288

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde MSc.
TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO” previo a la obtención del Título de INGENIERO CIVIL elaborado por el Sr. PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO y la Sra. VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, egresados de la carrera de INGENIERÍA CIVIL, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

f. _____

Ing. Daniel Campoverde C. MSc.

C.I.0913176541

DOCENTE TUTOR

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGIA

Mgtr. Freddy Tigrero Suárez. Certifico haber revisado la redacción y el contenido del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”**, cuya autoría corresponde a los señores **VERÓNICA MARIBEL BARRETO NÚÑEZ Y PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO**, previo a la obtención del título de Ingeniería Civil.

Por lo expuesto, el trabajo investigativo se encuentra idóneo para el respectivo proceso de titulación.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
FREDDY ENRIQUE
TIGRERO SUAREZ

Mgtr. Freddy Tigrero Suárez

Docente UPSE

Registro SENESCYT
No. 1006-15-86073642
Universidad de Guayaquil
Magister en Docencia y Gerencia en Educación Superior
22 diciembre 2015

Fecha de emisión certificado: 18-06-2024

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por darme salud, sabiduría y mucha paciencia que me a permitido cumplir mis objetivos y logrado cumplir mis metas con éxito.

A mi pareja Christian Jaime, que, con su amor, su apoyo, consejos y experiencia han sido mi guía en cada paso que daba en esta travesía, animándome a que no me rinda. A mi hija por ser una niña inteligente, amoroso y comprensiva que a pesar de su corta edad ella entendía las veces que estaba con muchos tareas y proyectos, enseñándole de que somos capaces de seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mi mamá, papá y hermanos por brindarme su mano siempre que la necesitaba en mis momentos de incertidumbre y desanimo, siendo mi fuente de inspiración, para ser una mujer fuerte y capaz de lograr toda meta que me proponga.

Mis queridos compañeros de clase, gracias por ser mi apoyo en cada proyecto, lección o examen que se presentaba, siempre estaban dispuestos a estudiar las horas que yo tenía libre, acoplándose a mi horario. A mis apreciados amigos en especial a Pablo L, Nathaly S, Cristina C, Jimmy S, Erick A y Harold G por los buenos momentos, anécdotas y experiencias que hemos compartido.

Agradezco a mi tutor de tesis Ing., Daniel Campoverde Campoverde, por compartir su experiencia, orientación y sobre todo su paciencia a lo largo de todo este proceso de la elaboración de este proyecto. También agradezco a todos los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias en cada clase tomada en la carrera.

VERÓNICA MARIBEL BARRETO NÚÑEZ

Agradezco a Dios por cuidarme día a día de todos los peligros que existe en la actualidad, me enseñó lo fuerte que puedo llegar hacer dándome pruebas para superarlas en mi vida, al darme sabiduría y conocimientos suficientes para mis estudios.

A mi familia siendo pilar indispensable para no dejarme vencer del cáncer, con su apoyo me demostraron que en los momentos más difíciles la unión, el amor y cariño pueden vencer cualquier obstáculo que nos ponga la vida. Agradecer especialmente a mis padres quienes con sus esfuerzos y dedicación lograron brindarme los estudios, me educaron para ser una persona de bien, responsable y honesta, por eso este logro se lo debo a ellos.

A mi amiga, Elizabeth Vives, quien llego en el momento más difícil de mi vida, con su forma de ser logro sacarme sonrisas, risas y alegrías, en días que parecían ser oscuros. Sus conocimientos y consejos me ayudaron a siempre ver el lado positivo de las cosas, aunque la distancia no nos permitía vernos las llamadas y mensajes me hicieron sentirla cerca, ganándose un lugar en mi corazón.

A mis compañeros de la universidad que me acompañaron a lo largo de la carrera donde compartimos noches de desvelas estudiando y realizando tareas, en especial a Verónica, Amira, Nathaly, Michelle, Doménica, Jenifer, Melany, Sebastián, David y Andrés con los que forje una amistad en el camino, con ellos las risas no faltaron, así como experiencias y logros que compartimos.

A los ingenieros en especial a mi tutor de tesis el Ing. Daniel Campoverde Campoverde que compartieron sus conocimientos conmigo y me hicieron desvelarme con las tareas, pero les estoy muy agradecido ya que de ello aprendí a ser responsables con mis obligaciones, aquellos que me presionaron hasta lo último de cada semestre enseñándome a ser perseverante para lograr mis objetivos.

PABLO JAVIER LAÍNEZ TIGRERO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vi
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	vii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGIA.....	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
TABLA DE CONTENIDO	xi
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABLAS	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	20
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
1.2. ANTEDECENTES	25
1.3. HIPÓTESIS	28
1.3.1. Hipótesis General.	28
1.3.2. Hipótesis Específicas.	28
1.4. OBJETIVOS	28
1.4.1. Objetivo General.	28
1.4.2. Objetivos Específicos.....	29
1.5. ALCANCE	29
1.6. VARIABLES.....	30

1.6.1. Variable Dependiente.....	30
1.6.2. Variable Independiente:	30
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	31
2.1. DEFINICIÓN DE MEZCLAS DRENANTES	31
2.1.1. Características de las mezclas drenantes.....	32
2.1.2. Ventajas	32
2.1.3. Limitaciones de las mezclas drenantes.....	33
2.2. DISEÑO DE LAS MEZCLAS DRENANTES.....	34
2.2.1 Descripción de los Métodos	34
2.3. MATERIALES PÉTREOS	36
2.3.1 Gradación de los materiales	37
2.3.2. Propiedades de los agregados.....	39
2.4. ASFALTO	39
2.4.1. Propiedades físicas.....	40
2.4.2. Propiedades químicas.	41
2.5. ASFALTO MODIFICADO.....	41
2.5.1 Aplicación de los Asfaltos Modificados.	41
2.6 ADITIVOS	42
2.6.1 Aditivo Zycotherm	42
2.7 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	43
2.7.1 Granulometría.	43
2.7.2 Abrasión.	44
2.7.3 Gravedad específica.	45
2.7.4 Ensayo de permeabilidad.....	45
2.7.5 Ensayo cántabro seco y húmedo.	46
2.7.6 Ensayo Marshall.....	46

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	47
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	47
3.1.1. Tipo.....	47
3.1.2. Nivel.....	47
3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
3.2.1. Método.....	48
3.2.2 Enfoque.	48
3.2.3 Diseño.	48
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	48
3.3.1 Población.....	48
3.3.2 Muestra.	49
3.3.3 Muestreo.....	49
3.4 METODOLOGÍA DEL OE. 1: ANALIZAR LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PETREOS ACORDE A LOS PROCEDIMIENTOS ESCRITOS EN LAS NORMAS.....	49
3.4.1 Propiedades de los agregados.....	50
3.4.2 Ensayo de Granulometría.....	50
3.4.3 Ensayo de gravedad específica agregado grueso.....	51
3.4.4 Ensayo de gravedad específica agregado fino.....	53
3.4.5. Ensayo Abrasión por medio de la máquina de Abrasión los Ángeles.	54
3.5 METODOLOGÍA DEL OE. 2: DISEÑAR UNA MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE USANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE CEMENTO ASFÁLTICO CON Y SIN ADITIVO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES.	56
3.5.1 Fórmula de trabajo para el diseño de mezcla asfáltica drenante. .	56
3.5.2 Ensayo de Compactación Marshall.	57

3.5.3 Ensayo de Compactación Marshall Adicionando el Aditivo Adherente.....	59
3.5.4 Ensayo de Permeabilidad.	60
3.5.5. Ensayo de Gravedad Especifica Bulk.....	61
3.5.6 Ensayo Gravedad Especifica Máxima Teórica – RICE.....	63
3.5.7 Cálculo de Porcentaje de Vacíos.....	64
3.6 METODOLOGÍA DEL OE. 3: EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO EL MÉTODO CÁNTABRO, DETERMINANDO LAS CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA SU USO.....	65
3.6.1 Ensayo de Cántabro Seco.	65
3.6.2 Ensayo de Cántabro Húmedo.	66
3.6.3 Ensayo de Estabilidad y Flujo.....	66
3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	68
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.1: ANALIZAR LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PÉTREOS ACORDE A LOS PROCEDIMIENTOS DESCRITOS EN LAS NORMAS.	69
4.1.1 Ensayo de Granulometría.....	69
4.1.2 Ensayo de gravedad específica agregado grueso.....	70
4.1.3 Ensayo de Gravedad Especifica Agregado Fino.	71
4.1.4 Ensayo de Abrasión los Ángeles.....	72
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.2: DISEÑAR UNA MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE USANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE CEMENTO ASFÁLTICO CON Y SIN ADITIVO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES.	73
4.2.1 Fórmula de Trabajo para el Diseño de Mezcla Asfáltica Drenante.	73

4.2.2 Ensayo de Permeabilidad	75
4.2.3 Calculo del Porcentaje de Vacíos de las Briquetas.....	76
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.3: EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO EL MÉTODO CÁNTABRO, DETERMINANDO LAS CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA SU USO.....	78
4.3.1 Ensayo de Cántabro Seco.	78
4.3.2 Ensayo de Cántabro Húmedo.	78
4.3.2 Ensayo de Estabilidad y Flujo.....	79
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1 CONCLUSIONES	87
5.2 RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Hidroplaneo en el pavimento</i>	32
Figura 2 <i>Textura del Pavimento</i>	33
Figura 3 <i>Ubicación de la Empresa Hormipen</i>	50
Figura 4 <i>Muestras del material pétreo</i>	51
Figura 5 <i>Lavado del material</i>	52
Figura 6 <i>Material para ser sumergido</i>	53
Figura 7 <i>Máquina de Abrasión los Ángeles</i>	54
Figura 8 <i>Material pétreo</i>	55
Figura 9 <i>Ensamble para compactación manual de Marshall</i>	58
Figura 10 <i>Aditivo Adherente pesado para el 3% de asfalto</i>	60
Figura 11 <i>Ensayo de Permeabilidad</i>	61
Figura 12 <i>Extractor Hidráulico y Pie de rey</i>	62
Figura 13 <i>Picnómetro lleno hasta el tope de agua</i>	64
Figura 14 <i>Briquetas a Baño María</i>	66
Figura 15 <i>Ubicación de la Briqueta en la Mordaza</i>	67
Figura 16 <i>Curva Granulométrica</i>	74
Figura 17 <i>Gráfica comparativa de permeabilidad</i>	80
Figura 18 <i>Gráfica Comparativa del Porcentajes de Vacíos</i>	81
Figura 19 <i>Gráfica Comparativa del Cántabro Seco</i>	81
Figura 20 <i>Gráfica Comparativa del Cántabro Húmedo</i>	82
Figura 21 <i>Porcentaje de Vacíos Vs %Asfalto</i>	83
Figura 22 <i>Porcentaje de Vacíos Vs %Asfalto con Aditivo</i>	83
Figura 23 <i>Permeabilidad Vs %Asfalto</i>	84
Figura 24 <i>Permeabilidad Vs %Asfalto con Aditivo</i>	84
Figura 25 <i>Cántabro Seco Vs %Asfalto</i>	85
Figura 26 <i>Cántabro Seco Vs %Asfalto con Aditivo</i>	85
Figura 27 <i>Cántabro Húmedo Vs %Asfalto</i>	86
Figura 28 <i>Cántabro Húmedo Vs %Asfalto con Aditivo</i>	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Franja granulométrica para mezcla drenante	37
Tabla 2 Requisitos granulométricos.....	38
Tabla 3 Límites de estabilidad mediante ensayo Marshall	39
Tabla 4 Peso De Agregado Y Numero De Esferas Para Agregados Gruesos De Tamaños Mayores A 3/4"	44
Tabla 5 Cantidades mínimas para el ensayo.	51
Tabla 6 Porcentajes máximos de desgaste.	56
Tabla 7 Peso del material por cada contenido de asfalto.	57
Tabla 8 Peso de material incluyendo el aditivo adherente.	59
Tabla 9 Porcentaje que pasa de cada tamiz de los diferentes agregados.	69
Tabla 10 Gravedad específica de la piedra 3/4.	70
Tabla 11 Gravedad específica de la piedra 3/8.	71
Tabla 12 Gravedad específica del cisco grueso.	71
Tabla 13 Porcentaje del agregado fino (cisco)	72
Tabla 14 Gravedad específica de la combinación de los agregados.	72
Tabla 15 Porcentajes óptimos de la mezcla	74
Tabla 16 Resultados promedios del ensayo de permeabilidad.	75
Tabla 17 Ensayo De Gravedad Específica Bulk.	76
Tabla 18 Ensayo De Gravedad Específica Bulk.	77
Tabla 19 Ensayo De Gravedad Específica Máxima Teórica	77
Tabla 20 Porcentaje De Vacíos.	77
Tabla 21 Porcentajes de desgaste para cada Contenido de Asfalto.	78
Tabla 22 Porcentajes de desgaste para cada Contenido de Asfalto.	79
Tabla 23 Estabilidad y Flujo de las briquetas con aditivo y sin aditivo.	79

“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”

Autores: Barreto Núñez Verónica Maribel y Laínez Tigreiro Pablo Javier

Tutor: Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo elaborar un diseño de mezcla asfáltica drenante, evaluando su comportamiento físico y mecánico mediante ensayos de laboratorio utilizando el método Cántabro, se realizaron 48 briquetas las cuales la mitad fueron con cemento asfáltico y la otra mitad se le adiciono aditivo adherente. Se utilizo una granulometría combinada de piedra $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ y cisco, la cual fue mezclada con diferentes porcentajes de asfalto del 3%, 3.5%, 4% y 4.5%, la mayoría de estas mezclas cumplieron con las especificaciones de la norma INVIAS, las briquetas que se les adiciono aditivo presentaron un cambio significativo en el desgaste, porcentajes vacíos y las diferentes propiedades que tiene una mezcla drenante. Se tomó como referencia los resultados de los ensayos de Cántabro Seco y Húmedo para seleccionar el asfalto óptimo dando como resultado el 3.5% cuyos resultados estuvieron dentro de los parámetros requeridos satisfaciendo todos los ensayos.

PALABRAS CLAVE: *Granulometría, Cemento asfáltico, Mezcla drenante, Aditivo adherente, Cántabro seco y Cántabro húmedo.*

“DESIGN AND EVALUATION OF ASPHALT MIXTURE DRAINERS WITH AND WITHOUT ADDITIVES USING THE CÁNTABRO METHOD”

Authors: Barreto Núñez Verónica Maribel y Laínez Tigrero Pablo Javier

Tutor: Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde

ABSTRACT

The objective of this research project is to develop a drainage asphalt mixture design, evaluating its physical and mechanical behavior through laboratory tests using the Cantabro method, 48 briquettes were made, half of which were with asphalt cement and the other half was added. Adhesive additive. A combined granulometry of $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ and cisco stone was used, which was mixed with different percentages of asphalt of 3%, 3.5%, 4% and 4.5%, most of these mixtures met the specifications of the INVIAS standard, the briquettes that had the additive added presented a significant change in wear, void percentages and the different properties that a draining mixture has. The results of the Cantabro Dry and Wet tests were taken as a reference to select the optimal asphalt, resulting in 3.5% whose results were within the required parameters, satisfying all the tests.

KEYWORDS: *Granulometry, Asphalt cement, Draining mixture, Adhesive additive, Dry Cantabro and Wet Cantabro.*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En este trabajo se propone un diseño de una mezcla asfáltica drenante tomando en cuenta que, actualmente el transporte interno depende fundamentalmente de carreteras, tanto para carga como para pasajeros, utilizada para lograr un intercambio comercial y turístico, aproximadamente el 36% de la red vial estatal y provincial está pavimentada, y alrededor del 52% de las vías nacionales están compuestas por caminos y carreteras rurales, ubicados en la región interandina y con situaciones sub-óptimas de transitabilidad, período 2011-2020. La Organización de Naciones Unidas, proclamó que este sería el Decenio de Acción para la Seguridad Vial y fijó como objetivo estabilizar y reducir las cifras previstas de víctimas mortales en accidentes de tránsito en todo el mundo, aumentando las actividades en los planos nacional, regional y mundial, según el ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP, 2014).

Según INEC, en el Ecuador reflejan estadísticas sobre los accidentes de tránsito, en el año 2023, se reporta un promedio de 1.750 siniestros mensuales, siendo el 0.08% por vías en mal estado y 0.15% a causa de factores climáticos; obteniendo una tasa de mortalidad en accidentes de tránsito de 13.37% fallecimientos por cada 100.000 habitantes en el año (CENSOS, 2024).

A nivel nacional el crecimiento de la población entre el 2010 al 2022 tiene el 1.3% por año y el desarrollo urbano han ocasionado un cambio en la hidrología, ha tendido algunas consecuencias como la disminución de filtración en el suelo, se elevó el volumen del agua racionado a la red de drenaje, contaminado la calidad del agua en las vertientes, el aumento del volumen del agua en la superficie ha ocasionado daños por inundaciones en las zonas bajas. (CENSOS I.N 2022).

A pesar de lo planteado no se ha logrado disminuir los problemas existentes en ciertas zonas con problemáticas de pavimentos que no cumplen con control necesario en la elaboración de la mezcla asfáltica, tales como el incorrecto porcentaje de asfalto,

granulometría inadecuada, deficiente evaluación del tráfico y falta de estudios de la subrasante, para poder analizar qué clase de pavimento se puede utilizar de acuerdo con los resultados de los ensayos elaborados y las condiciones del medio ambiente.

Por esta razón, el presente proyecto se basa en investigar una mezcla asfáltica drenante mediante ensayos de laboratorio con una mezcla drenante con asfalto y otra mezcla drenante modificada con aditivo, evaluando las propiedades mecánicas de ambas, como la durabilidad y su estabilidad.

Las estructuras de pavimento flexible convencionales son elaboradas por una capa de mezcla asfáltica de tipo denso, siendo impermeables no permiten el paso del agua provocando que la misma se demore en filtrar disminuyendo su vida útil como consecuencia de la exposición excesiva a la humedad, que con el tiempo presenta diferentes patologías como deformaciones, piel de cocodrilo, fatiga, agrietamientos y desprendimientos de los agregados, entre otros, por lo que mediante un pavimento drenante se busca la capacidad de absorber el agua acumulada en la superficie del pavimento, evitando el deslumbramiento permitiendo que la luz se disperse y el hidroplaneo que se forma entre un neumático y la capa asfáltica cuando el pavimento se encuentra mojado, mejorando la seguridad vial.

La mezcla asfáltica drenante o porosa como parte de la estructura del pavimento está compuesta por una granulometría abierta con un porcentaje elevado de vacíos mayor al 20% y una cantidad mínima de finos pasantes al tamiz No.8 menores al 20%, esta mezcla es colocada en la primera capa de la estructura del pavimento, ayudando que el agua se drene para luego ser evacuadas a otro sistema de drenaje o un sistema natural contribuyendo un control hidrológico y ambiental de las aguas lluvias, lo que ayuda a la seguridad y comodidad del conductor ya que esta se ve afectada en la temporada de lluvias provocando poca visibilidad y la pérdida de adherencia entre el neumático y el pavimento, por el agua acumulada en superficie del pavimento, debido que uno de los principales problemas de la costa ecuatoriana es tener vías amplias y con un bombeo mínimo, que no permite que el agua fluya, en zonas planas.

Dentro del proceso del diseño de mezcla asfáltica drenante se utilizaron las normativas nacionales del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) e internacionales Instituto Nacional de Vías INVIAS (Colombia), se incluyen pruebas y ensayos siguiendo la metodología Marshall que permite determinar el contenido de vacíos de aire conforme a los requisitos bajo el trabajo de compactación y el rango dado de temperatura de compactación y el método de Cántabro permite conocer la pérdida de desgaste de las briquetas al ser sometidas al ensayo seco y húmedo en la máquina de abrasión los Ángeles, que proporciona la información del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica drenante, en las cuales el diseño de la mezcla se realiza con diferentes porcentajes de asfalto y cantidades de aditivo en forma de briquetas.

Con la finalidad de comprender las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas drenantes como parte de una alternativa para una estructura de pavimento, es importante experimentar, analizar y comparar distintas muestras en el laboratorio utilizando los ensayos tradicionales. Variando el agregado pétreo y porcentaje de ligante o aditivo.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dada la necesidad humana de desplazarse de un lugar a otro por motivos económicos y sociales, es esencial proporcionar vías que se mantengan en un buen estado para ofrecer a los usuarios un recorrido adecuado. Por ello, en la actualidad, y en respuesta a estas nuevas demandas, se han llevado a cabo investigaciones sobre metodologías de mezclas asfálticas que aportan beneficios tanto para el medio ambiente como para su proceso de fabricación. (Farinango & Cadena, 2022).

Estas metodologías favorecen al medio ambiente al reducir las emisiones de CO₂ y la degradación de la calidad del aire. Además, permiten ajustar la composición de las mezclas según las condiciones y agregados específicos de cada región, lo que contribuye a disminuir el consumo de energía y los costos de producción. Económicamente, es primordial mantener redes viales en buen estado, ya que, al evitar

el deterioro, se reducen los tiempos de viaje, lo que a su vez disminuye el uso de recursos y los costos para la sociedad(Farinango & Cadena, 2022).

Cada año vemos la construcción de nuevas vías de pavimento convencional y se cometen los mismos errores de no distinguir las diversas variables como las condiciones climáticas del sector, la temperatura que está expuesto al medio ambiente y las diferentes cargas que soporta la estructura del pavimento. Todos estos factores contribuyen a que el pavimento sufra diferentes patologías como grietas, baches, desprendimientos, piel de cocodrilo y aún más en temporada de invierno.

Los efectos climatológicos son uno de varios factores que influyen en el correcto funcionamiento de una vía; sin embargo, en las carreteras se deben adecuar para poder resistir estas condiciones. Según el Banco de Desarrollo de América Latina (2019), la mayoría de los países latinoamericanos enfrentan severos retos institucionales, financieros, técnicos, políticos y sociales que impiden la adaptación de sus vías al cambio climático, situación que pone en riesgo la sostenibilidad de las vías de la zona y la seguridad del usuario. Por lo tanto, para garantizar que se brinde un mayor nivel de servicio en la carretera, algunos países han realizado varios tipos de investigación, enfocándose en la innovación de materiales que puede extender su vida útil y por ende extender la vida útil del proyecto. Este método da prioridad a la nueva infraestructura vial y, en menor medida, prioriza la infraestructura vial existente (Morales, 2021).

Las mezclas asfálticas drenantes son estructuras de bajo impacto que disminuyen las consecuencias ambientales porque utiliza el agua de la lluvia como un recurso y no como una molestia. Los pavimentos porosos se han utilizado para disminuir las áreas impermeables en zonas urbanas, la capacidad de infiltración y almacenamiento de estos sistemas, contribuye al control hidrológico y ambiental de las aguas pluviales. La mezcla asfáltica drenante forma parte de la estructura del pavimento poroso y se caracteriza por una mayor conductividad hidráulica en comparación con las mezclas tradicionales. Esto permite que las aguas de escorrentía urbana se filtren y luego sean evacuadas a un sistema natural o de alcantarillado. A nivel nacional, los pavimentos drenantes no se han implementado como un mecanismo para el control de escorrentía urbana(López, 2013).

Por otro lado, las mezclas tibias o drenantes, debido a su proceso de elaboración, permiten reducir las temperaturas de mezclado y compactación en un rango de 20 °C a 50 °C en comparación con las mezclas asfálticas en caliente. Esto proporciona un entorno más saludable, ya que disminuye significativamente la emisión de gases nocivos a la atmósfera, entre muchos otros beneficios.

Un buen pavimento se distingue por un diseño y un proceso constructivo de calidad, además de ser duradero a lo largo del tiempo. Sin embargo, el usuario es el juez final, evaluándolo según la seguridad que proporciona. Las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas dependen principalmente del tipo de mezcla de los agregados y de su proceso de elaboración. Algunos de estos factores influyen en la presencia o ausencia de aditivos que mejoran algunas propiedades como las temperaturas de mezclado, compactación, y la composición granulométrica. En cuanto a las temperaturas de preparación, las mezclas asfálticas pueden clasificarse en calientes, tibias o frías. Cabe destacar que el término "en frío" se refiere al uso de una temperatura de calentamiento del cemento asfáltico inferior en comparación con las mezclas elaboradas en caliente.(Senior, 2013).

El común denominador, independientemente del tipo de mezcla asfáltica utilizada como superficie de rodadura, es asegurar al conductor la seguridad y comodidad al conducir su vehículo. En Ecuador, según un informe de Justicia Vial, los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte, situando al país como el cuarto en el mundo y el segundo en América Latina en esta lamentable estadística. Para abordar este problema, es fundamental que los vehículos circulen por vías con una buena regularidad, lo que permite a los usuarios confiar en que no necesitarán reducir su velocidad de operación, incluso durante fuertes aguaceros(Senior, 2013).

Actualmente, Ecuador no posee de normativas para el diseño y elaboración de mezclas asfálticas drenantes, lo que motiva la propuesta de una metodología de diseño basada en las características de los ensayos Marshall y Cántabro. Para cumplir con los parámetros necesarios, se propone adoptar normativas colombianas y españolas. (Macías & Ruiz, 2018).

1.2. ANTEDECENTES

Según Álvarez(2020), todos los trabajos de investigación deben incluir antecedentes para poder observar los resultados de estudios anteriores teniendo en cuenta las variables en estudio, ya que estos permiten obtener el “estado en cuestión”. Con lo anterior dicho se redacta lo siguiente:

Linares et al. (2010), mencionan que las nuevas exigencias de los Tratados Internacionales sobre la reducción de emisiones contaminantes, han llevado a ingenieros civiles a desarrollar nuevas tecnologías para la fabricación de pavimentos flexibles, estas comúnmente, se realizan calentando el asfalto a 170 – 180°C y los agregados a 130 – 150°C, llamando a estas producciones: Mezclas Asfálticas Calientes (MAC) o por su nombre en inglés Hot Mix Asphalt (HMA). Las MAC, por las elevadas temperaturas de fabricación, emiten gases que aumentan el “efecto invernadero” en la atmósfera, por lo que se han realizado estudios para reducir la viscosidad del betún a altas temperaturas, reduciendo la temperatura requerida de fabricación, extendido y compactación de la mezcla asfáltica. Es así como nacen las Mezclas Asfálticas Semicalientes (Warm Mix Asphalt WMA) con el que se obtienen temperaturas de fabricación del orden de los 30°C por debajo de las MAC.

En el estudio internacional llevado a cabo por Rodríguez et al. (2019), “Estudio de Mezclas porosas modificadas con fibra y cal hidratada mediante análisis estadístico basado en el Diseño de Experimentos (DOE)” En Bélgica, se han realizado experimentos con mezclas asfálticas porosas. En 1979, se llevó a cabo un trabajo de 27.000 m² que abarcaba dos carriles con TPDA (Tráfico promedio diario anual) de 700 vehículos. Similar a Holanda, Bélgica buscaba los beneficios de utilizar dichas mezclas. Pasaron algunos años para mejorar la técnica, y entre 1981 y 1988 se realizaron 70 trabajos que abarcaron 2 millones de m² (Van Heystraeten y Moraux, 1990). Consecutivamente, en España se estaban implementado cuatro vías experimentales con una longitud de 44 km. A los inicios de elaborar estas mezclas se realizó con una relación de vacíos baja, siendo conservadores solo usaron el 15%. A

pesar de ello, se obtuvieron resultados favorables que llevaron a ampliar su uso hacia 1986.

En España, se destacó que después de nueve años de uso, el pavimento mantuvo su capacidad de drenaje y no mostró un deterioro grave. En cambio, en Holanda, se consideraron los aspectos económicos, ya que la vida útil del pavimento poroso era más corta y su mantenimiento más costoso. Además, se descubrió que se necesitaría una capa de asfalto más gruesa, de al menos 4 cm, para proporcionar la capacidad de soporte necesaria (Van Der Zwan et al., 1990). Por este motivo, el costo-beneficio asociado con las mezclas drenantes podría justificarse. No obstante, a lo largo de los años, se ha trabajado en corregir las deficiencias de estas mezclas mediante la incorporación de nuevos aditivos.

Por otro lado, en el contexto internacional, la investigación de López y Carol (2010) titulada “Comportamiento mecánico de mezclas asfáltica drenante”, indica que, en la Ciudad de México, la elaboración de mezclas asfálticas drenantes se ha realizado a gran escala utilizando materiales trabajados con ligantes o aditivos. En Brasil, se han implementado áreas de prueba en el parqueadero del Centro de Investigación Hidráulica (Sao Paulo), utilizando mezclas asfálticas drenantes y capas de bloques de concreto hidráulico ubicada sobre una base de arena. Estudios realizados en esta investigación demostraron que los asfaltos modificados aumentan la estabilidad de la mezcla. En Argentina, en el año 2002, se pavimento tramos de carreteras urbanas implementando mezclas asfálticas drenantes, diseñadas con asfaltos modificados con EVA (etil-vinil-acetato) y SBS (estireno-butadieno-estireno) o caucho termoplástico. Después de tres años de servicio, se pudo evidenciar que la capa de rodadura de la vía no mostraba fallas comunes de este tipo de mezclas, como desprendimientos de áridos y sellado.

En su investigación titulada “Metodología de diseño y colocación de mezclas drenantes”, Rojas y Ruiz (2000), nos dice que el diseño de mezclas porosas está basado principalmente en dos criterios: resistencia a la disgregación y permeabilidad. Ayudando a tener propiedades optimas e impedir la disgregación de una mezcla, normalmente se debe incrementar su composición de agregados finos y ligante. Sin embargo, para aumentar la permeabilidad y porosidad, es necesario aumentar el porcentaje de agregado pétreo grueso y disminuir la fracción de finos. La elaboración

de la mezcla asfáltica drenante busca entonces resolver esta problemática, consiguiendo el mayor contenido de poros posible compatible con una buena resistencia a las cargas del tráfico sin disgregarse. Esto se logra mediante el uso de agregado pétreo y ligante de mejor calidad, una granulometría específica y una dosificación de acuerdo a los ensayos.

De acuerdo con Ríos y Segundo (2021) en su investigación titulada “Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el distrito de la banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín” tiene como objetivo mejorar la calidad de drenaje con una mezcla de concreto poroso, obteniendo como resultado un pavimento que cumplió con la resistencia requerida con un porcentaje de 20%-25%.

En el ámbito nacional Ávila (2018), en su investigación titulada “Mezcla asfáltica drenante conforme a la metodología Marshall y Cántabro” explica la ventaja de utilizar este tipo de mezcla con una gran cantidad de vacíos como capa de rodadura contribuyó a que sea foco de investigación, la dificultad se encontraba en determinar una metodología que facilite su diseño, que cumpla con aquellas propiedades que deben poseer las mezclas asfálticas, entre las cuales se encuentra la durabilidad y estabilidad.

La investigación realizada por (Fonseca et al., 1999) concluyen que el método de determinación de la pérdida por desgaste (Cántabro) en mezclas asfálticas drenantes es un método sencillo cuyos resultados en el comportamiento de estas mezclas en servicio es muy buena, por lo que utilizarlo como metodología en el diseño de estas es favorable ya que permite conocer la resistencia al desgaste por efectos abrasivos.

No solo el método de ensayo de Cántabro fue utilizado como método para el diseño de mezclas asfálticas, existen investigaciones donde la metodología de diseño Marshall es utilizada en el diseño de mezclas drenantes debido a que considera parámetros como relación de vacíos y temperatura de compactación, tal como se presenta en la investigación realizada en la Universidad de El Salvador por (Ayala & Juárez, 2010), redactado por Amagua y Julio (2021), propusieron en su tesis de titulación “Diseño de

un pavimento asfáltico drenante basado en un material de protección ambiental de dióxido de titanio (TiO₂), aplicado en el corredor vial de alto tráfico, Sector El Trébol, Cantón Quito”; implementar nuevos materiales y elementos alternativos en la construcción de vías, al ser Ecuador un país en crecimiento vehicular los ingenieros civiles deben buscar alternativas ecológica, limpia y amigable con el medio ambiente, por lo que es importante desarrollar investigaciones que aporten recomendaciones para la construcción vial.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General.

Un correcto diseño y evaluación de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas drenantes permitirá comparar, evaluar e identificar si el cemento asfáltico normal o con aditivos cumplen las normas del método Cántabro para su uso.

1.3.2. Hipótesis Específicas.

H.E.1: El porcentaje de vacíos en las mezclas asfálticas drenantes serían influenciadas por las propiedades de los agregados finos y gruesos.

H.E.2: El porcentaje de cemento asfáltico y la adición de aditivo adherente aumenta las propiedades mecánicas de las mezclas.

H.E.3: Las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas cumplen con las normas establecidas según el método Cántabro.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General.

Elaborar un diseño de mezcla asfáltica drenante con y sin aditivo, para evaluar el comportamiento mecánico de las mezclas, utilizando las normas vigentes del método Cántabro.

1.4.2. Objetivos Específicos.

O.E.1: Analizar las propiedades de los materiales pétreos acorde a los procedimientos descritos en las normas.

O.E.2: Diseñar una mezcla asfáltica drenante usando diferentes porcentajes de cemento asfáltico con y sin aditivo para mejorar sus propiedades.

O.E.3: Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas utilizando el método Cántabro, determinando las características adecuadas para su uso.

1.5. ALCANCE

El presente trabajo de investigación permitirá extender los conocimientos sobre el desempeño de las mezclas asfálticas drenantes para obtener un diseño que cumpla con las condiciones óptimas para ser implementada en las vías, usando diferentes materiales como asfalto, agregados y de un aditivo, que va a permitir mejorar la adherencia del agregado, además de proporcionar una resistencia a la abrasión del asfalto, estudios realizados por otras entidades han indicado que el uso de aditivos al momento de realizar este tipo de mezclas drenantes mejoran los resultados aumentando su durabilidad y resistencia.

Para realizar este proyecto de investigación se implementa la norma internacional INVIAS, que da a conocer las especificaciones que debe tener una mezcla drenante y las normas nacionales para el correcto uso del material, permitiendo así obtener resultados eficientes. Con la finalidad de establecer las características del diseño de la mezcla asfáltica que son comprobadas las propiedades más importantes de estas como la pérdida por desgaste, porcentaje de vacíos y permeabilidad a través de ensayos que se llevan a cabo en el laboratorio de suelos que se encuentran en las instalaciones de la UPSE.

De esta manera se busca diseñar una mezcla asfáltica drenante como una alternativa de solución sostenible e innovadora para las vías con alto índice de lluvias y dar frente a los principales problemas que esta provoca como el deslumbramiento y el aquaplaning, permitiendo la filtración rápida del agua pluvial a través de las cantidades de vacíos o poros que tiene la mezcla así controlando unos de los principales problemas que tienen

las vías. Conjuntamente de beneficiar al medio ambiente reduciendo la cantidad de CO2 que se emite con la implementación de otras mezclas, también de limitar el ruido que provocan los vehículos al pasar por el pavimento debido a la mayor cantidad de los porcentajes de vacíos ayudando a la reducción de la contaminación auditiva que existe actualmente por el aumento de tráfico en las vías.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable Dependiente.

Propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas drenantes.

1.6.2. Variable Independiente:

- ✓ Propiedades de los agregados pétreos.
- ✓ Porcentaje del cemento asfáltico.
- ✓ Porcentaje de aditivo adherente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Las mezclas asfálticas convencionales están diseñadas para soportar el peso de ejes equivalentes de vehículos de diseño durante un periodo determinado de años. Estos pavimentos suelen estar compuestos por una o más capas de material de pavimento compactado y sellado para hacerlos impermeables. Un aspecto crucial del diseño convencional es evitar que entre agua en el suelo a través del sellado o las juntas de la pavimentación, con el fin de proteger la integridad de la capa base y subbase.(Bocanegra, 2017).

2.1. DEFINICIÓN DE MEZCLAS DRENANTES

Las mezclas drenantes tienen como característica el contenido de vacíos suficiente para permitir que el agua se filtre con rapidez y pueda ser evacuada hacia los canales o cunetas u otros elementos de drenaje, impidiendo su duración en la superficie de la carpeta asfáltica, incluso bajo precipitaciones intensas y prologadas (Linares et al., 2010).

Las mezclas porosas o drenantes se caracterizan por tener una granulometría de material grueso, es decir, una curva granulometría abierta, con casi nada de finos, para poder obtener una gran cantidad de vacíos en la mezcla de los agregados, permitiendo la absorción del agua con fluidez hacia las pendientes más bajas, “Las mezclas drenantes nacieron en España, en el año 1940, y siendo también desarrolladas en los Estados Unidos” (Vera, 2010).

Las mezclas drenantes, son una combinación de los agregados grueso que permite tener la cantidad de vacíos óptimos en una mezcla, para que el agua de la lluvia se filtre con rapidez a través de la carpeta asfáltica.

2.1.1. Características de las mezclas drenantes.

Las mezclas asfálticas drenantes tienen características específicas que permiten que su desempeño sea diferente al de una mezcla convencional (Morales, 2016).

- Contiene mayor porcentaje de agregado grueso.
- Tiene un elevado porcentaje de vacíos.
- El esfuerzo de compactación es menor.
- La temperatura requerida es menor a la convencional.

2.1.2. Ventajas

- Eliminación del hidroplaneo: El hidroplaneo se produce cuando una capa de agua se forma entre el pavimento y el neumático. De este modo el neumático pierde la adherencia con el pavimento provocando que el conductor pierda el control del vehículo; en algunos casos provocando accidentes, la evacuación del agua en la superficie del pavimento a través de la mezcla drenante evita este fenómeno.

Figura 1

Hidroplaneo en el pavimento



Fuente: CESVI COLOMBIA (2020)

- Mayor resistencia al deslizamiento a altas velocidades: En las mezclas asfálticas drenantes puede contrarrestar la resistencia al deslizamiento debido a su textura rugosa, haciendo un rozamiento de neumático y superficie de rodadura más eficaz reduciendo la distancia de frenado.

Figura 2

Textura del Pavimento



Fuente: (Marvin & Yvi, 2010)

- Reducción de las proyecciones del agua por el paso de los vehículos: Este tipo de mezcla ayuda que la superficie de la calzada esté libre de agua cuando está lloviendo, impidiendo la dispersión de agua por el paso de otros vehículos, mejorando la seguridad, comodidad y visibilidad del conductor.

- Mejora la visibilidad al deslumbramiento en la capa de rodadura húmeda: Los pavimentos convencionales al tener una textura lisa permiten la acumulación de capas de agua en la lluvia provocando la reflexión de la luz a los vehículos que vienen en sentido contrario, la mezcla drenante al tener una textura rugosa permite que la luz se disperse mejorando la visibilidad del conductor.

2.1.3. Limitaciones de las mezclas drenantes.

- Mayor costo, las mezclas drenantes requieren agregados con propiedades específicas. Para mejorar su adherencia se necesita de algún aditivo o polímero.

- Para que el agua filtrada fluya con eficiencia se necesita ubicar canales laterales para la correcta evacuación del agua.

- La porosidad de las mezclas se ven afectadas con el paso del tiempo por la acumulación de sedimentos en los vacíos o poros.

2.2. DISEÑO DE LAS MEZCLAS DRENANTES

Para la elaboración de este proyecto, el tipo de mezcla asfáltica depende de la temperatura y la relación de entre los agregados pétreos con un ligante cuyas cantidades depende de las características de las mezclas, estas deben cumplir con la normativa establecida para un mejor rendimiento (Amagua, 2021, p.53).

Existen diversos métodos de diseño para mezclas asfálticas. Se ha buscado desarrollar ensayos específicos que ayuden a evaluar el comportamiento mecánico de la estructura interna de estas mezclas. En este tipo de mezclas, el grado de compactación necesario para alcanzar la compacidad en obra es menor que en las mezclas tradicionales. Por esta razón, se evalúa hasta qué grado de compactación se logra la máxima estabilidad utilizando la metodología Marshall.Vera (2010, p.22).

Las metodologías normalmente utilizadas son:

- CANTABRO (Origen ESPAÑA)
- AUSTRALIANA (Open Graded Asphalt Design Guide, originada en la Australian Asphalt Pavement Association)
- RP (Origen CHILE)
- TRACCIÓN INDIRECTA (Origen BRASIL)

2.2.1 Descripción de los Métodos

2.2.1.1. Método cántabro.

El método evalúa el comportamiento del cemento asfáltico como componente crucial de la mezcla asfáltica, mediante el análisis y evaluación de sus propiedades fundamentales a través del ensayo Cántabro de pérdidas por desgaste. Estas propiedades incluyen la cohesión, la susceptibilidad térmica, la adhesividad y la durabilidad de la mezcla, todas las cuales son determinantes

para la calidad y el rendimiento a largo plazo de la mezcla asfáltica (Vera, 2010, p. 29).

Consiste en determinar el desgaste que tiene la briqueta de la mezcla asfáltica utilizando la máquina de Abrasión los Ángeles sin carga el procedimiento es el siguiente:

- ✓ Se establece una granulometría de los agregados, se pesan y preparan, para cada contenido de asfalto, se deben realizar un mínimo de 4 briquetas, con el fin de analizar el desgaste de la mezcla sumergida en agua a 60°C durante un día.
- ✓ Los agregados se deben calentar en una estufa hasta tener una temperatura de 105 a 110 °C. Con el fin de mejorar la mezcla el agregado fino, pasante del tamiz No 200 (Filler) podría ser reemplazada por cemento Portland.
- ✓ El cemento asfáltico se calienta a 150°C permitiendo una buena envoltura y mezclado con el agregado evitando el escurrimiento. Para mejorar las propiedades del cemento asfáltico se puede utilizar aditivos o polímeros.
- ✓ La compactación de la mezcla se elabora empleando los moldes del ensayo Marshall, dando 50 golpes al molde por cada cara de la briqueta.
- ✓ Se realizan ensayos de densidad y vacíos siguiendo procedimientos geométricos a cada briqueta.
- ✓ Luego de pesar las briquetas, serán sometidas a la Máquina de Abrasión los Ángeles, sin carga, a 300 vueltas por revoluciones, a temperatura ambiente.
- ✓ Después de las 300 vueltas se pesa las briquetas y se calcula la pérdida de peso sufrido con respecto al peso inicial.

2.2.1.2 Ensayo Marshall

Sequeira (2014), indica que la metodología de diseño Marshall permite determinar el contenido óptimo de asfalto para una mezcla específica de agregados. Este método también proporciona información crucial sobre las propiedades de la mezcla asfáltica convencional, estableciendo densidades y contenidos óptimos de vacíos. El diseño de la mezcla asfáltica seleccionado debe cumplir con todos los parámetros de diseño establecidos en la metodología Marshall para garantizar su calidad y rendimiento adecuados.

Cumplimiento de los siguientes aspectos:

- ✓ El asfalto suficiente para formar una película que cubra el agregado y lo conserve unido y proporcione una capa a prueba de agua con el propósito de garantizar su durabilidad.
- ✓ Suficiente resistencia de la mezcla a la deformación permanente por la carga de tránsito es sometida durante la operación de la carretera.
- ✓ Porcentaje de vacíos suficiente para permitir la compactación adicional como producto de las cargas de tránsito sin presentar deterioro, ni exudación de asfalto, ni comprometer la permeabilidad de la mezcla asfáltica.
- ✓ Trabajabilidad suficiente para permitir la colocación y compactación eficiente sin presentar segregación.

2.3. MATERIALES PÉTREOS

Los agregados pétreos se dan por la unión de partículas de los minerales de distinto tamaño y forma, que se extraen de manera natural o mediante fragmentación artificial de las rocas, estos minerales granulares son usados generalmente en obras civiles, como por ejemplo en bases, subbases, relleno de la subrasante de una carretera. Los materiales pétreos deben cumplir la granulometría apropiada según las normas o reglamentos establecidos (Amagua, 2021, p. 38).

El material pétreo a utilizar debe cumplir con las especificaciones descritas en la norma INVIAS, artículo 453.2.1.4 de tal forma su caracterización y granulometría se ajusten a los establecido en la norma (Meneses & Bocanegra, 2017).

Tabla 1*Franja granulométrica para mezcla drenante*

	Tamiz (mm/ U.S. Standard)						
	19,0	12,6	9,5	4,8	2,0	0,4	0,1
Tipo de mezcla	3/4 Pulgadas	1/2 Pulgadas	3/8 Pulgadas	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)						
Única	100	70 -100	50 - 75	15 - 32	9 - 20	5 - 12	3 - 7
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)		4%			3%		1%

Nota: Especificaciones (INVIAS, 2022)

2.3.1 Gradación de los materiales

La adecuada gradación del agregado es fundamental para la calidad de las mezclas asfálticas, teniendo en cuenta que más del 90% de la mezcla consiste en materiales pétreos. Estos materiales deben tener propiedades específicas para asignar a la mezcla. Los agregados constan de materiales triturado como grava triturada, arena fina, arena gruesa, cisco, entre otros. Es fundamental que cumplan los requisitos establecidos en la tabla 1 basados en las especificaciones generales de la construcción de vías y puentes del INVIAS, también deben cumplir las especificaciones de MTOP, siendo clasificado como “A”, “B” o “C” según los especificado para obtener una mescla optima (Gavilanes & Maldonado, 2023).

El (MTOP, 2002) a partir de la tabla 2 determina la siguiente clasificación de los agregados para mezcla en planta:

Agregado tipo A: material donde todas las partículas que conforman el agregado grueso son procedentes mediante trituración; por otro lado, el fino para satisfacer las exigencias de graduación.

Agregado tipo B: aquellos que al menos el 50% de las partículas del agregado grueso han sido obtenidas por trituración. El agregado fino y filler pueden ser provenientes de depósitos naturales.

Agregado tipo C: material originario de depósitos naturales o trituración, siempre y cuando la estabilidad se haya verificado mediante ensayo Marshall y cumpla con las especificaciones de la tabla 3.

Tabla 2

Requisitos granulométricos

TAMIZ	Porcentaje que pasa a través de los tamices			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4
1"(25,4 mm)	100	-	-	-
3/4" (19,0 mm)	90 - 100	100	-	-
1/2" (12,7m m)	-	90 - 100	100	-
3/8" (9,5 mm)	58 - 80	-	90 - 100	100
Nº 4 (4,76 mm)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2,36 mm)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1,18 mm)	-	-	-	40 - 80
Nº 30 (0,60 mm)	-	-	-	25 - 65
Nº 50 (0,30 mm)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0,15 mm)	-	-	-	3 - 20
Nº 200 (0,075 mm)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Nota: Especificaciones (MTO.P. 2002)

Tabla 3*Límites de estabilidad mediante ensayo Marshall*

Ensayos de acuerdo con el método Marshall	TRÁFICO					
	PESADO		MEDIO		LIVIANO	
	MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX
N.º de golpes	75		50		35	
Estabilidad (lb)	1,800	-	1,200	-	750	-
Flujo (ln/100)	8	16	8	18	8	20
Carpeta	3	5	3	5	3	5
Base	3	8	3	8	3	8

Nota: Especificaciones (MTO.P. 2002)

2.3.2. Propiedades de los agregados

El Instituto Nacional de Vías (Alarcón & Giraldo, 2022) indica que las propiedades de los agregados se clasifican en dos grandes categorías que son:

- Propiedades de origen (Individual). - Dependen del tipo de roca y no del proceso de fabricación. Entre estas propiedades están: composición mineralógica, dureza, durabilidad, adherencia, reactividad, contenido de sales. En caso de mezclar los materiales de diferentes fuentes o vetas de la misma fuente, las propiedades y requisitos deben ser cumplidos por cada uno de los componentes de la mezcla.

- Propiedades de fabricación (Mezcla). - Dependen principalmente del proceso de fabricación. entre las propiedades se encuentran: limpieza, granulometría, grado de trituración, forma. Al ser mezclas de materiales de diferentes fuentes o vetas de una misma fuente, los requisitos deben ser cumplidos por la mezcla final.

2.4. ASFALTO

El asfalto tiene una consistencia sólida que al ser calentada se vuelve líquida, lo que permite ser mezclado con los agregados y cubrirlos para la fabricación de las mezclas asfálticas en caliente. Son las responsables de las características estructurales y la

dureza de los asfaltos, el contenido del cemento asfáltico varía generalmente según los requerimientos del pavimento (Cerde, 2009).

Comprende una mezcla de sustancias orgánicas que son altamente viscosas, impermeable, adherente y cohesivo, casi siempre presenta un color negro, se encuentra compuesta por hidrocarburos aromáticos policíclicos (Romero, 2022).

Al ser uno de los materiales más antiguos empleados en la construcción de pavimentos, se extraía de depósitos naturales, actualmente se puede decir que el cemento asfáltico se obtiene del petróleo refinado, también se lo puede utilizar como sellante e impermeabilizante (Arellano et al., 2018).

2.4.1. Propiedades físicas.

Las propiedades físicas de mayor importancia que debe tener el asfalto para el diseño, elaboración y mantenimiento de carreteras son: durabilidad, adhesión – cohesión, susceptibilidad a la temperatura, susceptibilidad al envejecimiento y endurecimiento (Sánchez, 2019).

✓ Durabilidad. – es la medida en que un asfalto pueda retener sus características originales cuando se lo expone a procesos normales de degradación y envejecimiento (Corrales, 2015).

✓ Adhesión. - es el fenómeno mediante el cual se expresa la unión entre agregados y asfalto. (Figuroa, 2015).

✓ Cohesión. – es la facilidad que tiene el asfalto para mantener firme o en su puesto a los agregados (Ochoa, 2019).

✓ Susceptibilidad a la temperatura. – es una de las propiedades más importantes del asfalto, es responsable del comportamiento como un sólido a bajas temperaturas o como un fluido viscoso a altas temperaturas (García, 2013).

✓ Envejecimiento. – se produce cambios en la estructura molecular del asfalto, van perdiendo los componentes volátiles y cambios en la composición por la reacción al oxígeno de la atmósfera (López, 2014).

✓ Endurecimiento. – es causado principalmente por proceso de oxidación (asfalto se combina con el oxígeno), esto provoca que vaya perdiendo elasticidad y se vaya endureciendo (Aimacaña, 2017).

2.4.2. Propiedades químicas.

El asfalto tiene propiedades químicas únicas que lo hacen versátil como material de construcción. Está compuesto por varios hidrocarburos (combinación molecular de hidrógeno y carbono), azufre, oxígeno, nitrógeno y otros elementos (Salamanca, 2007).

2.5. ASFALTO MODIFICADO

Las propiedades y características del asfalto son suficientes para elaborar mezclas asfálticas resistentes a la carga de los ejes de diseño y los agentes ambientales; en algunas ocasiones, estas propiedades no son suficientes para cumplir las propiedades mecánicas requeridas debido a fuertes sollicitaciones, se requiere asfaltos modificados. La modificación del asfalto incorpora mejorar las características de adherencia, elasticidad y cohesión (Ayala & Yvi, 2010, p.21).

2.5.1 Aplicación de los Asfaltos Modificados.

2.5.1.1 Mezclas drenantes.

Cuando una mezcla tiene un alto porcentaje de vacíos (más del 20%) y una baja proporción de agregado fino (menos del 20%), es crucial que el ligante tenga una cohesión óptima para prevenir la disgregación de la mezcla. Además, el ligante debe poseer una alta viscosidad para formar una capa gruesa que envuelva los agregados, protegiéndolos así contra los efectos del envejecimiento.

2.5.1.2 Microaglomerados en caliente.

Se trata de capas de rodadura de espesor muy delgado, diseñadas para aplicarse sobre pavimentos estructuralmente sólidos donde se desee restaurar la resistencia al deslizamiento.

2.5.1.3 Las Mezclas bituminosas altamente resistentes para capa de rodadura.

Es fundamental que estas mezclas presenten una buena resistencia a las deformaciones plásticas y a la fatiga para asegurar su durabilidad y rendimiento adecuados en el tiempo.

2.5.1.4 Tratamientos superficiales.

Se utiliza en vías de alto tráfico y/o en zonas con climas extremos, debido a que el ligante muestra una buena cohesión y una adecuada susceptibilidad térmica. Esto ayuda a prevenir la exudación del ligante durante el verano y la pérdida de áridos durante el invierno.

2.6 ADITIVOS

Los aditivos o modificadores de las mezclas asfálticas tratan de resolver las propiedades específicas que permiten el aumento a la resistencia a la fatiga, abrasión, disminución en la susceptibilidad térmica entre otras; si bien los asfaltos modificados con aditivos disponible en el mercado tienen algunas ventajas como la reducción en el consumo de energía y de emisión a la atmósfera por trabajar en altas temperaturas (Pugliesi et al., 2020).

2.6.1 Aditivo Zycotherm

Es un aditivo para asfalto con base de organosilanos multipropósitos a escala nanométrica que proporciona mayor duración del concreto asfáltico, también mejora el proceso de fabricación, optimiza el contenido de cemento asfáltico promueve la adherencia y permite bajas temperaturas (OPTIMASOIL, 2020).

La tecnología de aditivo aumenta la adherencia entre el asfalto y la superficie del material pétreo reduciendo notablemente los problemas de desprendimiento de la mezcla, ayuda también con la afinidad entre el asfalto y los agregados obteniendo una cobertura total con mezclas más homogéneas (Zydex, 2015).

2.7 ENSAYOS DE LABORATORIO

Actualmente la mayoría de los ensayos son métodos ASTM y AASHTO, los cuales pueden ser aplicados al pavimento drenante; pero debido a las características físicas de esta mezcla no todas las pruebas de un pavimento convencional se pueden aplicar (Esquerre & Silva, 2019).

En Ecuador, los procedimientos para el control de calidad (QC) y aseguramiento de la calidad (QA) de la mezcla fabricada en planta se centran en verificar la composición de la mezcla y asegurar ciertos parámetros volumétricos y resistentes especificados en el diseño Marshall. Los parámetros volumétricos incluyen la densidad, porcentajes de vacíos con aire en la mezcla, vacíos en el agregado y vacíos llenos de asfalto. En cuanto a los parámetros resistentes relacionados con la deformación plástica, se evalúan la estabilidad Marshall y el flujo de la mezcla. (Vila & García, 2014).

El ensayo de Cántabro es empleado para mezclas drenantes debido a sus propiedades diferentes, la resistencia al desgaste medida en este ensayo disminuye o aumenta para cualquier porcentaje de cemento asfáltico, al agregar aditivos o polímeros como materiales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas que contribuiría al ambiente reduciendo el impacto negativo que producen y podría llegar a generar cultura de desarrollo sostenible en el área de los pavimentos (Rondón et al., 2009).

2.7.1 Granulometría.

El ensayo de granulometría se realiza según las normas ASTM-C 136 y AASHTO-T 27, donde se realiza un análisis para determinar las partículas de los agregados gruesos y finos de un material, por la separación a través de tamices ordenados sucesivamente de mayor a menor abertura, así se determina el tamaño de las partículas de una muestra de agregado (Villa, 2023).

También permite conocer la gradación de los materiales que son usados como agregados. Con los resultados se determinan el porcentaje de distribución de las partículas según su tamaño, con esta información se verifica si se pueden utilizar para el fin requerido y proporcionar los datos necesarios para la producción de las mezclas asfálticas (Mora, 2016).

2.7.2 Abrasión.

Este ensayo se realiza según las normas INEN-860 y ASTM C-131, tiene como objetivo analizar la resistencia o dureza de un agregado grueso menor a 1½ (37.5 mm). Este ensayo es importante ya que proporciona datos de los agregados que permiten examinar si son capaces de resistir al desgaste y degradación sometidas al roce de las esferas dentro de la máquina de Abrasión Los Ángeles (Sapillado, 2017).

Tabla 4

Peso De Agregado Y Numero De Esferas Para Agregados Gruesos De Tamaños Mayores A 3/4"

MÉTODO		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (gr)			
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz				
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
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (min)		15	15	15	15

Nota: ensayos de Abrasión ASTM C-131

2.7.3 Gravedad específica.

(Logroño et al., 2020), mencionan que los procedimientos y equipos para determinar la gravedad específica en agregados finos se lo realizan de acuerdo con la Norma ASSHTO T-84 y ASTM C-128. La gravedad específica de un agregado sirve para determinar la relación entre peso-volumen del agregado, así calcular el contenido de vacíos de la mezcla asfálticas. Por definición, la gravedad específica del agregado es la relación del peso por unidad del volumen del material con respecto al mismo volumen de agua aproximada (Minaya, 2001).

En investigación Minaya y Ordóñez (2001) titulada “Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos Volumen I”, existen diferentes gravedades específicas relacionadas al diseño de mezclas asfálticas:

- ✓ Gravedad específica seca aparente. – Esta gravedad incluye solamente el volumen de las partículas de agregado más los poros interiores que se llenaron con agua después de 24 horas de estar sumergidas.
- ✓ Gravedad específica seca bulk (base seca). – Incluye el volumen total de las partículas de los agregados, así como el volumen de los poros llenos de agua luego de ser sumergidos por 24 horas.
- ✓ Gravedad específica saturada superficialmente seca bulk. - Define una relación entre el peso de los agregados en una condición que se obtiene secando el agregado con un paño luego de estar sumergidos.

2.7.4 Ensayo de permeabilidad.

En la normativa INVIAS se menciona características de una mezcla para que sea drenante, aunque no exista un ensayo descrito en la normativa que permita comprobar que los poros de la mezcla se encuentren interconectados y cumplan la función de drenar. Sin embargo, se realiza una prueba sencilla que pide colocar 100 ml de agua sobre una briqueta humedecida, y se toma el tiempo que el agua tarda en filtrarse por dicha muestra, el tiempo no debe ser mayor a 15 segundos (Carvajal & Chicaiza, 2016).

2.7.5 Ensayo cántabro seco y húmedo.

El proceso para realizar este ensayo se encuentra descrito en la normativa INV E-760 e INVIAS Art.453, el ensayo se realiza con el fin de comprobar la adhesividad entre el agregado y el ligante, introduciendo la briqueta en la máquina de Abrasión los Ángeles y haciendo girar sin carga abrasiva a 300 revoluciones; al terminar se calcula cual es el porcentaje de desgaste de la briqueta deber ser menor al 25%. Así mismo para calcular la adhesividad entre el agregado y el cemento asfáltico en un estado sumergido se propone realizar el ensayo de cántabro húmedo al dejar sumergidas las briquetas por 24 horas a 60°C, aplicando luego los pasos del cántabro seco, el desgaste deber ser menor al 40% (Pinto & Ramos, 2019).

2.7.6 Ensayo Marshall.

Este ensayo se basa en la rotura a compresión, con confinamiento producido por probetas cilíndricas de aproximadamente 10 cm de diámetro y 6.35 cm de altura, una vez colocada la mezcla se compacta con determinados números de golpes según lo especifique la normativa INVIAS. Se elaboran con un mínimo de 6 briquetas con el mismo porcentaje de asfalto (Yungas, 2013).

Para determinar el contenido de óptimo de asfalto en las mezclas drenantes se utiliza el método cántabro, es importante conocer la resistencia y la deformación que tendrá la mezcla antes de su aplicación, por eso este ensayo mediante el uso de la prensa Marshall con un mínimo de 3 briquetas por contenido de asfalto serán sometidas al ensayo de estabilidad y flujo (Mora, 2016).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo.

De acuerdo con el propósito que tiene la investigación según (Ortíz, 2022), es de tipo experimental ya que propone realizar diferentes ensayos para elegir el más adecuado conforme a los requerimientos de las normativas, donde se aplica los conocimientos adquiridos durante la formación de la carrera de ingeniería civil y así poder sustentar los resultados.

La finalidad de la investigación es diseñar y evaluar el comportamiento de las mezclas que se propone realizar briquetas con diferentes contenidos de asfalto y aditivo, mediante la aplicación de ensayos que cumplan las normas nacionales e internacionales con el propósito que el agua se filtre en menor tiempo a través de cada muestra y mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla.

3.1.2. Nivel

La perspectiva del proyecto de investigación se centra en un aspecto descriptivo. Con en este enfoque, se propone evaluar las propiedades mecánicas de las briquetas con el cemento asfáltico convencional para poder comparar con las briquetas que tienen adicional el aditivo.

Después de haber evaluada las propiedades mecánicas de las briquetas con diferentes contenidos de asfalto y aditivo, se procede obtener un asfalto óptimo que cumplan con los parámetros de diseño establecidos en las normas, con el fin de proponer un nuevo diseño de mezcla asfáltica y si es apropiada para su implementación en el uso vial.

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Método.

El método del proyecto de investigación es comparativo, donde se busca mediante ensayos del laboratorio, encontrar una granulometría adecuada que permita obtener el menor agregado fino en la mezcla, para realizar las briquetas y poder comparar las diferentes propiedades mecánicas que se evaluó con los distintos contenidos de cemento asfalto y otras adicionando aditivo de acuerdo con cada contenido de asfalto.

3.2.2 Enfoque.

El proyecto de investigación tiene dos enfoques, el primer enfoque es cualitativo donde los resultados de las propiedades y las características presentes entre las briquetas con diferentes porcentajes de cemento asfáltico y otras adicionando aditivo de acuerdo con cada contenido de asfalto, y la segunda de manera cuantitativa presentando los resultados obtenidos en los ensayos de esta forma comprobar que el diseño de mezcla es el adecuado.

3.2.3 Diseño.

En la investigación se aplica un diseño experimental, debido que a nivel nacional no se ha planteado la utilización de una mezcla con cemento asfáltico que permita el paso del agua a través de él, como sugerencia para el control de drenaje en las vías, donde se trata de buscar un diseño adecuado en la aplicación de una nueva propuesta de mezcla con cemento asfáltico.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 Población.

(Arias et al., 2016), determinan que la población de estudio es un conjunto de individuos, con características únicas que sirven como referencia para selección de la muestra, que debe cumplir varios criterios; es apropiado que la población sea identificada desde los objetivos del estudio, donde se puede sistematizar los resultados obtenidos hacia la población. De esta forma, la población del presente

estudio de investigación son las briquetas de mezcla drenantes con cemento asfáltico con aditivo y sin aditivo incluido.

3.3.2 Muestra.

(López, 2004) menciona que una muestra es una parte o subconjunto de la población que se está buscando sobre la investigación, hay diferentes procedimientos donde se hace uso de fórmulas y lógica para determinar la magnitud de la muestra. Se seleccionó una muestra representativa de 36 briquetas de mezcla asfáltica drenante, para poder elaborar este proyecto de investigación correspondiente.

3.3.3 Muestreo.

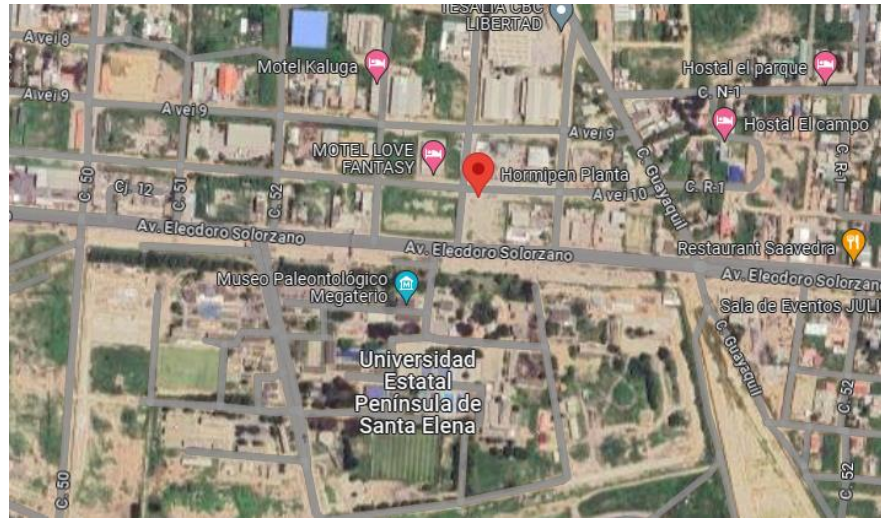
Para la (Fundación iS+D, 2022) el muestreo es un proceso que sirve para obtener una muestra mínima de la población, con el fin de buscar parámetros y estimar los valores a corroborar de la hipótesis planteada de la población o universo. En esta investigación se designó 6 briquetas de mezcla asfáltica drenante.

3.4 METODOLOGÍA DEL OE. 1: ANALIZAR LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PETREOS ACORDE A LOS PROCEDIMIENTOS ESCRITOS EN LAS NORMAS.

El propósito de esta propuesta es comparar las propiedades de dos alternativas de mezclas drenantes con cemento asfáltico, a partir de una adición de aditivo ligante al aglutinante para realizar la mezcla con agregados previamente estudiados y obtener una fórmula óptima y realizar las briquetas de mezcla asfáltica drenante. Para proceder con la investigación se solicitó 55kg de muestras de 3 tipos de materiales a la empresa Hormipen, piedra $\frac{3}{4}$, piedra $\frac{3}{8}$ y cisco; posteriormente se realiza los ensayos de granulometría (INVIAS, Art.453), gravedad específica gruesa y fino (ASTM C127-128) y Abrasión Los Ángeles (INV E -218).

Figura 3

Ubicación de la Empresa Hormipen



Nota: Extraído de Google Maps.

3.4.1 Propiedades de los agregados.

Los agregados gruesos y finos, destinados a la elaboración de las briquetas de mezcla asfáltica con aditivo o solo cemento asfáltico son sometidas a ensayos en el laboratorio con el fin de comprobar si el material cuenta con las características y propiedades mecánicas. La ejecución de los ensayos se realiza de manera meticulosa, siguiendo las normas INVIAS (Instituto Nacional de Vías), ASTM (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales en inglés), que facilitan guías y sugerencias en cuanto a porcentaje del material y especificaciones.

Al culminar los ensayos, se procede a realizar los cálculos de los datos obtenidos para cada material. Los valores límites y la tolerancia de cada material especifica la norma INVIAS que deben cumplir estos materiales para obtener un eficiente desempeño de la mezcla drenante.

3.4.2 Ensayo de Granulometría.

Utilizando los materiales pétreos provenientes de la empresa Hormipen, se realiza el ensayo de granulometría conforme a la normativa INVIAS Art.453. Para empezar el ensayo se separa 7000 gramos de cada material y se procede a tamizarlo a través de las mallas especificadas en la norma. El material retenido en cada tamiz

se coloca en una tara y se procede a pesar. Los valores obtenidos se verifican con la tabla 2 y se compara con los parámetros establecidos por la tabla 1 que proporciona la normativa.

Figura 4

Muestras del material pétreo.



Nota: Mallas que se utilizan en el ensayo y material obtenido de cada tamiz.

3.4.3 Ensayo de gravedad específica agregado grueso.

Según la norma ASTM C127 para realizar el ensayo de gravedad específica del material pétreo grueso, se siguen los procedimientos establecidos de las cantidades para cada tamaño nominal del material. Según la Tabla 5 se especifica que la piedra $\frac{3}{4}$, con un tamaño nominal de 19,0 mm su muestra mínima debe ser 3000 gr y la piedra $\frac{3}{8}$ con su tamaño nominal 9,5 mm su muestra mínima debe ser de 2000, para mayor precisión se escoge 5000gr de los materiales pétreos.

Tabla 5

Cantidades mínimas para el ensayo.

Tamaño máximo nominal		Masa mínima de la muestra de ensayo
Mm	pulg	gr
12,5 o menos	$\frac{1}{2}$	2000
19	$\frac{3}{4}$	3000
25	1	4000
37,5	$1 \frac{1}{2}$	5000
50	2	8000

Nota: Extraído de ASTM C127

El material pétreo de la empresa se procede a ser secado por 24horas para poder tamizarlo a través del tamiz N°4, el material retenido se extrae, de esta manera se obtiene 6000gr de agregado este material se deja sumergido por 24horas. Este material pasa por un ciclo de lavado como se muestra en la figura 5 manualmente hasta que el agua sea transparente.

Figura 5

Lavado del material



Nota: El material se procedió a ser lavado después de estar 24horas sumergidos

Luego se pesa 5000gr de material superficialmente seco, para poder sacar el peso sumergido como se muestra la figura 6, se coloca el material en la canastilla sumergida que está previamente pesada. Registrando los datos obtenidos, finalmente se saca el material de la canastilla colocándola en una tara que es llevada al horno para conseguir el peso seco de la muestra.

Figura 6

Material para ser sumergido



Nota: El agregado debe ser sumergido cautelosamente.

3.4.4 Ensayo de gravedad específica agregado fino.

Para empezar, hacer el ensayo de gravedad específica del agregado fino, se utilizaron las normas ASTM C128. Para ello, se procede a colocar en una tara 1000 gr del material fino (pasante del tamiz No. 4°), se lava la muestra para retirar las impurezas y se deja secando en el horno por 24 horas. Una vez realizado este proceso se sumerge el material en agua por 24 horas. Al transcurrir el tiempo de sumergido se retira con cautela el agua de la tara, para no perder el material, luego de esto la muestra se esparce en una tabla o plancha y puesta al sol para garantizar un secado uniforme del material.

Se usa un matraz previamente pesado, se llena un aproximado del 90% de agua, luego agitar el matraz para eliminar las burbujas de aire para proceder a pesarlo; a continuación, introducir 200 gramos del material, agitar para poder eliminar todas las burbujas de aire, posteriormente se pesa el matraz con el agua más el material registrar los datos obtenidos. Finalmente colocar el contenido del matraz en una tara cuidadosamente para evitar regar el material e introducir la tara al horno por 24 horas para obtener la muestra seca.

3.4.5. Ensayo Abrasión por medio de la máquina de Abrasión los Ángeles.

Para realizar el ensayo se aplicaron las normas INV E – 218, de acuerdo con la granulometría descrita en la tabla 2 se puede encontrar el tamaño nominal del material pétreo. Para encontrar el método que se debe seguir, se ubica el tamaño de la muestra determinado en la tabla 4. Según esta tabla aplicar dos métodos, el B para la piedra $\frac{3}{4}$ y el método C para la piedra $\frac{3}{8}$. El equipo que se utilizó es la máquina de Abrasión los Ángeles como se muestra en la figura 7. Los resultados de este ensayo son fundamentales, debido que proporciona el desgaste que tendría el material con el paso constante de los vehículos.

Figura 7

Máquina de Abrasión los Ángeles



Nota: Tambor giratorio para el ensayo de abrasión ubicado en el Laboratorio de Suelos y Hormigón de la UPSE.

El material $\frac{3}{4}$ después de haber pesado 2500gr del retenido de la malla de 12.50mm y 9.5mm en total 5000gr. Según el método como se muestra en la figura 8 se ubica en la máquina con 11 esferas a 500 revoluciones con un tiempo de rotación de 15 minutos. La piedra $\frac{3}{8}$ pasa por el mismo proceso, pero utilizando el

método C que indica pesar 2500gr del retenido de la malla 6.25mm y 4.76mm dando un total de 5000gr, que se ubica en la máquina con 8 esferas a 500 revoluciones por 15 minutos.

Figura 8

Material pétreo.



Nota: Agregado tamizado según los métodos B y C para la piedra $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$.

Después se saca el material y se lo tamiza por la malla N°12, el material retenido de cada método se lo pesa individualmente. Los resultados permiten calcular el desgaste que el material sufre por el rozamiento de las esferas, este porcentaje se calcula utilizando la siguiente fórmula.

$$\%desgaste = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \times 100$$

Donde:

$P_{inicial}$: Peso del material antes del ensayo

P_{Final} : Peso del material después del ensayo

% Desgaste: Porcentaje que sufrió el material

Para una mezcla drenante, el desgaste del material debe ser menor al 25% como se muestra en la tabla 5, indicando que el material es resistente y puede

soportar las cargas, si la materia pasa del 25% en este caso el material no cumpliría con las normas y es considerado no óptimo para su uso en la mezcla.

Tabla 6

Porcentajes máximos de desgaste.

Característica	Norma de ensayo	NT2 y NT3
Dureza, agregado grueso		
Desgaste en la máquina de Abrasión Los Ángeles, máximo (%).		
(Nota 1):	INV E-218	
500 revoluciones		25
100 revoluciones		5

Nota: Tabla extraída de la Normativa INVIAS

3.5 METODOLOGÍA DEL OE. 2: DISEÑAR UNA MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE USANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE CEMENTO ASFÁLTICO CON Y SIN ADITIVO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES.

3.5.1 Fórmula de trabajo para el diseño de mezcla asfáltica drenante.

Usando los parámetros de la norma INVIAS se encontró el porcentaje de cada material pétreo para la mezcla óptima de los agregados que satisface a los parámetros descritos de cada ensayo realizado. Encontrando una curva granulométrica que este dentro de los límites y tolerancia de la mezcla de los materiales, asegurando un diseño con el tamaño apropiado de los agregados para que cumpla con el porcentaje de vacíos que debe detener para la filtración del agua.

A continuación, se procede con los cálculos para los diferentes porcentajes de asfalto y poder obtener el peso en gramos de cada material, para realizar las briquetas, aplicando el diseño y las especificaciones que da en el Método de Cántabro y la norma ASTM D6926, las cuales indican los pasos, equipos y ensayos a utilizarse para comprobar si la mezcla asfáltica drenante cumple con las

especificaciones para el posterior uso en el campo. El número mínimo de briquetas que se deben realizar son 3 por cada contenido de asfalto; en este proyecto de investigación se realizaron 6 briquetas correctamente los ensayos.

3.5.2 Ensayo de Compactación Marshall.

Obteniendo la granulometría óptima se procede a pesar 24 muestras de los agregados pétreos, para cada contenido de asfalto se pesó 6 muestras. En la tabla 7 se muestra los pesos en gramos de cada material para tener una mezcla homogénea que cumpla con la cantidad de vacíos requeridos.

Tabla 7

Peso del material por cada contenido de asfalto.

	3%		3,50%	
	Agregado (gr)	Asfalto (gr)	Agregado (gr)	Asfalto (gr)
3/4	582		579	
3/8	651,84	48	648,48	56
Cisco	318,16		316,52	
	4%		4,50%	
	Agregado (gr)	Asfalto (gr)	Agregado (gr)	Asfalto (gr)
3/4	576		573	
3/8	645,12	64	641,76	72
Cisco	314,88		313,24	

Nota: En la tabla indica el peso en gramos (gr) del material, el peso del asfalto se le tiene que aumentar un 1% de desperdicio que se usa para cada porcentaje de asfalto.

Para iniciar el ensayo se necesita tener estos implementos importantes: una cocina eléctrica, ollas que soporten altas temperaturas, cucharas, termómetro, franelas, mandil, guantes térmicos, gasolina, waype, fundas plásticas, báscula y hojas de papel.

Proceso:

- Calentar el material pétreo previamente pesado, se mezcla homogéneamente hasta que llegue a una temperatura de 150°C.
- Cuando el material pétreo llegue a una temperatura de 130°C se coloca en otra hornilla a calentar el asfalto hasta los 150°C.
- Cuando ambos materiales estén con la temperatura mencionada, se los mezcla hasta que el cemento asfalto cubra todo el agregado pétreo y se comprueba la temperatura que este en 150°C.
- Una vez mezclado los dos materiales se procede a pesar 1200gr.
- Previamente se tiene listo el martillo de compactación con los anillos y se ubica un círculo de papel, como se muestra en la figura 9.
- Proceder a colocar en el anillo los 1200gr. del material.
- Al ubicar el material en el anillo se procede con una espátula a hincar 15 veces la mezcla para que se acomode y quede esparcido correctamente. Al finalizar se ubica otro círculo de papel.
- Con el martillo dar 50 golpes por cada cara de la briqueta.
- Una vez realizada la compactación se retira las briquetas con cautela de la base y se retira los círculos de papel.
- Se deja reposar a temperatura ambiente que duran 24 horas.
- Se realizan cada uno de los pasos anteriores con cada muestra pesada tomando en cuenta los pesos de cada porcentaje de cemento asfáltico.

Figura 9

Ensamble para compactación manual de Marshall



3.5.3 Ensayo de Compactación Marshall Adicionando el

Aditivo Adherente.

Después de haber realizado el ensayo de compactación solo con asfalto se procede a realizar las briquetas adicionando el aditivo con el mismo peso del material como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Peso de material incluyendo el aditivo adherente.

	3%			3,50%			
	Agregados (gr)	Asfalto (gr)	Aditivo (gr)	Agregados (gr)	Asfalto (gr)	Aditivo (gr)	
3/4	582			579			—
3/8	651,84	64	0,64	648,48	72	0,72	—
Cisco	318,16			316,52			—
	4%			4,50%			
	Agregados (gr)	Asfalto (gr)	Aditivo (gr)	Agregados (gr)	Asfalto (gr)	Aditivo (gr)	
3/4	576			573			—
3/8	645,12	80	0,80	641,76	88	0,88	—
Cisco	314,88			313,24			—

Nota: En la tabla indica los pesos en gramos(gr) del material, el peso del asfalto tiene 1% de desperdicio y el 0.1% de aditivo que se usa para cada porcentaje de asfalto.

Siguiendo el mismo proceso del ensayo de compactación Marshall con la única diferencia que antes de mezclar los dos materiales, el aditivo se mezcla con el asfalto. Este aditivo adherente según sus especificaciones es recomendado usar del 0.05% – 0.1% en función al peso del cemento asfáltico.

Si el aditivo es pesado se debe utilizar una jeringa como se muestra la figura 10 para evitar desperdicio y que el peso sea preciso, al tener listo el aditivo se procede a verter en el asfalto cuando ya tenga la temperatura requerida de 150°C.

Figura 10

Aditivo Adherente pesado para el 3% de asfalto.



3.5.4 Ensayo de Permeabilidad.

El ensayo de permeabilidad se realiza siguiendo la normativa INVIAS Art.453, cuando las briquetas hallan reposado 24 horas a temperatura ambiente, para empezar el ensayo se necesita: un cronómetro, una probeta de 100ml, termómetro y franelas.

Proceso:

- Las briquetas deben ser sumergidas durante 10 minutos para que se humedezcan.
- Luego se saca todas las briquetas y se las coloca sobre las franelas.
- Se procede a llenar la probeta y se tomó la temperatura del agua.
- Se alza una briqueta en un lugar donde se pueda verter el agua de la probeta tomando el tiempo en que el agua se filtre como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Ensayo de Permeabilidad



Se toma los tiempos de filtrado del agua a cada briqueta según el porcentaje de asfalto para realizar un promedio del tiempo que se demoró en filtrar el agua, estos tiempos no deben exceder los 15 segundos para considerar que la mezcla es drenante.

3.5.5. Ensayo de Gravedad Especifica Bulk.

Al finalizar el ensayo de permeabilidad las muestras deben reposar 24 horas para que se sequen y poderlas desmoldar además de pesarlas, para este ensayo se seguirán la norma INV E – 736, es necesario un extractor hidráulico y un pie de rey como se muestra en la figura 12, una vez desmoldadas las briquetas se las mide 4 veces el diámetro y 4 veces el alto.

Figura 12

Extractor Hidráulico y Pie de rey.



Al finalizar las mediciones de todas las briquetas se hace un promedio de la altura y del diámetro de cada muestra ensayada. Se realiza el cálculo del volumen, densidad y Gbe (Gravedad Especifica Bulk), teniendo en cuenta el peso específico del agua que es 0.99707 (gr/cm³) aplicando las siguientes fórmulas:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h)$$

Donde:

V: Volumen de la briqueta

d: Diámetro de la briqueta

h: Altura de la briqueta

$$D = \frac{P}{V}$$

Donde:

D: Densidad de la briqueta

P: Peso de la briqueta

V: Volumen de la briqueta

$$Geb = \frac{D}{0.99707}$$

Donde:

Geb: Gravedad Especifica Bulk

D: Densidad de la briqueta

3.5.6 Ensayo Gravedad Especifica Máxima Teórica – RICE.

El ensayo según la norma INV E – 735, se realiza con la muestra suelta que se obtiene del ensayo de compactación Marshall; por cada contenido de asfalto se pesa de 1500gr a 2500gr de la mezcla asfáltica drenante. Para comenzar con el ensayo se necesita un recipiente con agua, franelas y cronómetro o reloj.

Proceso:

- Calibrar el picnómetro metálico como se muestra en la figura 13, llenándolo de agua destilada hasta el borde; una vez lleno se tapa el agua que se derrama se seca con precaución hasta que quede totalmente seco y se procede a pesar.
- Después de pesarlo verter el agua en otro recipiente hasta que quede a la mitad en el picnómetro.
- La muestra debe estar suelta, si es necesario se le calienta en el horno hasta que se pueda soltar manualmente, evitando que el agregado se fracture. proceder a pesar la muestra suelta.
- La muestra se coloca en el picnómetro para extraer el aire atrapado en las aberturas de la mezcla por medio de la máquina de vacíos durante 15 minutos.
- Cuando se haya extraído el aire atrapado se destapa el picnómetro y se llena de agua evitando las burbujas de aire.
- Se pesa el picnómetro más la muestra para hallar E y aplicar la siguiente fórmula para encontrar el Gem.

$$Gem = \frac{A}{A + D - E}$$

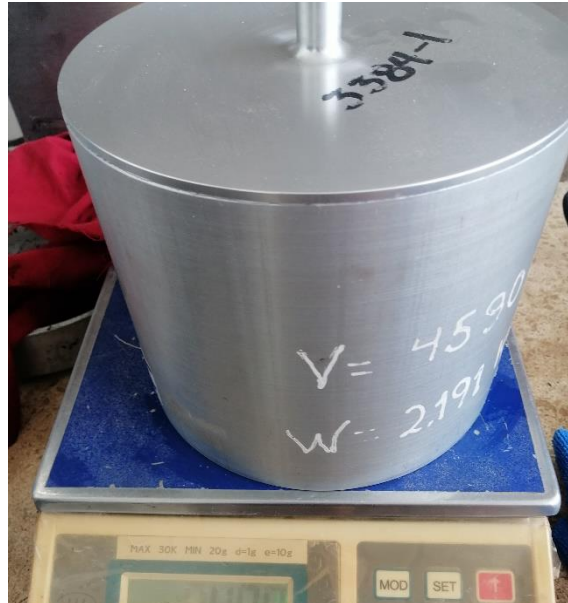
Donde:

Gem: Gravedad Especifica Máxima Teórica

- A: Peso de la muestra seca al aire
- D: Peso del picnómetro lleno de agua
- E: Peso del picnómetro lleno de agua más la muestra.

Figura 13

Picnómetro lleno hasta el tope de agua



3.5.7 Cálculo de Porcentaje de Vacíos.

Al haber realizado los ensayos de RICE y BULK se obtienen los resultados que se necesitan para el cálculo del porcentaje de vacíos que deben estar entre el 20% - 25% según las especificaciones en la norma INV E – 736 e INVIAS Art.453, para encontrar el porcentaje requerido se aplica la siguiente fórmula.

$$\%Vacios = \frac{Gem - Geb}{Gem} (100)$$

Donde:

% Vacíos: Porcentaje de vacíos de la briqueta

Gem: Gravedad Especifica Máxima Teórica

Geb: Gravedad especifica Bulk

3.6 METODOLOGÍA DEL OE. 3: EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO EL MÉTODO CÁNTABRO, DETERMINANDO LAS CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA SU USO.

3.6.1 Ensayo de Cántabro Seco.

Para realizar este ensayo se requiere que las briquetas cumplan con todos los ensayos anteriormente descritos, los implementos a utilizar son: escoba, recogedor, espátula, una báscula y la máquina de Abrasión los Ángeles.

Proceso:

- Revisar la máquina de abrasión para verificar que se encuentre limpia de impurezas que podrían afectar o influir en el ensayo.
- Se anotan los pesos de las briquetas que se utilizaron para este ensayo, 3 por cada contenido de asfalto.
- Cuidadosamente se coloca la briqueta dentro del cilindro y proceder encender la máquina a 300 revoluciones por minuto.
 - El ensayo se lo realiza sin las esferas.
 - Sacar la briqueta y se pesa para obtener el desgaste que obtuvo.
 - Para obtener el desgaste se aplica la siguiente fórmula:

$$D = \frac{P1 - P2}{P1}(100)$$

Donde:

Desgaste: Porcentaje que sufrió la briqueta

P₁: Peso de la briqueta antes del ensayo

P₂: Peso de la briqueta después del ensayo

- Al sacar el porcentaje de desgaste de cada briqueta se suma y se saca un promedio general de cada contenido de asfalto, sabiendo que el desgaste debe ser menor al 25% para que cumpla con los requerimientos que se necesitan.

3.6.2 Ensayo de Cántabro Húmedo.

Para el ensayo de Cántabro húmedo se coloca las briquetas a baño maría por un período de 24 horas a 60°C como se muestra en la figura 14. Al finalizar el tiempo las briquetas deben reposar 24 horas a temperatura ambiente, para luego ser pesadas y posteriormente seguir el proceso del ensayo de Cántabro seco.

Figura 14

Briquetas a Baño María



3.6.3 Ensayo de Estabilidad y Flujo.

Una vez realizado el ensayo de Cántabro se obtiene el porcentaje óptimo de asfalto que debe tener la mezcla asfáltica drenante con aditivo y sin aditivo. Generalmente este ensayo es aplicado a mezclas densas, pero se realizó por motivo de verificar el proyecto de investigación, para el ensayo se realizó 12 briquetas, con diferentes porcentajes de asfalto y adicionando aditivo.

Siguiendo la norma INV E – 748 para este ensayo se necesitan los siguientes implementos: guantes de látex, franela, termómetro y medidor de deformación (flujo).

Proceso:

- Se emplea una máquina de baño maría, que se llena con agua limpia, la temperatura del agua debe alcanzar los 60°C.
- Una vez alcanzada la temperatura se procede a colocar las briquetas con precaución.
- Las briquetas deben estar sumergidas en un período de 30 minutos, verificando constantemente la temperatura para que no varíe.
- Luego de 20 minutos transcurridos se efectúan las mordazas metálicas al horno un periodo de 10 minutos.
- Transcurrido ese tiempo se sacan las mordazas y se procede a colocar una briqueta en la parte inferior de la mordaza, la briqueta debe estar lo más centrada posible como muestra la figura 15.
- Colocar la parte superior de la mordaza y se lleva este conjunto a la prensa de compresión Marshall.
- Se ajusta el medidor de carga en cero y se coloca el medidor de flujo en la barra de guía registrando los datos que refleja.
- Se aplica una carga a una velocidad constante hasta llegar a la ruptura de la briqueta por ende a una carga máxima que está dada en Kilogramos.
- Se registran los datos obtenidos de la carga y la nueva lectura del medidor de flujo.

Figura 15

Ubicación de la Briqueta en la Mordaza



3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas drenantes.	Los ensayos del laboratorio ayudan a obtener las características físicas y mecánicas, con el propósito de encontrar una mezcla asfáltica drenante que cumpla con los requerimientos.	Parámetros de los ensayos del laboratorio para los agregados, según los requerimientos de las normas INVIAS.	Granulometría Gravedad Específica Abrasión Los Ángeles	Optimización del material pétreo a emplear Resistencia de los agregados.	%
Evolución de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas drenantes.	Son las propiedades físicas y mecánicas que afectan al desempeño de la mezcla asfáltica drenante y a la capacidad que el agua sea filtrada.	Ensayos de laboratorio a las briquetas de asfalto y adicionando aditivo adherente	Compactación Marshall Permeabilidad Ensayo de Cántabro Gravedad específica de la mezcla Ensayo Rice Estabilidad y Flujo	Porcentaje óptimo de asfalto Porcentaje óptimo de aditivo Porcentaje de vacíos Porcentaje de desgaste	%

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.1: ANALIZAR LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PÉTREOS ACORDE A LOS PROCEDIMIENTOS DESCRITOS EN LAS NORMAS.

4.1.1 Ensayo de Granulometría.

Se determinaron los ensayos de granulometría (ASTM C136) para cada material pétreo utilizado en la mezcla. Los resultados obtenidos de la piedra ³/₄, piedra ³/₈ y del cisco fueron ingresados en una hoja de cálculo, para poder obtener una curva granulométrica de la combinación de los tres materiales que estén dentro de los límites establecidos por la norma INVIAS (Tabla 453-4). Con los valores obtenidos, se realiza un análisis para determinar si los agregados cumplen con el tamaño óptimo. En la tabla 9 se encuentran los valores óptimos de los agregados que están dentro de los parámetros. Los resultados de cada granulometría se detallan en los Anexos de las páginas 96 - 98.

Tabla 9

Porcentaje que pasa de cada tamiz de los diferentes agregados.

% Pasante del tamiz No.													
AGREGADO	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.10	No.16	No.30	No.40	No.50	No. 100	No. 200
1 PIEDRA 3/4"	100	100	20,88	3,06	0,81	0,62	0,59	0,55	0,51	0,49	0,47	0,42	0,33
2 PIEDRA 3/8"	100	100	100	100	9,15	0,50	0,42	0,34	0,33	0,32	0,32	0,23	0,14
3 CISCO	100	100	100	100	98,87	86,07	83,16	66,52	50,27	38,64	30,49	20,48	13,72

4.1.2 Ensayo de gravedad específica agregado grueso

Los datos obtenidos de los agregados grueso de la piedra $3/4$ y $3/8$ como se detalla en las tablas 10, 11 y 12 respectivamente. Los resultados obtenidos de los ensayos se tabulan para determinar los parámetros:

- Gsb: Gravedad Específica neta del Agregado.
- Gsssb: Gravedad Específica Saturada Superficialmente seca Bulk.
- Gsa: Gravedad Específica Seca Aparente.
- % Abs. Porcentaje de Absorción.

Las ecuaciones para cada parámetro se encuentran detalladas en los Anexos de la página 100 - 102.

Tabla 10

Gravedad específica de la piedra $3/4$.

Descripción	Cantidad	Unidad
W a ensayar	5000	gr
W seco	4898	gr
W de canastilla sumergida	1056	gr
W superficialmente seco	5000	gr
W canast. sum+ material	4284	gr
Peso de la masa sumerg.	3228	gr
Gsb	2,76	gr/cm ³
Gsssb	2,82	gr/cm ³
Gsa	2,93	gr/cm ³
% Absorción	2,08	%

Tabla 11*Gravedad específica de la piedra 3/8.*

Descripción	Cantidad	Unidad
W a ensayar	5000	gr
W seco	4863	gr
W de canastilla sumergida	1071	gr
W superficialmente seco	5000	gr
W canast. sum + material	3890	gr
Peso de la masa sumerg.	2819	gr
Gsb	2,23	gr/cm ³
Gsssb	2,29	gr/cm ³
Gsa	2,38	gr/cm ³
% Absorción	2,82	%

Tabla 12*Gravedad específica del cisco grueso.*

Descripción	Cantidad	Unidad
W a ensayar	5000	gr
W seco	4807	gr
W de canastilla sumergida	1061	gr
W superficialmente seco	5000	gr
W canast. sum + material	4285	gr
Peso de la masa sumerg.	3224	gr
Gsb	2,71	gr/cm ³
Gsssb	2,82	gr/cm ³
Gsa	3,04	gr/cm ³
% Absorción	4,01	%

4.1.3 Ensayo de Gravedad Especifica Agregado Fino.

El material fino del pasante de la malla N°8 con un porcentaje 86.07%, el otro porcentaje de 13.93% es agregado grueso, la suma total de los porcentajes da un 100% de cisco, como se muestra en la tabla 13; se trabaja con el agregado fino el ensayo de gravedad específica donde se detallan los valores de la densidad relativa del agregado indicando el cálculo del volumen que ocupa en la mezcla y la absorción que ayuda a saber cuánta agua puede retener las partículas del agregado. Al final de los cálculos se suma las dos gravedades específicas del fino y del grueso,

se saca un promedio total. Las fórmulas y cálculos realizados se encuentran en los Anexos en la página 103.

Tabla 13

Porcentaje del agregado fino (cisco)

Gs AGREGADO CISCO PROMEDIO			
	%	GS	
CISCO GRUESO	13,93	2,23	0,31
CISCO FINO	86,07	2,68	2,31
	GS PROMEDIO		2,62

Al concluir el análisis de los ensayos de gravedad específica de cada agregado, se realiza el cálculo de la gravedad específica total de la combinación de los agregados ensayados, como se muestra en la tabla 14. Las fórmulas y cálculos realizados se encuentran en los Anexos en la página 104.

Tabla 14

Gravedad específica de la combinación de los agregados.

AGREGADO	%	Gsb
PIEDRA 3/4"	37,5	2,76
PIEDRA 3/8"	42	2,71
CISCO	20,5	2,62
TOTAL, DE LA MEZCLA	100	
Gsb		2,71

4.1.4 Ensayo de Abrasión los Ángeles.

Al tener los 5000gr pesados según los métodos de cada material se obtuvieron los siguientes datos: al finalizar el período de 15 minutos a 500 revoluciones de la piedra $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$ en la máquina de abrasión, se saca el agregado para ser tamizado por la malla $\frac{1}{2}$ pulg. Se pesa el material retenido de la malla y se obtiene un porcentaje de desgaste de la piedra $\frac{3}{4}$ de 8.96 y de la piedra $\frac{3}{8}$ un porcentaje de desgaste de 15.9 como se muestra en los Anexos de la página 105.

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.2: DISEÑAR UNA MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE USANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE CEMENTO ASFÁLTICO CON Y SIN ADITIVO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES.

4.2.1 Fórmula de Trabajo para el Diseño de Mezcla Asfáltica Drenante.

Al concluir con los ensayos de los agregados pétreos, se procede a calcular los valores correspondientes basados en la granulometría de los tres agregados, se procede a tabular los datos para encontrar los porcentajes de cada agregado como se muestra en la tabla 15; con estos porcentajes se halla la curva granulometría azul que se encuentra dentro de los parámetros de tolerancia de la normativa como se muestra en la figura 16.

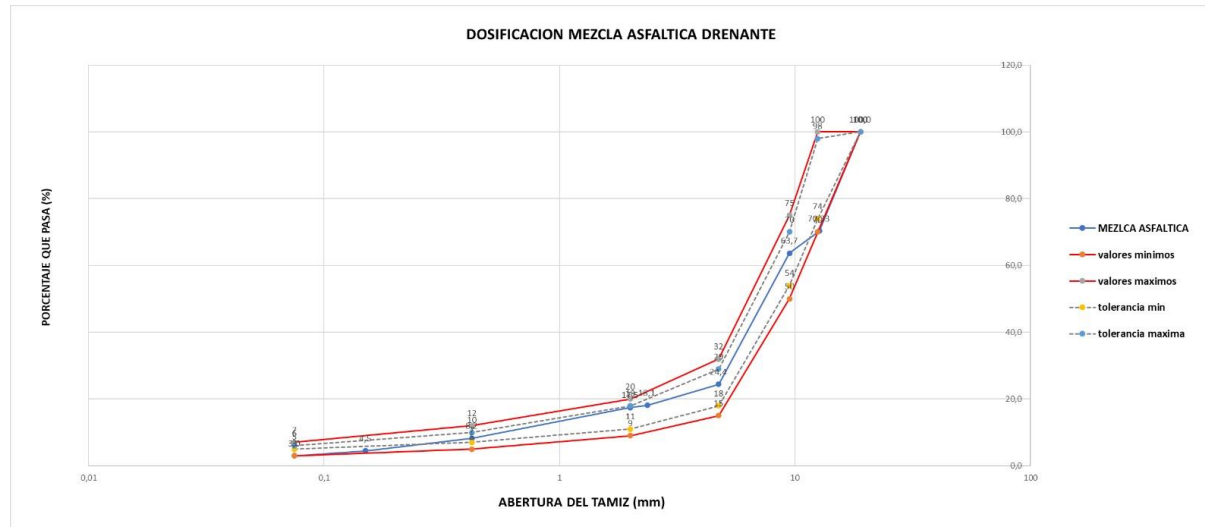
Tabla 15

Porcentajes óptimos de la mezcla

	% AGREGADOS		DOSIFICACIÓN													gr
1	37,5	37,5	37,5	7,83	1,15	0,3	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,18	0,16	0,13	600	
2	42,0	42	42	42	42	3,84	0,21	0,18	0,14	0,14	0,13	0,13	0,1	0,06	672	
3	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,27	17,64	17,05	13,64	10,3	7,92	6,25	4,2	2,81	328	
Mezcla	100,0	100,0	70,33	63,65	24,41	18,1	17,5	14,0	10,6	8,2	6,6	4,5	3,00			
Tolerancia		±4	±4	±4	±3		±3			±3			±1			
Limites		100	70	50	15		9			5			3			
Mezcla		100	100	75	32		20			12			7			
Mezcla		✓	✓	✓	✓		✓			✓			✓			

Figura 16

Curva Granulométrica



Para obtener un porcentaje de asfalto óptimo se deben realizar ensayos a cada briqueta, los cuales son evaluados individualmente por cada contenido de asfalto. De esta forma se determinan las propiedades de cada una, así mismo se añade aditivo al porcentaje de cemento asfáltico para mejorar las cualidades de las briquetas que son sometidas a los mismos ensayos. Con los resultados de ambos estudios se procede a comparar que cualidades han mejorado con el aditivo, con los ensayos que se realizaron se evalúa el porcentaje de vacíos, el tiempo que lleva en filtrar agua, el desgaste de la briqueta en temperatura ambiente y en altas temperaturas.

4.2.2 Ensayo de Permeabilidad

Al haber realizado el ensayo a cada briqueta por cada contenido de asfalto y a las briquetas que se agregaron aditivos da como resultado diferente tiempo de filtración del agua, recordando que se obtiene un solo tiempo por contenido de asfalto y por cada briqueta que se le adicionó aditivo obteniendo los tiempos como se muestra en la tabla 16. Los cálculos correspondientes se encuentran detallados en los Anexos páginas 118 - 119.

Tabla 16

Resultados promedios del ensayo de permeabilidad.

% ASFALTO	CON ASFALTO	ASFALTO + ADITIVO	UNIDAD
3,0%	9,21	11,72	seg.
3,5%	10,96	10,49	seg.
4,0%	10,64	12,09	seg.
4,5%	10,53	10,26	seg.

4.2.3 Calculo del Porcentaje de Vacíos de las Briquetas

Con los resultados del ensayo de Gravedad Específica Bulk y el ensayo de Gravedad Específica Máxima Teórica (RICE) como se muestra en la tabla 17, 18 y tabla 19, se obtiene el porcentaje de vacíos de cada briqueta. De la misma manera se procede a sacar un promedio por cada contenido de cemento asfáltico con y sin aditivo como se observa en la tabla 20. Los cálculos correspondientes se encuentran detallado en los Anexos en las páginas 106 – 117.

Tabla 17

Ensayo De Gravedad Especifica Bulk.

# DE BRIQUETA	% ASFALTO	Geb	% ASFALTO	Geb
1		2,036		2,156
2		2,116		2,146
3	3,0%	2,196	3,5%	2,176
4		2,156		2,156
5		2,066		2,166
6		2,186		2,166
	% asfalto	Geb	% asfalto	Geb
1		2,136		2,156
2		2,146		2,156
3	4,0%	2,106	4,5%	2,146
4		2,106		2,196
5		2,126		2,227
6		2,126		2,186

Tabla 18*Ensayo De Gravedad Especifica Bulk.*

# DE BRIQUETA	% ASFALTO + ADITIVO	Geb	% ASFALTO + ADITIVO	Geb
1		2,096		2,126
2		2,116		2,106
3	3,00%	2,106	3,50%	2,126
4		2,126		2,126
5		2,076		2,096
6		2,106		2,106
	% asfalto	Geb	% asfalto	Geb
1		2,096		2,116
2		2,086		2,227
3	4,00%	2,076	4,50%	2,146
4		2,096		2,196
5		2,096		2,186
6		2,126		2,136

Tabla 19*Ensayo De Gravedad Especifica Máxima Teórica*

% ASFALTO	Gem	% ASFALTO +ADITIVO	Gem
3,00%	2,743	3,00%	2,662
3,50%	2,723	3,50%	2,669
4,00%	2,656	4,00%	2,625
4,50%	2,435	4,50%	2,663

Tabla 20*Porcentaje De Vacíos.*

% ASFALTO	% DE VACIOS	% ASFALTO +ADITIVO	% DE VACIOS
3,00%	22,49	3,00%	20,95
3,50%	20,64	3,50%	20,78
4,00%	20,02	4,00%	20,15
4,50%	10,56	4,50%	18,59

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E.3: EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO EL MÉTODO CÁNTABRO, DETERMINANDO LAS CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA SU USO.

4.3.1 Ensayo de Cántabro Seco.

Se realizó el ensayo para cada contenido de asfalto con 3 briquetas siendo ubicadas individualmente en el cilindro, se procede a sacar la briketa para ser pesada y luego hacer un promedio de cada contenido de asfalto como se muestra en la tabla 21 para las briquetas con aditivo y sin aditivo. Los cálculos correspondientes se encuentran detallado en los Anexos en las páginas 120 – 121.

Tabla 21

Porcentajes de desgaste para cada Contenido de Asfalto.

CONTENIDO DE ASFALTO (%)	DESGASTE (%)	
	ASFALTO	ASFALTO+ADITIVO
3	30,32	23,9
3,5	15,5	8,43
4	8,86	5,55
4,5	6,41	3,8

4.3.2 Ensayo de Cántabro Húmedo.

Después de sacar las muestras del baño maría y haberlas dejado reposar las 24 horas según lo establecido, se las pesa para poder ubicar en el cilindro individualmente a cada briketa por cada contenido de asfalto con aditivo y sin aditivo. Los resultados correspondientes se promedian y se obtiene un solo valor de desgaste por contenido de asfalto como se muestra en la tabla 22. La ecuación y los cálculos se muestran detallados en los Anexos páginas 122 - 123.

Tabla 22

Porcentajes de desgaste para cada Contenido de Asfalto.

CONTENIDO DE ASFALTO (%)	DESGASTE (%)	
	ASFALTO	ASFALTO+ADITIVO
3	50,11	25,52
3,5	29,97	16,73
4	24,98	13,22
4,5	25,81	11,34

4.3.2 Ensayo de Estabilidad y Flujo.

Haber realizado este ensayo con 4 diferentes porcentajes de asfalto los cuales están dentro de los parámetros que indica la norma, el 3%, 3.5% con aditivo y 3.5% ,4% sin aditivo, para ver cómo se comporta una mezcla asfáltica drenante en la resistencia y deformación, aunque este ensayo no es necesario ya que el asfalto óptimo se obtiene del método de Cántabro. Los resultados de este ensayo se detallan en la siguiente tabla 23 para cada contenido de asfalto. Los datos usados y gráficas son detalladas en los Anexos página 124.

Tabla 23

Estabilidad y Flujo de las briquetas con aditivo y sin aditivo.

PORCENTAJE DE ASFALTO + ADITIVO		
% ASFALTO	FLUJO	ESTABILIDAD
3	4,42	1745,26
3,5	3,62	1617,37
PORCENTAJE DE ASFALTO		
% ASFALTO	FLUJO	ESTABILIDAD
3,5	4,45	1981,19
4	5,8	1676,53

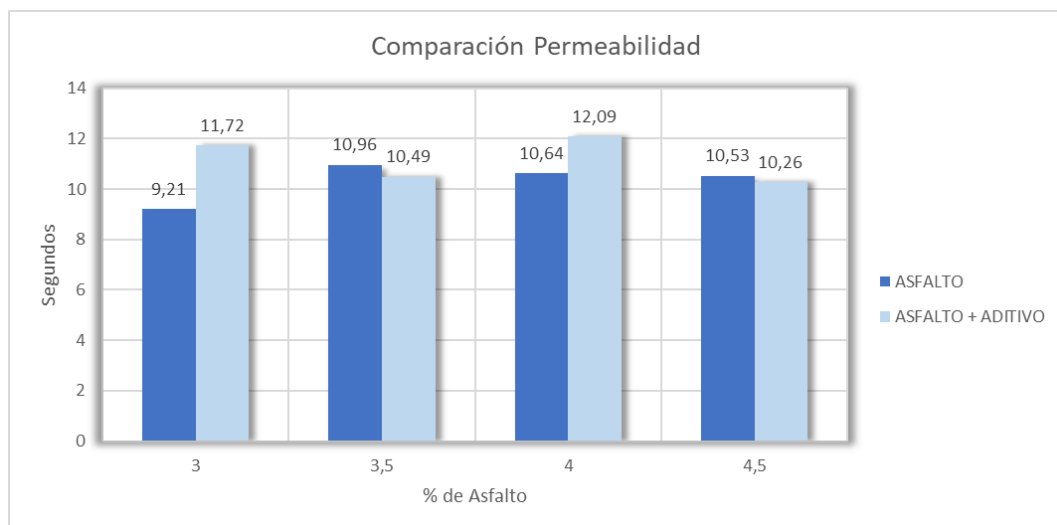
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al terminar los ensayos del método Cántabro como se muestran en las figuras 17-20, se detallan los resultados para una mezcla asfáltica drenante con aditivo y sin aditivo. También se observa cómo varían los resultados con cada porcentaje de asfalto donde se sometió a las briquetas a diferentes pruebas. Todo con un porcentaje óptimo de asfalto de 3.5%.

En la figura 17 del ensayo de permeabilidad, las briquetas con asfalto presentan menor tiempo de filtración del agua a diferencia de las que se les adicionó aditivo adherente, aunque en 3.5 % y 4.5% presentan tiempos casi similares, pero ninguna de las briquetas ensayadas se pasó del tiempo máximo de los 15 segundos.

Figura 17

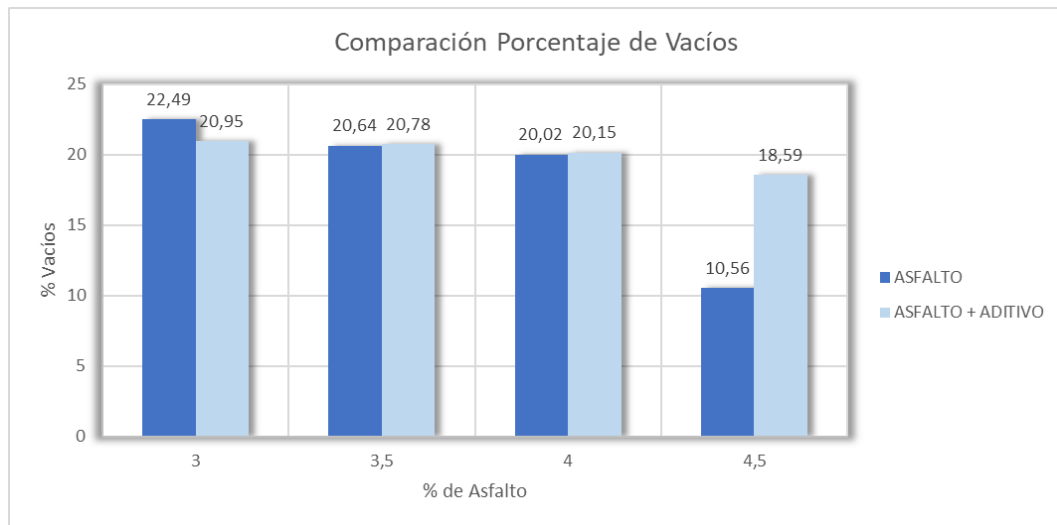
Gráfica comparativa de permeabilidad.



Al tabular los resultados de los ensayos para el cálculo de porcentaje de vacíos se dan los porcentajes como se muestra en la figura 18; se puede analizar que las briquetas del 3% con aditivo y sin aditivo cumplen con las especificaciones de la norma que deben estar entre el 20% - 25%, así mismo las briquetas de 3,5% y 4% están dentro lo permitido, pero la del 4% de asfalto no cumplió con la normativa en ninguna de las muestras.

Figura 18

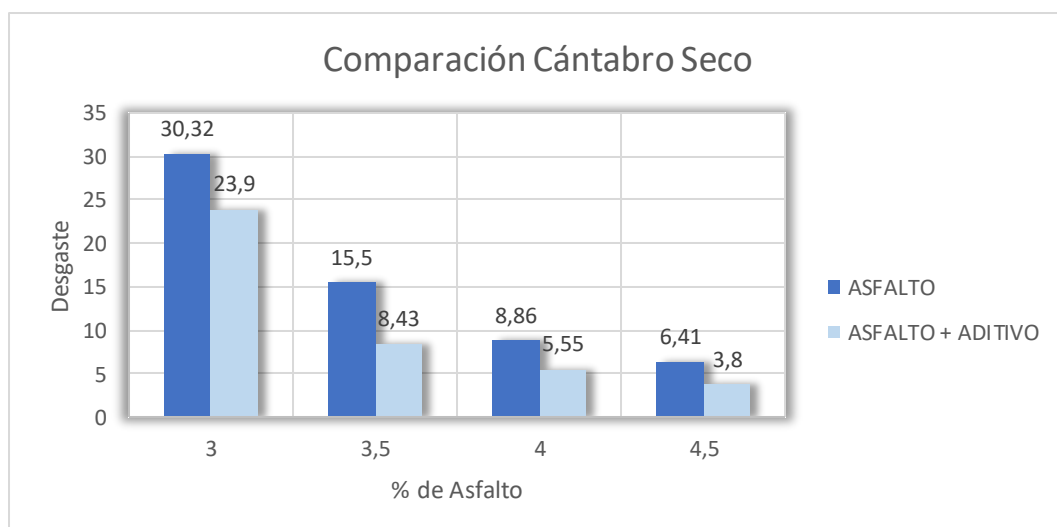
Gráfica Comparativa del Porcentajes de Vacíos.



Al ingresar los resultados del ensayo Cántabro Seco como se muestra en la figura 19, se observa que las briquetas con mayor desgaste son las de 3% sin aditivo y no cumple con lo establecido en la norma que es el 25% máximo de desgaste, al adicionar aditivo adherente al 3% del contenido de asfalto, muestra una disminución del desgaste. Las demás briquetas ensayadas cumplen con la normativa.

Figura 19

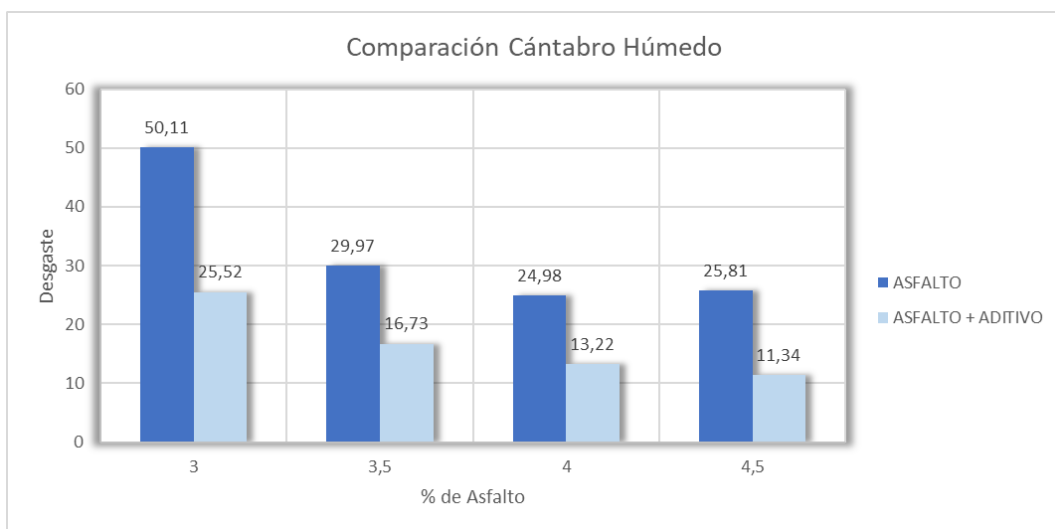
Gráfica Comparativa del Cántabro Seco.



El desgaste en el ensayo de Cántabro Húmedo según la norma no debe ser mayor al 40%, como se muestra en la figura 20, las briquetas ensayadas con asfalto, las del 3% no cumplieron con las especificaciones reflejando un resultado del 50,11%. Las briquetas que se les adicionó el aditivo disminuyeron el porcentaje de desgaste aproximadamente a la mitad de los valores obtenidos en las briquetas con asfalto, como se observa con la muestra del 3% cuyo valor con la adición del aditivo fue del 50.11% al 25.52% del desgaste.

Figura 20

Gráfica Comparativa del Cántabro Húmedo



Una vez analizados todos los datos de los ensayos y haber realizado las comparaciones de las propiedades físicas y mecánicas, se pudo obtener el asfalto que satisface las especificaciones en las normas para las briquetas con aditivo y sin aditivo dando un porcentaje de 3.5% que se encuentra dentro de los parámetros ensayados, como se muestra los resultados en las siguientes figuras para cada ensayo.

Figura 21

Porcentaje de Vacíos Vs %Asfalto

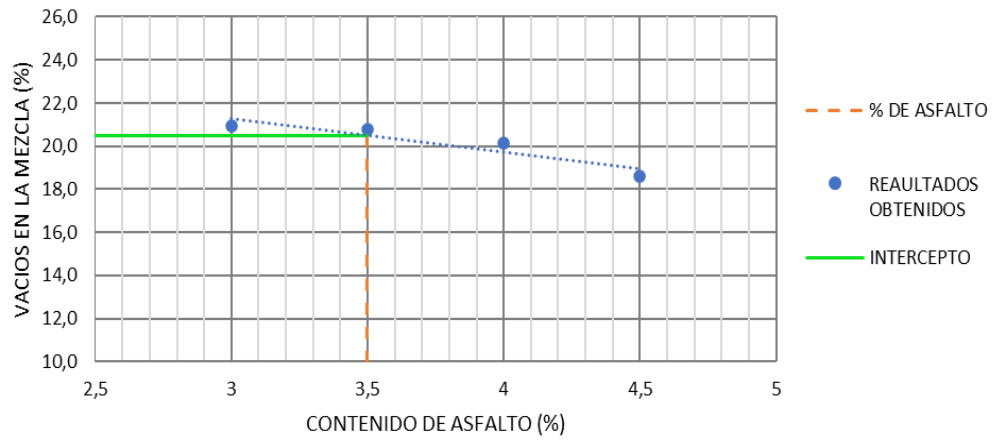


Figura 22

Porcentaje de Vacíos Vs %Asfalto con Aditivo

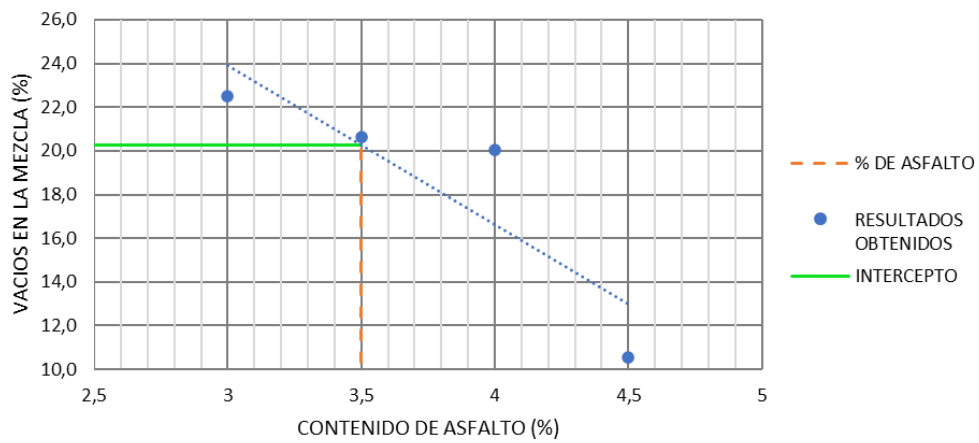


Figura 23

Permeabilidad Vs %Asfalto

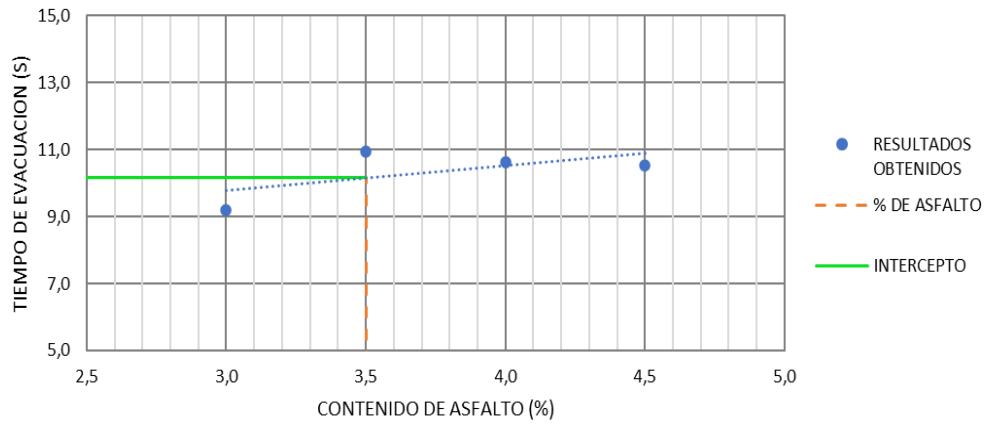


Figura 24

Permeabilidad Vs %Asfalto con Aditivo

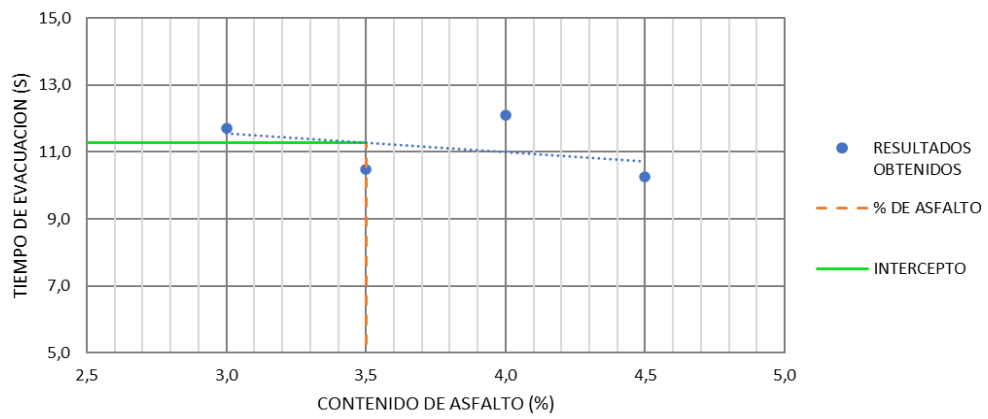


Figura 25

Cántabro Seco Vs %Asfalto

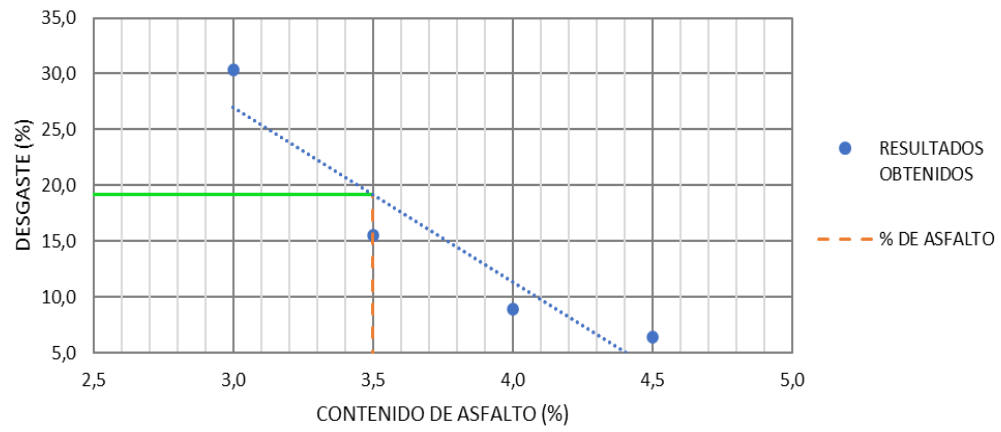


Figura 26

Cántabro Seco Vs %Asfalto con Aditivo

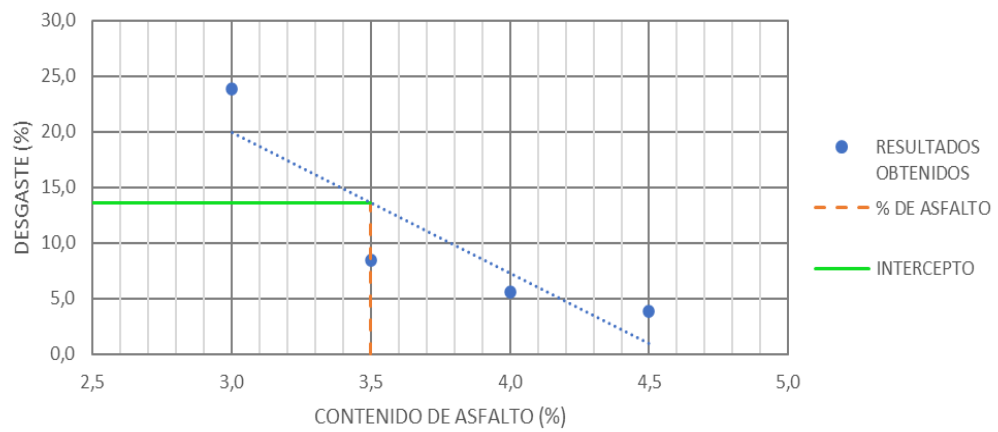


Figura 27

Cántabro Húmedo Vs %Asfalto

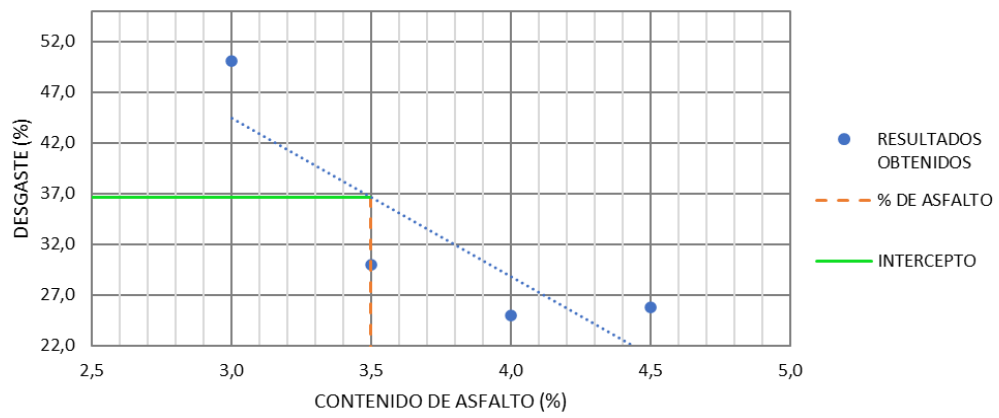
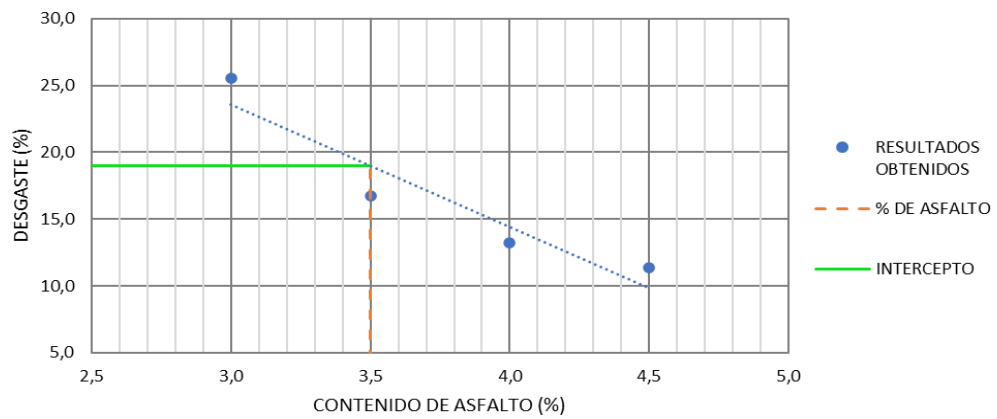


Figura 28

Cántabro Húmedo Vs %Asfalto con Aditivo



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se utilizó la normativa INVIAS ya que en el Ecuador no existe especificaciones como base para pavimentos drenantes.

- Los ensayos efectuados en los agregados pétreos cumplieron con la normativa, la caracterización, “granulometría, abrasión, gravedad específica” es parte principal para utilizar como base en la mezcla, teniendo en cuenta para la granulometría un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ pulg.
- Se elaboraron 2 diseños de mezclas drenantes una sin aditivo “24 briquetas” y con aditivo “24 briquetas”, con ambos diseños se utilizaron granulometría con 37.5% de piedra $\frac{3}{4}$ pulg, 42% de piedra $\frac{3}{8}$ pulg y 20.5% de cisco y se variaron los contenidos de asfalto de 3%, 3.5%, 4% y 4.5%.
- En la evaluación de la permeabilidad de la mezcla efectuada se verifica que en las mezclas donde se adicionó aditivo disminuyó el porcentaje de vacíos lo que impedía que se filtre el agua a comparación de las que no tenían aditivo.
- Al someter las briquetas a los ensayos de Cántabro se observa que las briquetas con mayor porcentaje de asfalto tuvieron un desprendimiento mínimo de 6.41% solo con asfalto, al adicionarle aditivo bajo al 3.8% para el porcentaje de 4.5% de asfalto en Cántabro seco y en Cántabro húmedo el desgaste fue de 25.81% solo con asfalto, al adicionarle aditivo disminuyó a 11.34%, podemos observar que al adicionarle el aditivo adherente a cada porcentaje de asfalto hubo un cambio significativo en el desgaste de las briquetas. Por lo tanto, la adición de un aditivo adherente si influye en la muestra lo que ayuda a las propiedades ligantes que contiene el asfalto.

- De los porcentajes de asfaltos evaluados se obtuvo un asfalto óptimo de 3.5% que permite cumplir las especificaciones tanto para el ensayo cántabro seco y cántabro húmedo

5.2 RECOMENDACIONES

Para elaborar mezclas drenantes es necesario manejar cuidadosamente la granulometría de los agregados pétreos, que se vayan a utilizar en la mezcla, ya que no todo agregado cumple especificaciones. Se tiene que ajustar a los tamaños requeridos de acuerdo con la normativa, siendo importante que cumpla ya que cualquier cambio en la granulometría puede afectar las condiciones de drenaje y durabilidad de la mezcla.

Es recomendable usar aditivo porque este permite mejores propiedades en la mezcla, así se disminuye el porcentaje de asfalto sin afectar su durabilidad. Es conveniente que la dosificación del aditivo se deba al peso del cemento asfáltico que se vaya a utilizar para la mezcla.

Se aconseja que la temperatura del agregado pétreo y el material bituminoso se realice a una temperatura de 150°C, para que ayude a tener una mezcla homogénea y que el proceso de compactación sea efectivo.

Este tipo de mezclas pueden ser empleadas también como capa separadora en rehabilitaciones de pavimentos rígidos con sobrecapas no adheridas.

Las mezclas drenantes pueden además ser utilizadas como subdrenajes en vías debido a su permeabilidad y porosidad.

De todos los métodos existentes para el diseño de mezclas asfálticas drenantes, se recomienda emplear el Método de Cántabro, por su simpleza y porque es la que mayor aceptación mundial tiene con respecto a otros métodos según la bibliografía consultada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuhajar Vera Jamil. (2010). *DISEÑO Y COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DRENANTES*.
- Aldo Alvarez Risco. (2020). Antecedentes de Investigación. *Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas Carrera de Negocios Internacionales*.
- Amagua Sangoquiza Julio. (2021). *Diseño de un pavimento asfáltico drenante basado en un material de protección ambiental de dióxido de titanio (TiO₂), aplicado en el corredor vial de alto tráfico, Sector El Trébol, Cantón Quito*.
- ANA SOFÍA FIGUEROA INFANTE. (2015). *Investigación sobre el efecto del agua en el asfalto y su impacto en la mezcla asfáltica*.
- Arellano Loayza, Lady Laura, Caceres Candia, & Claudia Stephanie. (2018). *Importancia de la evaluación a las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente a más de 3000 msnm para el proyecto carretera desvío Imperial-Pampas*.
- Arias-Gómez, J., Ángel Villasís-Keever, M., & Guadalupe Miranda-Novales, M. (2016). Metodología de la investigación. *Revista Alergia Mexico*.
www.nietoeditores.com.mx
- Br. Sánchez Gamboa, M. J. (2019). *Análisis de las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019*.
- Carol López Moreno. (2013). *Comportamiento mecánico de mezclas asfáltica drenante*.
- Carol Patricia López Moreno. (2013). *Comportamiento mecánico de mezclas asfáltica drenante*.
- Carolina Alarcón Vargas, H. M. A. S. F. E. A. V. D., & Alberto Giraldo Posada, M. de los Á. O. P. (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022*.
- Carvajal Mora Jorge Eduardo, & Chicaiza Fuentes Juan Patricio. (2016). *DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POROSA PARA ZONAS DE BAJAS TEMPERATURAS, APLICADA A MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL*.
- Esquerre Garcia Michell Mauricio, & Silva Silva Hector Williams. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de*

- lluvias en zonas urbanas del norte del Perú* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625617>
- Fundación iS+D. (2022). *Qué es y para qué sirve el Muestreo Estadístico / Fundación iS+D.* <https://isdfundacion.org/2018/10/10/que-es-y-para-que-sirve-el-muestreo-estadistico/>
- Gabriela Muñoz Rojas, & Consuelo Ruiz Rodrigo. (2000). *METODOLOGIA DE DISEÑO Y COLOCACION DE MEZCLAS DRENANTES.*
- Gavilanes Falconi Amira, & Maldonado Rodríguez Sebastián. (2023). *EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS INCLUYENDO POLIETILENO TEREFALATO COMO POLÍMERO EN EL CONCRETO ASFÁLTICO.*
- Gonzalo José Salamanca Arce. (2007). *Influencia de la contaminación salina en el envejecimiento prematuro de mezclas y tratamientos asfálticos.*
- Ing. Rolando Vila Romaní, Ph. D., & Ing. Gustavo Patricio García Caputi. (2014). *Pruebas adicionales a las mezclas asfálticas en el ecuador.*
- Ing. Silene Minaya Gonzalez. (2001). *MANUAL DE LABORATORIO ENSAYOS PARA PAVIMENTOS VOLUMEN I.*
- Jessica Meneses Roa, & Diego Páez Bocanegra. (2017). *MEZCLA ASFÁLTICA PERMEABLE COMO PARTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO A PARTIR DEL USO Y MODIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DRENANTE APLICADO A VÍAS RURALES.*
- Jhonn Sosa Farinango, & Rene Benavides Cadena. (2022). *ANÁLISIS DE CASOS BIBLIOGRÁFICOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS TIBIAS CON ADITIVOS QUÍMICOS: QUIMIBOND, ZYCOTHERM, REDISSET, HUSIL, EVOTHERM EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARPETAS DE RODADURA EN CUATRO PAÍSES LATINOAMERICANOS.*
- JUAN CARLOS AIMACAÑA IZA. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS A BASE DE POLÍMEROS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES TRADICIONALES.*
- Karen Dayanna Pinto Moreno, & Ana María Ramos Méndez. (2019). *COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DRENANTES CON AGREGADOS DEL RÍO CHICAMOCHA.*

- Lenin Sapillado Apaza. (2017). *Ensayo de Abrasión de los Ángeles*.
- LINARES FLORES LESSER, MORAN PUENTE REBECA, & PEÑATE MAGAÑA RAÚL. (2010). *DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SEMICALIENTE DRENANTE EN EL SALVADOR*.
- LINARES FLORES LESSER, MORAN PUENTE REBECA, & PEÑATE MAGAÑA, R. (2010). *DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SEMICALIENTE DRENANTE EN EL SALVADOR*. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- Logroño Pico Angelo Raul, Bravo Tapia Holger Alejandro, Byron Alain Zambrano Medranda, & Ortiz Hernández Eduardo Humberto. (2020). *Análisis de Mezcla Asfáltica Drenante como alternativa de Diseño para vía alterna dentro de los predios de la Universidad Técnica De Manabí*.
- López Luis Pedro. (2004). *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- LUIS FERNANDO SAMAME ORTIZ. (2022). *DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTOS DRENANTE Y CONVENCIONALES CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL DISTRITO DE PÍTIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020*.
- MACÍAS ÁVILA CARLOS ANDRÉS, & RUIZ MUÑOZ MARÍA CECILIA. (2018). *PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICA DRENANTE CONFORME A LA METODOLOGÍA MARSHALL Y CÁNTABRO*.
- Marvin Ayala Loza, & Yvi Juárez Alarcón. (2010). *DISEÑO DE MEZCLA DRENANTE CON ASFALTO MODIFICADO DISPONIBLE EN EL SALVADOR*.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS (MTO). (2014). *Asistencia Técnica al Programa de Infraestructura y Conservación Vial (EC-L1065)*.
- Morales Muñoz Byron Omar Msc. (2016). *DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POROSA PARA ZONAS DE BAJAS TEMPERATURAS, APLICADA A MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL*.

- Nicolás Rodríguez Romero, & Jenny Paola Romano Sanabria. (2019). *ESTUDIO DE MEZCLAS POROSAS MODIFICADAS CON FIBRA Y CAL HIDRATADA MEDIANTE ANÁLISIS ESTADÍSTICO BASADO EN EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DOE)*.
- Ochoa Pinto Giovany. (2019). *EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA CON CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CON ACEITE DE MOTOR USADO*.
- Omar Morales Muñoz. (2021). *Determinación De Espectros Termicos Y Condiciones de Humedad en Mezclas Asfalticas Abiertas y Cerradas, Mediante Sensores y Control Operativo con Software de Asistencia Remota*.
- Panduro Saboya Segundo, & Sinti Ríos Rafael. (2021). *PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE PARA EL CONTROL DEL DRENAJE PLUVIAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN*.
- Parreño Lorena, Salvador Jean, Sánchez Patricia, Cañizares Luis, Collahuazo Marcelo, Garzón Viviana, Flores Stalyn, Rivas Carlos, Pepinós Nikole, & Osorio Freddy. (2022). Censo 2022 Reporte Técnico. INEC. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Pugliesi, A., Mezzelani, G., Flores, B., Weller, M., & Muzzilini, J. (2020). *ADITIVOS MODIFICADORES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, PRIMERAS EXPERIENCIAS EN ARGENTINA*.
- Richard Julio Romero Gente. (2022). *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para el diseño balanceado de mezclas porosas con optimización de la capacidad infiltración, Huancayo 2022*.
- Rondón Quintana Hugo, Moreno Anselmi Luís, Rodríguez Urrego, & Jennifer Lee. (2009). *EXPERIENCIA SOBRE EL ESTUDIO DE MATERIALES ALTERNATIVOS PARA MODIFICAR ASFALTOS*.
- Sequeira Rojas Wendy, & Cervantes Calvo Víctor. (2014). *CONSISTENCIA DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA SEGÚN LA METODOLOGÍA MARSHALL*.
- Sharline Pamela López Ramírez. (2014). *Caracterización de asfaltos colombianos sometidos a procesos de envejecimiento en RTFOT y UV entre las 100 y 200 horas*.

- Siniestros de tránsito trimestral* /. (2024). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/siniestros-transito-trimestral/>
- Soluciones - OPTIMASOIL*. (2020). <https://www.optimasoil.com/soluciones/>
- TATIANA JACQUELINE CORRALES CHILQUINGA. (2015). *PROPUESTA DE MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ABIERTAS EN CALIENTE COMO CAPA DE ALIVIO*.
- Vanessa Senior Arrieta. (2013). *DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DRENANTES TIBIAS, A PARTIR DE LA MEZCLA DE CEMENTO ASFÁLTICO AC 60-70 CON LICOMONT BS-100 PARA DIFERENTES NIVELES DE PRECIPITACIÓN*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1689.8005>
- VÍCTOR ANDREE VALLETTE CERDA. (2009). *OPTIMIZACIÓN DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE MEDIANTE ADICIÓN DE MATERIALES DE DESECHO COMO CAUCHO Y POLIESTIRENO EXPANDIDO*.
- Villa Chaman, V. M. (2023). *Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas: aplicación: colegio FAP Manuel Polo Jiménez*.
- Weimar García Melo. (2013). *ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL ASFALTO ENVEJECIDO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO PRODUCIDA EN CALIENTE*.
- Yee Wan Yungas Vargas. (2013). *CARACTERIZACIÓN, DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE EN CALIENTE MODIFICADA CON GRANO DE LLANTA TRITURADO Y FIBRA KALTEX*.
- Zydex. (2015).

ANEXOS

ANEXOS I

ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE AGREGADOS PÉTREOS Y MEZCLAS ASFÁLTICAS DRENANTES



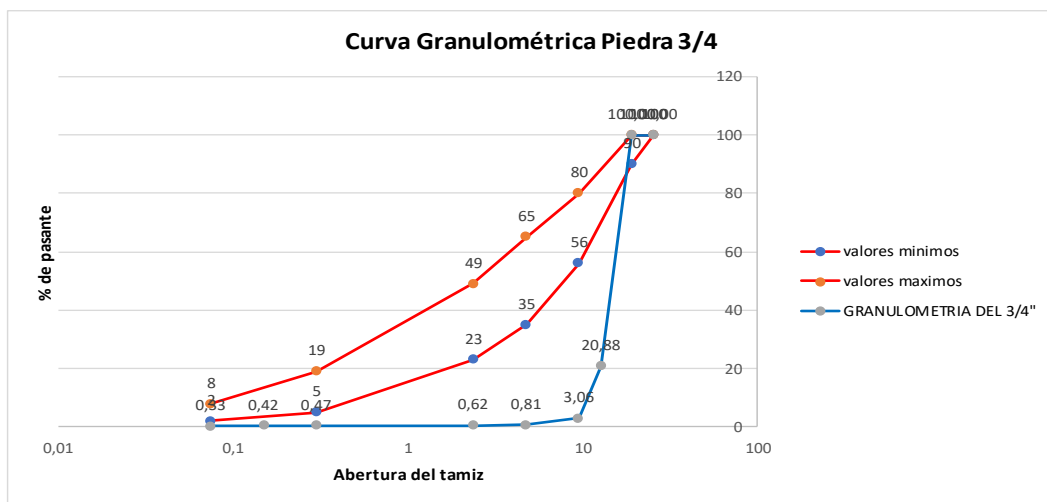
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
Agregado Gueso "Piedra 3/4"**

TAMIZ	W PARCIAL	% RETENIDO	% QUEPASA	% RET. ACUM.
1"	0	0	100	0
3/4"	0	0	100	0
1/2"	5537	79,12	20,88	79,12
3/8"	1247	17,82	3,06	96,94
No 4	158	2,26	0,81	99,19
No 8	13,28	0,19	0,62	99,38
No 10	1,66	0,02	0,59	99,41
No 16	3,17	0,05	0,55	99,45
No 30	2,46	0,04	0,51	99,49
No 40	1,47	0,02	0,49	99,51
No 50	1,37	0,02	0,47	99,53
No 100	3,89	0,06	0,42	99,58
No 200	5,8	0,08	0,33	99,67
FONDO	23,35	0,33	0,00	100,00
TOTAL	6998,45	100		





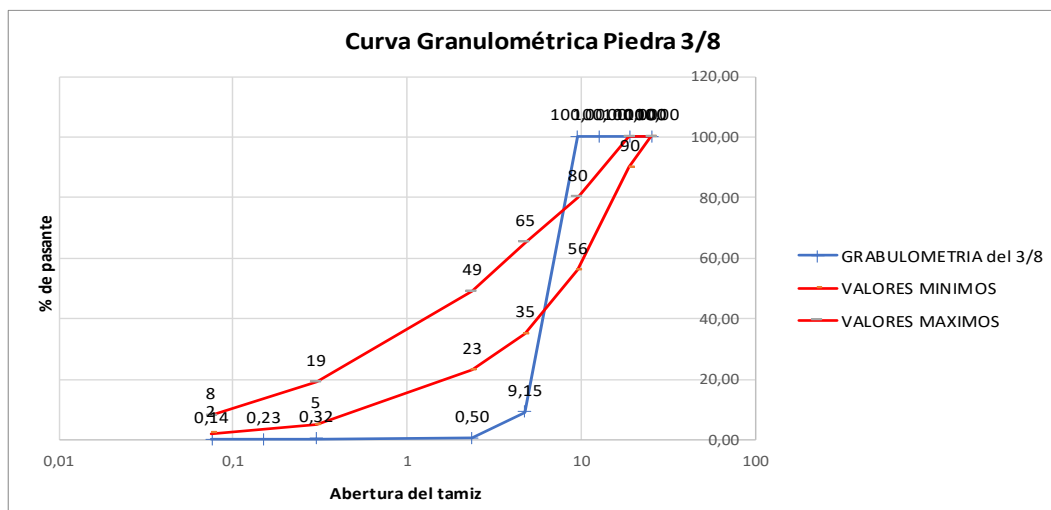
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
Agregado Gueso "Piedra 3/8"**

TAMIZ	W PARCIAL	% RETENIDO	% QUEPASA	% RET. ACUM.
1"	0	0	100	0
3/4"	0	0	100	0
1/2"	0	0,00	100,00	0,00
3/8"	0	0,00	100,00	0,00
No 4	6358	90,85	9,15	90,85
No 8	605,34	8,65	0,50	99,50
No 10	5,43	0,08	0,42	99,58
No 16	5,39	0,08	0,34	99,66
No 30	1,02	0,01	0,33	99,67
No 40	0,41	0,01	0,32	99,68
No 50	0,41	0,01	0,32	99,68
No 100	5,89	0,08	0,23	99,77
No 200	6,58	0,09	0,14	99,86
FONDO	9,58	0,14	0,00	100,00
TOTAL	6998,05	100		



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



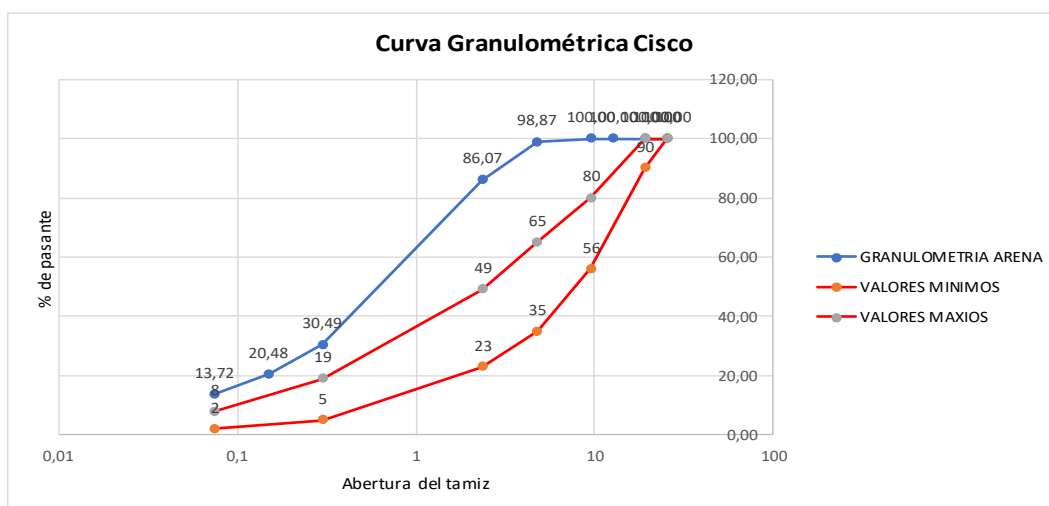
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
Agregado Fino Cisco

TAMIZ	W PARCIAL	% RETENIDO	% QUEPASA	% RET. ACUM.
1"	0	0	100	0
3/4"	0	0	100	0
1/2"	0	0,00	100,00	0,00
3/8"	0	0,00	100,00	0,00
No 4	22,5	1,13	98,87	1,13
No 8	255,8	12,80	86,07	13,93
No 10	58,3	2,92	83,16	16,84
No 16	332,4	16,63	66,52	33,48
No 30	324,8	16,25	50,27	49,73
No 40	232,4	11,63	38,64	61,36
No 50	162,8	8,15	30,49	69,51
No 100	200,1	10,01	20,48	79,52
No 200	135,1	6,76	13,72	86,28
FONDO	274,1	13,72	0,00	100,00
TOTAL	1998,3	100		



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



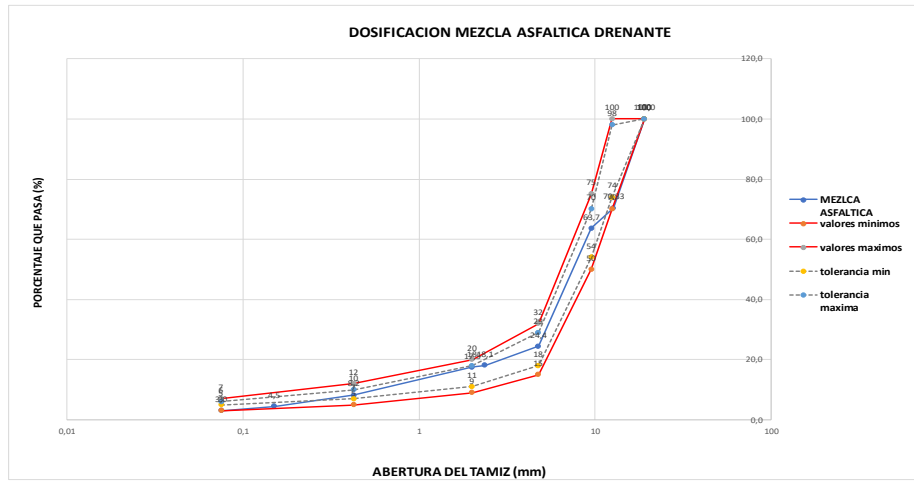
TEMA:	"DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO"
TUTOR:	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS:	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
Dosificación de los Agregados Para Mezclas Asfálticas Drenante

AGREGADOS	% PASANTES														
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.10	No.16	No.30	No.40	No.50	No.100	No.200		
1 PIEDRA 3/4"	100	100	20,88	3,06	0,81	0,62	0,59	0,55	0,51	0,49	0,47	0,42	0,33		
2 PIEDRA 3/8"	100	100	100	100	9,15	0,50	0,42	0,34	0,33	0,32	0,32	0,23	0,14		
3 CISCO	100	100	100	100	98,87	86,07	83,16	66,52	50,27	38,64	30,49	20,48	13,72		

% AGREGADOS	DOSIFICACIÓN															RF
1 37,5	37,5	37,5	7,83	1,15	0,3	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,18	0,16	0,13	0,06	0,06	600,00
2 42,0	42	42	42	42	3,84	0,21	0,18	0,14	0,14	0,13	0,13	0,1	0,06	0,06	672,00	
3 20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,27	17,64	17,05	13,64	10,3	7,92	6,25	4,2	2,81	2,81	328,00	

Mezcla	100,0	100,0	70,33	63,65	24,41	18,1	17,5	14,0	10,6	8,2	6,6	4,5	3,00
Tolerancia	±4	±4	±4	±4	±3		±3			±3			±1
Límites	100	70	50	15	9		5			5			3
	100	100	75	32	20		12			12			7
Mezcla	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓			✓



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Lainez	Revisado por: ING. Daniel Campo Verde Campo Verde
--	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
Agregado Gueso "Piedra 3/4"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
W a ensayar	5000	gr
W seco	4898	gr
W de canastilla sumergida	1056	gr
W superficialmente seco	5000	gr
W canast. sum + material	4284	gr
Peso de la masa sumerg.	3228	gr
A	4898	gr
B	5000	gr
C	3228	gr

Gsb= Gravedad Específica Neta del Agregado.
 Gssb= Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca (S.S.S. Bulk).
 Gsa= Gravedad Específica Seca Aparente.
 % Abs= Porcentaje de Absorción.
 A= Peso en Aire del Agregado Secado al Horno.
 B= Peso en Aire Agregado S.S.S.

ECUACIONES	RESULTADOS	
$Gsb = \frac{A}{B - C}$	2,76	gr/cm ³
$Gssb = \frac{B}{B - C}$	2,82	gr/cm ³
$Gsa = \frac{A}{A - C}$	2,93	gr/cm ³
$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	2,08	%

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
Agregado Gueso "Piedra 3/8"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
W a ensayar	5000	gr
W seco	4807	gr
W de canastilla sumergida	1061	gr
W superficialmente seco	5000	gr
W canast. sum + material	4285	gr
Peso de la masa sumerg.	3224	gr
A	4807	gr
B	5000	gr
C	3224	gr

Gsb= Gravedad Específica Neta del Agregado.
 Gssb= Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca (S.S.S. Bulk).
 Gsa= Gravedad Específica Seca Aparente.
 % Abs= Porcentaje de Absorción.
 A= Peso en Aire del Agregado Secado al Horno.
 B= Peso en Aire Agregado S.S.S.

ECUACIONES	RESULTADOS	
$Gsb = \frac{A}{B - C}$	2,71	gr/cm ³
$Gssb = \frac{B}{B - C}$	2,82	gr/cm ³
$Gsa = \frac{A}{A - C}$	3,04	gr/cm ³
$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	4,01	%

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
Agregado Gueso "CISCO"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
W a ensayar	5000	gr
W seco	4863	gr
W de canastilla sumergida	1071	gr
W superficialmente seco	5000	gr
W canast. sum + material	3890	gr
Peso de la masa sumerg.	2819	gr
A	4863	gr
B	5000	gr
C	2819	gr

Gsb= Gravedad Específica Neta del Agregado.
 Gssb= Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca (S.S.S. Bulk).
 Gsa= Gravedad Específica Seca Aparente.
 % Abs= Porcentaje de Absorción.
 A= Peso en Aire del Agregado Secado al Horno.
 B= Peso en Aire Agregado S.S.S.

ECUACIONES	RESULTADOS	
$Gsb = \frac{A}{B - C}$	2,23	gr/cm ³
$Gssb = \frac{B}{B - C}$	2,29	gr/cm ³
$Gsa = \frac{A}{A - C}$	2,38	gr/cm ³
$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	2,82	%

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Lafnez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
Agregado Fino "CISCO"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
Recipiente	P	
Temperatura C	27,3	°
Peso recipiente	149,82	gr
Recipiente + Ws	349,82	gr
Frasco+ agua (Wbw)	660	gr
Frasco+agua- Wbws	785,6	gr
CALCULOS		
Ws	200	gr
Ws+Wbw	860	gr
Ws+Wbw-Wbws	74,4	gr
Factor de correccion k	0,996	gr/cm ³
Gs	2,68	gr/cm ³

TABLA DE COEFICIENTE K					
TEMPERATURA	DENSIDAD	TEMPERATURA	DENSIDAD	TEMPERATURA	DENSIDAD
°C	gr/cm ³	°C	gr/cm ³	°C	gr/cm ³
0	0,99987	12	0,99952	24	0,99732
1	0,99993	13	0,9994	25	0,99707
2	0,99997	14	0,99927	26	0,99681
3	0,99999	15	0,99913	27	0,99654
4	1,00000	16	0,99897	28	0,99626
5	0,99999	17	0,9988	29	0,99597
6	0,99997	18	0,99862	30	0,99565
7	0,99993	19	0,99843	31	0,9954
8	0,99988	20	0,99823	32	0,9951
9	0,99981	21	0,99802	33	0,9945
10	0,99973	22	0,9978	34	0,9948
11	0,99963	23	0,99756		

Gs AGREGADO CISCO PROMEDIO			
	%	GS	
CISCO GRUESC	13,93	2,23	0,31
CISCO FINO	86,07	2,68	2,31
GS PROMEDIO		2,62	

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Lañez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
---	---



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots + Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \dots + \frac{Pn}{Gn}}$$

Gsb= Gravedad Específica Bulk de la Combinación de Agregados.

P1, P2, Pn= Porcentajes Individuales por Peso del Agregado.

G1, G2, Gn= Gravedad Específica Bulk Individual del

AGREGADO	%	Gs
PIEDRA 3/4"	37,5	2,76
PIEDRA 3/8"	42	2,71
CISCO	20,5	2,62
TOTAL DE LA MEZCLA	100	
Gsb		2,71

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE ABRASIÓN
Agregado Gueso "Piedra 3/4 Y Piedra 3/8"

PARAMETROS	
A	PESO DEL MATERIAL ANTES DEL ENSAYO
B	PESO DEL MATERIAL NO DESGASTADO DESPUES DEL ENSAYO
C	PERDIDA POR DESGASTE DEL MATERIAL
D	DESGASTE DEL MATERIAL
FORMULAS	
$C = A - B$	
$D = \left(\frac{C}{A}\right) * 100$	

MATERIAL 3/4"		
METODO		B
RETENIDO 1/2"		2500±10
RETENIDO 3/8"		2500±10
RETENIDO 1/4"		0
RETENIDO 3/4"		0
N° DE ESFERAS		11
N° DE REVOLUCIONES		500
TIEMPO DE ROTACION (min)		15

MATERIAL 3/8"		
METODO		C
RETENIDO 1/4"		2500±10
RETENIDO N°4		2500±10
RETENIDO N°8		0
RETENIDO N°8		0
N° DE ESFERAS		8
N° DE REVOLUCIONES		500
TIEMPO DE ROTACION (min)		15

MATERIAL 3/4"		
A	gr	5000
B	gr	4552
C= A - B	gr	448
D= (C/A)*100	%	8,96
SI CUMPLE		

MATERIAL 3/8"		
A	gr	5000
B	gr	4205
C= A - B	gr	795
D= (C/A)*100	%	15,9
SI CUMPLE		

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Lañez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
---	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 3%

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h) \qquad D = \frac{PESO}{VOLUMEN} \qquad Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,05	h1	7,30	1186,2	583,71	2,03
d2	10,15	h2	7,28	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,036	
d3	10,11	h3	7,33			
d4	10,04	h4	7,30			
PROMEDIO	10,09	PROMEDIO	7,3			
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,23	h1	6,73	1188,4	562,21	2,11
d2	10,23	h2	6,83	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,116	
d3	10,30	h3	6,94			
d4	10,16	h4	6,84			
PROMEDIO	10,23	PROMEDIO	6,84			
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,25	h1	6,46	1173,4	534,86	2,19
d2	10,22	h2	6,50	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,196	
d3	10,20	h3	6,55			
d4	10,22	h4	6,55			
PROMEDIO	10,22	PROMEDIO	6,52			
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,05	h1	6,67	1177	548,03	2,15
d2	10,34	h2	6,70	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,156	
d3	10,08	h3	6,77			
d4	10,30	h4	6,75			
PROMEDIO	10,19	PROMEDIO	6,72			
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,24	h1	7,00	1183,7	574,01	2,06
d2	10,26	h2	6,92	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,066	
d3	10,25	h3	6,94			
d4	10,22	h4	7,00			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,97			
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,26	h1	6,60	1181,7	542,13	2,18
d2	10,27	h2	6,56	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,186	
d3	10,25	h3	6,51			
d4	10,20	h4	6,59			
PROMEDIO	10,25	PROMEDIO	6,57			

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Láinez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 3,5%

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h) \qquad D = \frac{PESO}{VOLUMEN} \qquad Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,30	h1	6,65	1185,1	551,95	2,15
d2	10,24	h2	6,64	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,156	
d3	10,28	h3	6,65			
d4	10,30	h4	6,64			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,65			
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,18	h1	6,80	1185,5	553,47	2,14
d2	10,17	h2	6,80	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,146	
d3	10,19	h3	6,82			
d4	10,17	h4	6,79			
PROMEDIO	10,18	PROMEDIO	6,8			
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,17	h1	6,72	1187,6	547,22	2,17
d2	10,20	h2	6,74	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,176	
d3	10,18	h3	6,67			
d4	10,20	h4	6,70			
PROMEDIO	10,19	PROMEDIO	6,71			
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,67	1181,2	550,13	2,15
d2	10,29	h2	6,68	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,156	
d3	10,21	h3	6,67			
d4	10,26	h4	6,69			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,68			
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,69	1179,2	545,59	2,16
d2	10,19	h2	6,68	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,166	
d3	10,18	h3	6,69			
d4	10,17	h4	6,69			
PROMEDIO	10,19	PROMEDIO	6,69			
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,22	h1	6,67	1176,6	545,84	2,16
d2	10,19	h2	6,68	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,166	
d3	10,20	h3	6,68			
d4	10,19	h4	6,69			
PROMEDIO	10,2	PROMEDIO	6,68			

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 4%

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h) \qquad D = \frac{PESO}{VOLUMEN} \qquad Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,81	1194,5	560,01	2,13
d2	10,24	h2	6,79	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,136	
d3	10,27	h3	6,80			
d4	10,26	h4	6,78			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,8			
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,26	h1	6,79	1193,5	557,01	2,14
d2	10,24	h2	6,78	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,146	
d3	10,18	h3	6,79			
d4	10,19	h4	6,80			
PROMEDIO	10,22	PROMEDIO	6,79			
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,36	h1	6,79	1189,6	566,60	2,1
d2	10,23	h2	6,81	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,106	
d3	10,3	h3	6,78			
d4	10,31	h4	6,81			
PROMEDIO	10,3	PROMEDIO	6,8			
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,28	h1	6,85	1189,8	566,88	2,1
d2	10,22	h2	6,87	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,106	
d3	10,27	h3	6,86			
d4	10,24	h4	6,88			
PROMEDIO	10,25	PROMEDIO	6,87			
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,85	1189,4	561,66	2,12
d2	10,22	h2	6,82	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,126	
d3	10,26	h3	6,81			
d4	10,26	h4	6,8			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,82			
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,24	h1	6,83	1195,3	562,76	2,12
d2	10,28	h2	6,81	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,126	
d3	10,23	h3	6,81			
d4	10,26	h4	6,83			
PROMEDIO	10,25	PROMEDIO	6,82			

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 4,5%

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h) \qquad D = \frac{PESO}{VOLUMEN} \qquad Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,76	1191,2	553,46	2,15
d2	10,21	h2	6,73	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,156	
d3	10,2	h3	6,76			
d4	10,22	h4	6,8			
PROMEDIO	10,21	PROMEDIO	6,76			
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,24	h1	6,75	1197,6	557,50	2,15
d2	10,26	h2	6,74	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,156	
d3	10,24	h3	6,69			
d4	10,33	h4	6,72			
PROMEDIO	10,27	PROMEDIO	6,73			
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,77	1181,2	552,60	2,14
d2	10,22	h2	6,68	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,146	
d3	10,27	h3	6,68			
d4	10,27	h4	6,72			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,71			
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,17	h1	6,65	1180	539,63	2,19
d2	10,16	h2	6,6	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,196	
d3	10,2	h3	6,61			
d4	10,18	h4	6,67			
PROMEDIO	10,18	PROMEDIO	6,63			
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,21	h1	6,47	1183,8	532,84	2,22
d2	10,26	h2	6,45	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,227	
d3	10,23	h3	6,5			
d4	10,26	h4	6,47			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,47			
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,25	h1	6,56	1163,9	533,66	2,18
d2	10,26	h2	6,46	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,186	
d3	10,2	h3	6,47			
d4	10,26	h4	6,43			
PROMEDIO	10,24	PROMEDIO	6,48			

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 3% CON ADITIVO

VOLUMEN **DENSIDAD** **Geb**

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h)$$

$$D = \frac{PESO}{VOLUMEN}$$

$$Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,29	h1	6,85	1185,3	566,89	2,09
d2	10,27	h2	6,83	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
d3	10,29	h3	6,84			
d4	10,26	h4	6,81			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,83			
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,29	h1	6,69	1173,9	555,27	2,11
d2	10,27	h2	6,68	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
d3	10,28	h3	6,69			
d4	10,26	h4	6,7			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,69			
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,26	h1	6,75	1172,1	558,59	2,1
d2	10,29	h2	6,68	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
d3	10,28	h3	6,73			
d4	10,29	h4	6,75			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,73			
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,27	h1	6,74	1189,7	559,99	2,12
d2	10,26	h2	6,75	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
d3	10,28	h3	6,76			
d4	10,26	h4	6,78			
PROMEDIO	10,27	PROMEDIO	6,76			
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,28	h1	6,81	1173,4	566,06	2,07
d2	10,29	h2	6,82	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
d3	10,27	h3	6,81			
d4	10,28	h4	6,82			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,82			
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,28	h1	6,76	1174,5	559,99	2,1
d2	10,27	h2	6,78	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
d3	10,26	h3	6,74			
d4	10,28	h4	6,77			
PROMEDIO	10,27	PROMEDIO	6,76			

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Lañez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
---	---



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 3,5% CON ADITIVO

VOLUMEN **DENSIDAD** **Geb**

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h) \qquad D = \frac{PESO}{VOLUMEN} \qquad Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,30	h1	6,58	1164,6	548,86	2,12
d2	10,29	h2	6,61			
d3	10,28	h3	6,59			
d4	10,30	h4	6,6			
PROMEDIO	10,29	PROMEDIO	6,6			
				GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
				2,126		
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,28	h1	6,70	1165,2	555,84	2,1
d2	10,25	h2	6,69			
d3	10,27	h3	6,74			
d4	10,28	h4	6,72			
PROMEDIO	10,27	PROMEDIO	6,71			
				GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
				2,106		
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,21	h1	6,71	1170,9	552,91	2,12
d2	10,24	h2	6,76			
d3	10,22	h3	6,73			
d4	10,22	h4	6,74			
PROMEDIO	10,22	PROMEDIO	6,74			
				GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
				2,126		
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,29	h1	6,7	1175,1	554,44	2,12
d2	10,25	h2	6,68			
d3	10,28	h3	6,66			
d4	10,3	h4	6,67			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,68			
				GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
				2,126		
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,27	h1	6,7	1165,6	557,76	2,09
d2	10,28	h2	6,73			
d3	10,26	h3	6,75			
d4	10,29	h4	6,71			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,72			
				GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
				2,096		
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,25	h1	6,78	1165,3	555,33	2,1
d2	10,21	h2	6,7			
d3	10,25	h3	6,75			
d4	10,3	h4	6,67			
PROMEDIO	10,25	PROMEDIO	6,73			
				GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)		
				2,106		

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Lañez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 4% CON ADITIVO

VOLUMEN **DENSIDAD** **Geb**

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h)$$

$$D = \frac{PESO}{VOLUMEN}$$

$$Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,3	h1	6,79	1182,7	564,66	2,09
d2	10,28	h2	6,8			
d3	10,3	h3	6,77			
d4	10,29	h4	6,79			
PROMEDIO	10,29	PROMEDIO	6,79			GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)
						2,096
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,29	h1	6,86	1184,2	567,99	2,08
d2	10,28	h2	6,8			
d3	10,3	h3	6,85			
d4	10,28	h4	6,82			
PROMEDIO	10,29	PROMEDIO	6,83			GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)
						2,086
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,3	h1	6,89	1182,7	570,21	2,07
d2	10,29	h2	6,85			
d3	10,23	h3	6,88			
d4	10,3	h4	6,86			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,87			GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)
						2,076
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,34	h1	6,8	1185,8	566,60	2,09
d2	10,28	h2	6,79			
d3	10,3	h3	6,83			
d4	10,29	h4	6,79			
PROMEDIO	10,3	PROMEDIO	6,8			GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)
						2,096
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,28	h1	6,83	1184,2	566,06	2,09
d2	10,3	h2	6,84			
d3	10,27	h3	6,81			
d4	10,28	h4	6,8			
PROMEDIO	10,28	PROMEDIO	6,82			GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)
						2,096
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,19	h1	6,83	1183,2	557,00	2,12
d2	10,18	h2	6,84			
d3	10,18	h3	6,81			
d4	10,2	h4	6,82			
PROMEDIO	10,19	PROMEDIO	6,83			GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)
						2,126

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Láinez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (Geb)
PORCENTAJE DE ASFALTO 4,5% CON ADITIVO

$$V = \frac{\pi d^2}{4} (h) \qquad D = \frac{PESO}{VOLUMEN} \qquad Geb = \frac{DENSIDAD BULK}{0,99707}$$

BRIQUETA 1						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,72	1160	548,85	2,11
d2	10,19	h2	6,74	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,116	
d3	10,2	h3	6,78			
d4	10,18	h4	6,67			
PROMEDIO	10,19	PROMEDIO	6,73			
BRIQUETA 2						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,26	h1	6,38	1164,3	524,80	2,22
d2	10,24	h2	6,35	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,227	
d3	10,28	h3	6,34			
d4	10,2	h4	6,37			
PROMEDIO	10,25	PROMEDIO	6,36			
BRIQUETA 3						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,18	h1	6,6	1160,8	542,82	2,14
d2	10,2	h2	6,63	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,146	
d3	10,22	h3	6,69			
d4	10,25	h4	6,59			
PROMEDIO	10,21	PROMEDIO	6,63			
BRIQUETA 4						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,14	h1	6,55	1178,7	538,25	2,19
d2	10,2	h2	6,57	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,196	
d3	10,23	h3	6,66			
d4	10,19	h4	6,6			
PROMEDIO	10,19	PROMEDIO	6,6			
BRIQUETA 5						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,6	1174,2	537,67	2,18
d2	10,24	h2	6,53	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,186	
d3	10,1	h3	6,61			
d4	10,25	h4	6,59			
PROMEDIO	10,2	PROMEDIO	6,58			
BRIQUETA 6						
DIAMETROS	cm	ALTURAS	cm	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD
d1	10,2	h1	6,67	1171,3	549,06	2,13
d2	10,26	h2	6,67	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (Geb)	2,136	
d3	10,3	h3	6,7			
d4	10,16	h4	6,66			
PROMEDIO	10,23	PROMEDIO	6,68			

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA MÁXIMA TEÓRICA
ASFALTO

PORCENTAJE DE ASFALTO			3%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2241	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8769	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	817	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,743	

PORCENTAJE DE ASFALTO			3,5%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2176	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8722	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	799	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,723	

PORCENTAJE DE ASFALTO			4%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2268	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8759	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	854	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,656	

PORCENTAJE DE ASFALTO			4,5%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2226	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7344	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8656	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	914	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,435	

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA MÁXIMA TEÓRICA
ASFALTO CON ADITIVO

PORCENTAJE DE ASFALTO			3%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2500	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8906	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	939	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,662	

PORCENTAJE DE ASFALTO			3,5%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2250	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8752	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	843	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,669	

PORCENTAJE DE ASFALTO			4%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2197	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8705	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	837	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,625	

PORCENTAJE DE ASFALTO			4,5%
PESO DE MUESTRA SECA AL ARIE	A	2226	Gem = $\frac{A}{A(SSS)}$
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA	D	7345	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO CON AGUA + MUESTRA	E	8735	
PESO DE MUESTRA CON SUPERFICIE SATURADA SECA	A(SSS)=A+D-E	836	
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA	Gem	2,663	

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Lañez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS PORCENTAJE DE VACÍOS
ASFALTO**

$$\%VACIOS = \frac{Gem - Geb}{Gem} (100)$$

PORCENTAJE DE ASFALTO			3%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,036	2,743	25,77
2	2,116		22,86
3	2,196		19,94
4	2,156		21,4
5	2,066		24,68
6	2,186		20,31
PROMEDIO			22,49

PORCENTAJE DE ASFALTO			3,5%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,156	2,723	20,82
2	2,146		21,19
3	2,176		20,09
4	2,156		20,82
5	2,166		20,46
6	2,166		20,46
PROMEDIO			20,64

PORCENTAJE DE ASFALTO			4%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,136	2,656	19,58
2	2,146		19,2
3	2,106		20,71
4	2,106		20,71
5	2,126		19,95
6	2,126		19,95
PROMEDIO			20,02

PORCENTAJE DE ASFALTO			4,5%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,156	2,435	11,46
2	2,156		11,46
3	2,146		11,87
4	2,196		9,82
5	2,227		8,54
6	2,186		10,23
PROMEDIO			10,56

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS PORCENTAJE DE VACÍOS
ASFALTO CON ADITIVO**

$$\%VACIOS = \frac{Gem - Geb}{Gem} (100)$$

PORCENTAJE DE ASFALTO			3%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,096	2,662	21,26
2	2,116		20,51
3	2,106		20,89
4	2,126		20,14
5	2,076		22,01
6	2,106		20,89
PROMEDIO			20,95

PORCENTAJE DE ASFALTO			3,5%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,126	2,669	20,34
2	2,106		21,09
3	2,126		20,34
4	2,126		20,34
5	2,096		21,47
6	2,106		21,09
PROMEDIO			20,78

PORCENTAJE DE ASFALTO			4%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,096	2,625	20,15
2	2,086		20,53
3	2,076		20,91
4	2,096		20,15
5	2,096		20,15
6	2,126		19,01
PROMEDIO			20,15

PORCENTAJE DE ASFALTO			4,5%
BRIQUETA	DENSIDAD BULK (Geb)	DENSIDAD RICE (Gem)	%VACIOS
1	2,116	2,663	20,54
2	2,227		16,37
3	2,146		19,41
4	2,196		17,54
5	2,186		17,91
6	2,136		19,79
PROMEDIO			18,59

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Lañez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE PERMEABILIDAD
ASFALTO**

PORCENTAJE DE ASFALTO				3%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	28,8	28,73	6,16	9,21
2	28,7		8,58	
3	28,7		8,17	
4	28,8		8,47	
5	28,6		9,85	
6	28,8		14,02	

PORCENTAJE DE ASFALTO				3,5%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	27,8	27,77	10,09	10,96
2	27,9		10,67	
3	27,7		9,06	
4	27,7		11,26	
5	27,8		13,87	
6	27,7		10,82	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4,0%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	27,8	27,75	7,37	10,64
2	27,8		10,73	
3	27,7		10,14	
4	27,8		6,31	
5	27,7		14,5	
6	27,7		14,8	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4,5%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	27,8	27,73	11,8	10,53
2	27,8		6,76	
3	27,7		8,03	
4	27,8		12,82	
5	27,6		12,8	
6	27,7		10,98	

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE PERMEABILIDAD
ASFALTO CON ADITIVO**

PORCENTAJE DE ASFALTO				3%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	30,3	30,47	12,54	11,72
2	31,0		13,94	
3	31,0		8,38	
4	30,4		9,47	
5	30,1		11,98	
6	30,0		14,02	

PORCENTAJE DE ASFALTO				3,5%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	30,3	30,47	14,25	10,49
2	31		9,27	
3	31		11,66	
4	30,4		10,02	
5	30,1		8,89	
6	30		8,86	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4,0%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	30,3	30,47	11,46	12,09
2	31		11,65	
3	31		10,6	
4	30,4		14,25	
5	30,1		10,44	
6	30		14,16	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4,5%
BRIQUETA	TEMPERATURA DEL	PROMEDIO TEMPERATURA	TIEMPO DE EVACUACION	PROMEDIO TIEMPO
1	30,3	30,47	9,72	10,26
2	31		11,95	
3	31		10,2	
4	30,4		14,58	
5	30,1		8,02	
6	30		7,1	

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE CÁNTABRO SECO
ASFALTO

$$D = \frac{P1 - P2}{P1} (100)$$

PORCENTAJE DE ASFALTO				3%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1186,2	819,8	30,89	30,32
2	1188,4	827,3	30,39	
3	1173,4	825,2	29,67	

PORCENTAJE DE ASFALTO				3,5%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1185,1	947,2	20,07	15,5
2	1185,5	980,2	17,32	
3	1187,6	1079,3	9,12	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1194,5	1086,9	9,01	8,86
2	1193,5	1086,7	8,95	
3	1189,6	1087,1	8,62	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4,5%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1191,2	1145,8	3,81	6,41
2	1197,6	1140,2	4,79	
3	1181,2	1055,5	10,64	

Realizado por:	Veronica Barreto y Pablo Láñez	Revisado por:	ING. Daniel Campoverde Campoverde
----------------	--------------------------------	---------------	-----------------------------------



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE CÁNTABRO SECO
ASFALTO CON ADITIVO

$$D = \frac{P1 - P2}{P1} (100)$$

PORCENTAJE DE ASFALTO				3%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1185,3	916,1	22,71	23,90
2	1173,9	858,7	26,85	
3	1172,1	912,5	22,15	

PORCENTAJE DE ASFALTO				3,5%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1164,6	998	14,31	8,43
2	1165,2	1123,3	3,6	
3	1170,9	1084,4	7,39	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1182,7	1093,6	7,53	5,55
2	1184,2	1127,1	4,82	
3	1182,7	1132	4,29	

PORCENTAJE DE ASFALTO				4,5%
BRIQUETA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
1	1160	1120,8	3,38	3,8
2	1164,3	1140,2	2,07	
3	1160,8	1091,7	5,95	

Realizado por:	Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por:	ING. Daniel Campoverde Campoverde
----------------	---------------------------------	---------------	-----------------------------------



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE CÁNTABRO HÚMEDO
ASFALTO**

$$D = \frac{P1 - P2}{P1} (100)$$

PORCENTAJE DE ASFALTO					3%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1177	1196,1	548	54,18	50,11
5	1183,7	1160,4	495,1	57,33	
6	1181,7	1200,8	734,8	38,81	

PORCENTAJE DE ASFALTO					3,5%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1181,2	1198,6	878,2	26,73	29,97
5	1179,2	1183,8	835,8	29,4	
6	1176,6	1185,2	784,7	33,79	

PORCENTAJE DE ASFALTO					4%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1189,8	1046	872,4	16,6	24,98
5	1189,4	1135,7	797,7	29,76	
6	1195,3	1218,9	870,4	28,59	

PORCENTAJE DE ASFALTO					4,5%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1180	1181,2	867,8	26,53	25,81
5	1183,8	1148,7	824,4	28,23	
6	1163,9	1137	879,3	22,66	

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE CÁNTABRO HÚMEDO
ASFALTO CON ADITIVO**

$$D = \frac{P1 - P2}{P1} (100)$$

PORCENTAJE DE ASFALTO					3%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1189,7	1204,3	926,6	23,06	25,52
5	1173,4	1216,4	810,5	33,37	
6	1174,5	1210,6	967	20,12	

PORCENTAJE DE ASFALTO					3,5%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1175,1	1197	1059,9	11,45	16,73
5	1165,6	1199	982	18,1	
6	1165,3	1214,8	964,2	20,63	

PORCENTAJE DE ASFALTO					4%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1185,8	1202,4	1087,2	9,58	13,22
5	1184,2	1221,5	1024,1	16,16	
6	1183,2	1193,9	1027,6	13,93	

PORCENTAJE DE ASFALTO					4,5%
BRIQUETA	MASA ANTES DE BAÑO MARIA (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DESGASTES (%)	PROMEDIO
4	1178,7	1182,6	1100,8	6,92	11,34
5	1174,2	1177,5	1052,5	10,62	
6	1171,3	1175,7	982	16,48	

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Lañez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

INFORME DE RESULTADOS ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO
ASFALTO Y ASFALTO CON ADITIVO

PORCENTAJE DE ASFALTO + ADITIVO

PORCENTAJE DE ASFALTO		3%
BRIQUETA	ESTABILIDAD (lb)	FLUJO(cm)
1	1458,61	4,01
2	1955,84	4,32
3	1821,33	4,93
PROMEDIO	1745,26	4,42

PORCENTAJE DE ASFALTO		3,50%
BRIQUETA	ESTABILIDAD (lb)	FLUJO(cm)
1	1187,39	3,81
2	1970,17	4,01
3	1694,54	3,05
PROMEDIO	1617,37	3,62

PORCENTAJE DE ASFALTO

PORCENTAJE DE ASFALTO		3,50%
BRIQUETA	ESTABILIDAD (lb)	FLUJO(cm)
1	2210,51	4,45
2	1829,05	4,7
3	1904,02	4,19
PROMEDIO	1981,19	4,45

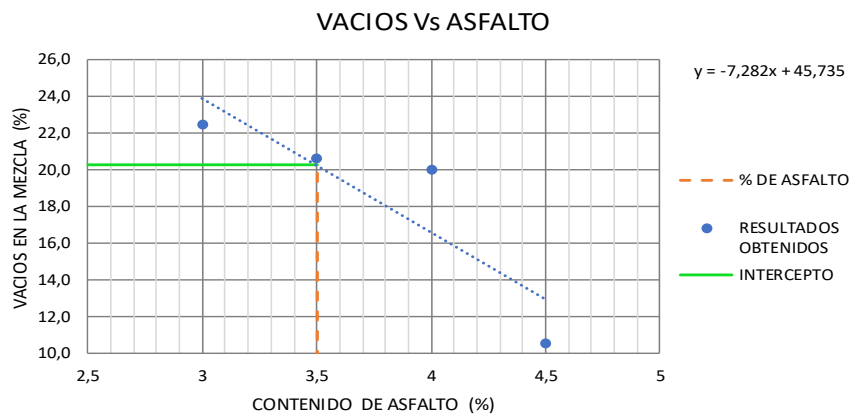
PORCENTAJE DE ASFALTO		4%
BRIQUETA	ESTABILIDAD (lb)	FLUJO(cm)
1	1486,17	4,45
2	1681,31	6,6
3	1862,12	6,35
PROMEDIO	1676,53	5,8

Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



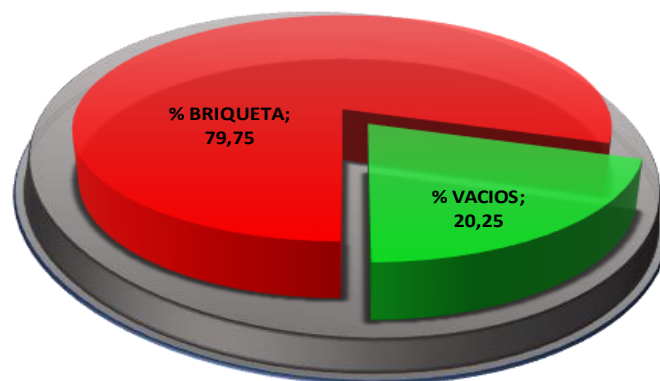
TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
PORCENTAJE DE VACÍOS**



ASFALTO OPTIMO 3,5%	
% VACIOS	20,25
% BRIQUETA	79,75

ASFALTO OPTIMO 3,5%

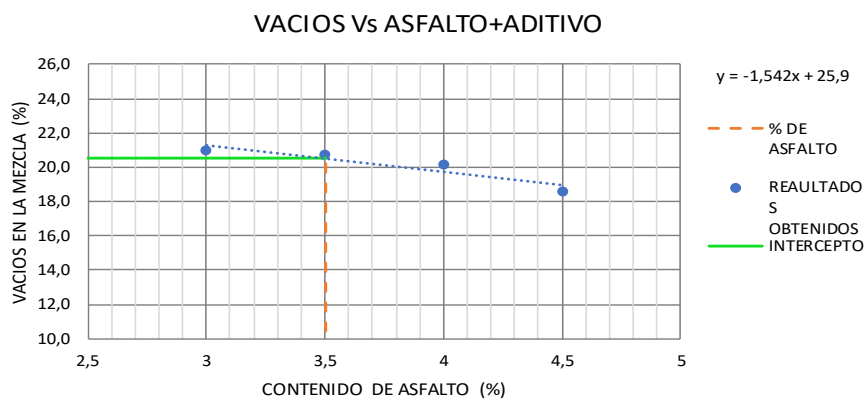


Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



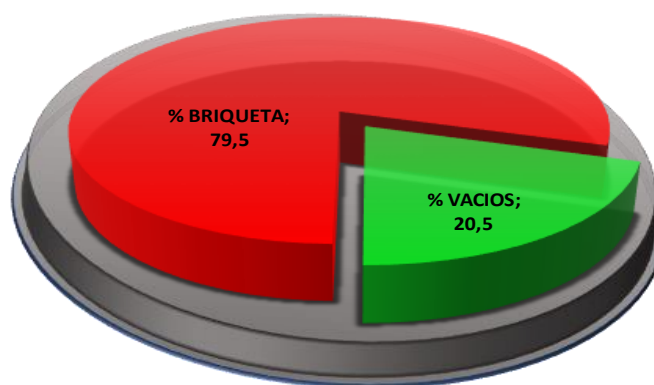
TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
PORCENTAJE DE VACÍOS



ASFALTO OPTIMO 3,5%	
% VACIOS	20,5
% BRIQUETA	79,5

ASFALTO OPTIMO 3,5%

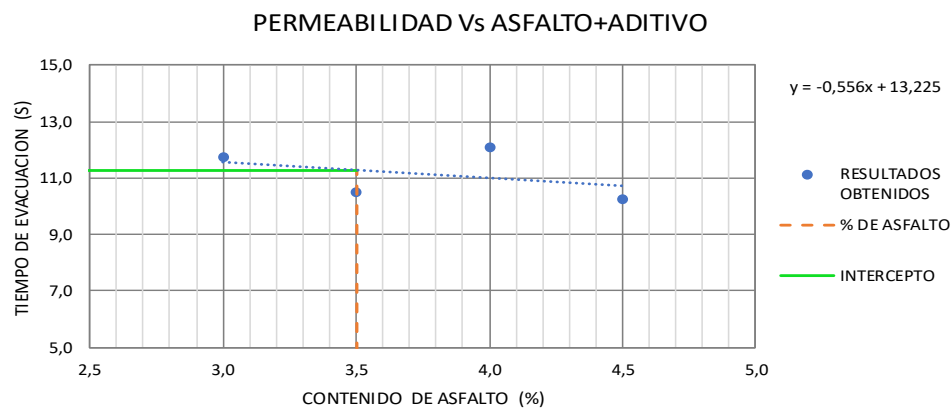
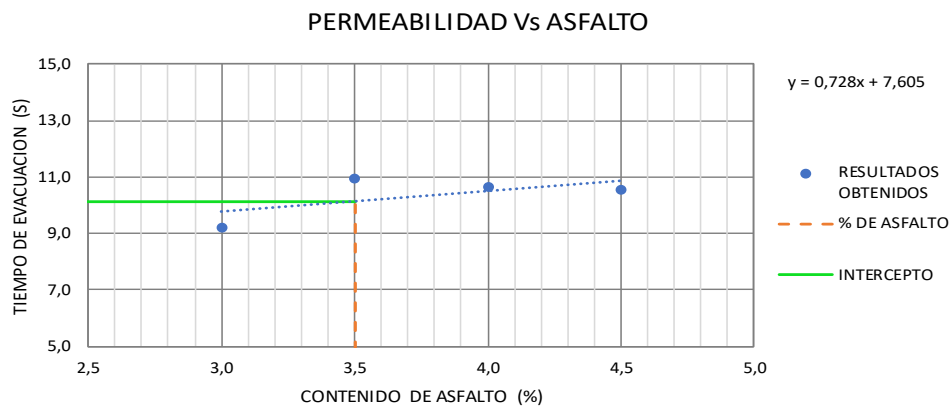


Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Láinez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
PERMEABILIDAD



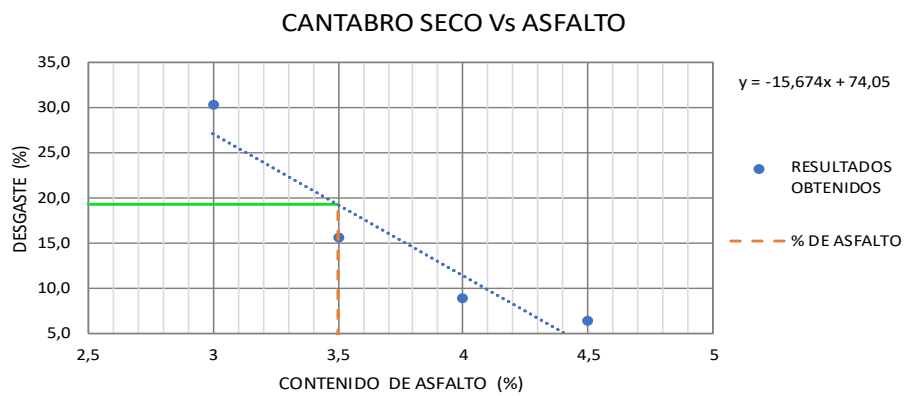
ASFALTO OPTIMO 3,5%	
CON ADITIVO	11,18
SIN ADITIVO	10,15

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Láñez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
---	---



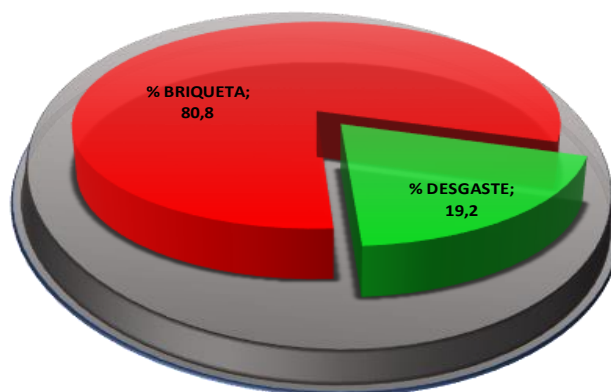
TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
CÁNTABRO SECO**



ASFALTO OPTIMO 3,5%	
% DESGASTE	19,2
% BRIQUETA	80,8

ASFALTO OPTIMO 3,5%

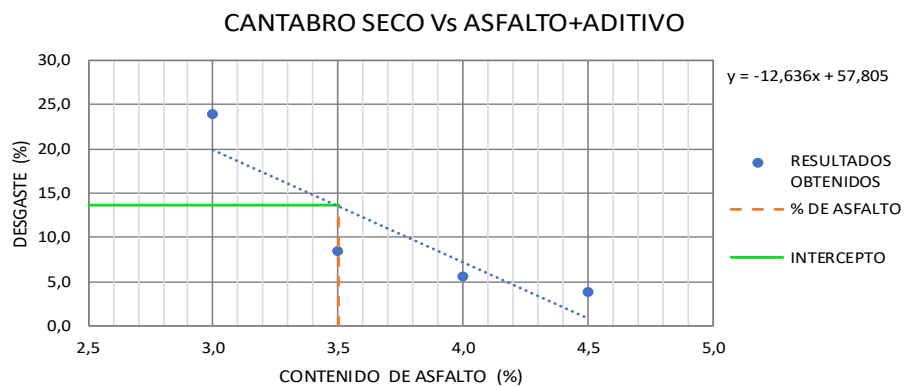


Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



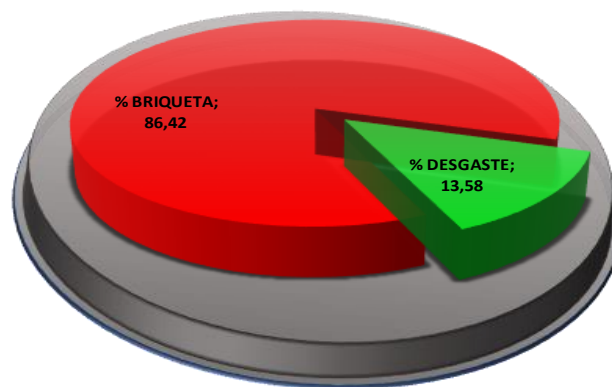
TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
CÁNTABRO SECO**



ASFALTO OPTIMO 3,5%	
% DESGASTE	13,58
% BRIQUETA	86,42

ASFALTO OPTIMO 3,5%



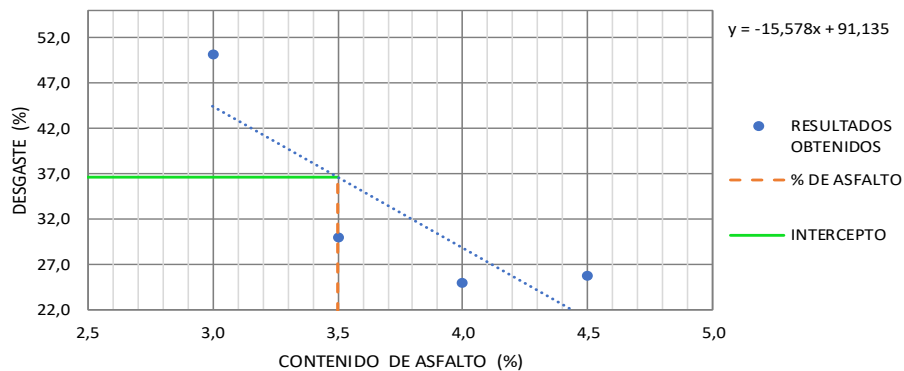
Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

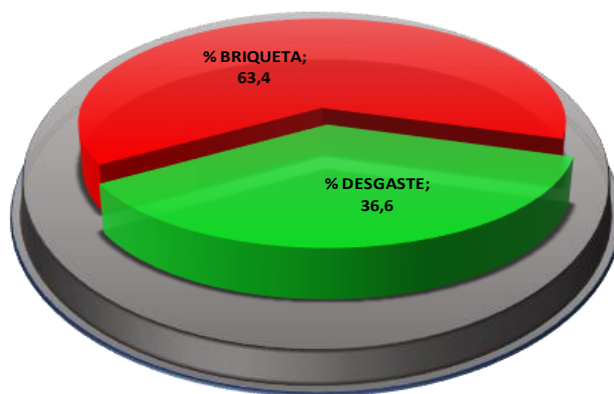
**DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
 CÁNTABRO HÚMEDO**

CANTABRO HUMEDO Vs ASFALTO



ASFALTO OPTIMO 3,5%	
% DESGASTE	36,6
% BRIQUETA	63,4

ASFALTO OPTIMO 3,5%



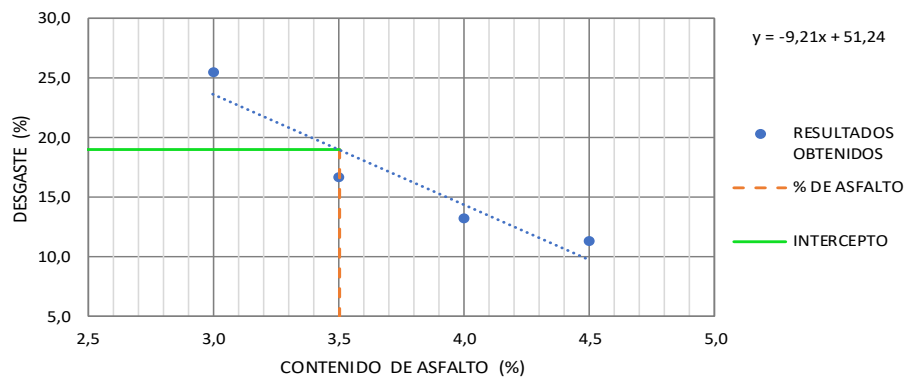
Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Láinez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

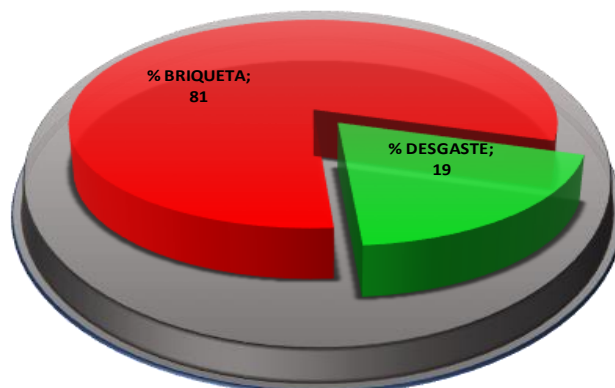
DETERMINACIÓN PORCENTAJE OPTIMO DE ASFALTO
CÁNTABRO HÚMEDO

CANTABRO HUMEDO Vs ASFALTO+ADITIVO



ASFALTO OPTIMO 3,5%	
% DESGASTE	19,0
% BRIQUETA	81,0

ASFALTO OPTIMO 3,5%



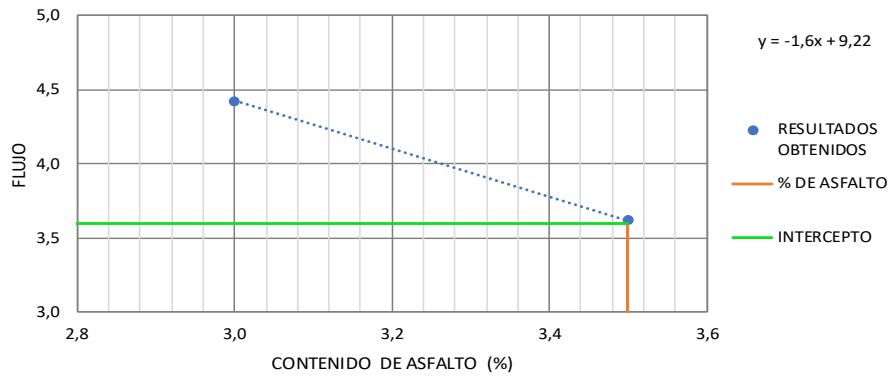
Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Láñez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



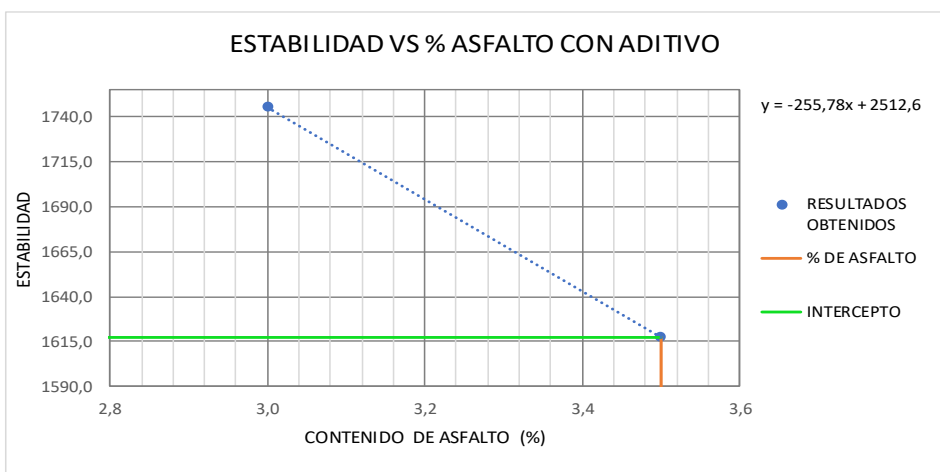
TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

COMPARACIÓN DE RESULTADOS
ESTABILIDAD Y FLUJO

FLUJO VS % ASFALTO CON ADITIVO



ESTABILIDAD VS % ASFALTO CON ADITIVO

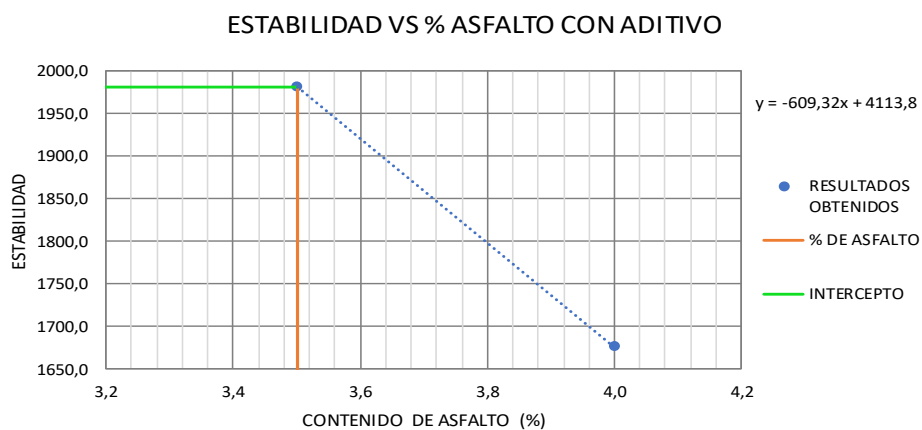
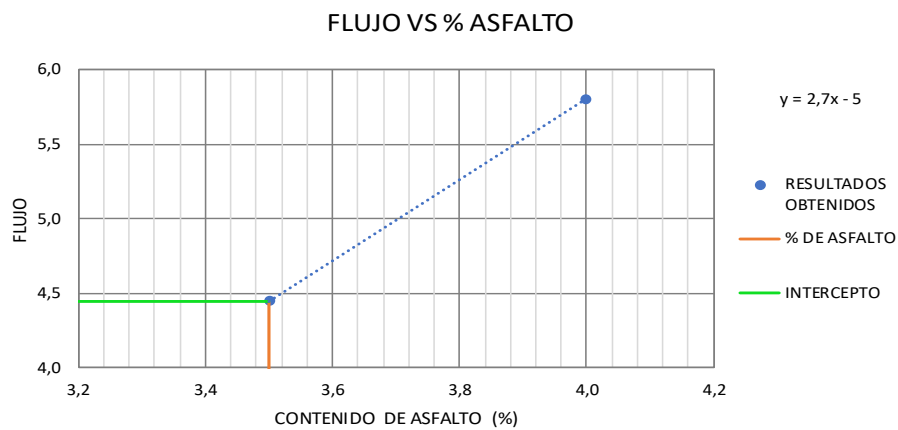


Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

COMPARACIÓN DE RESULTADOS
ESTABILIDAD Y FLUJO

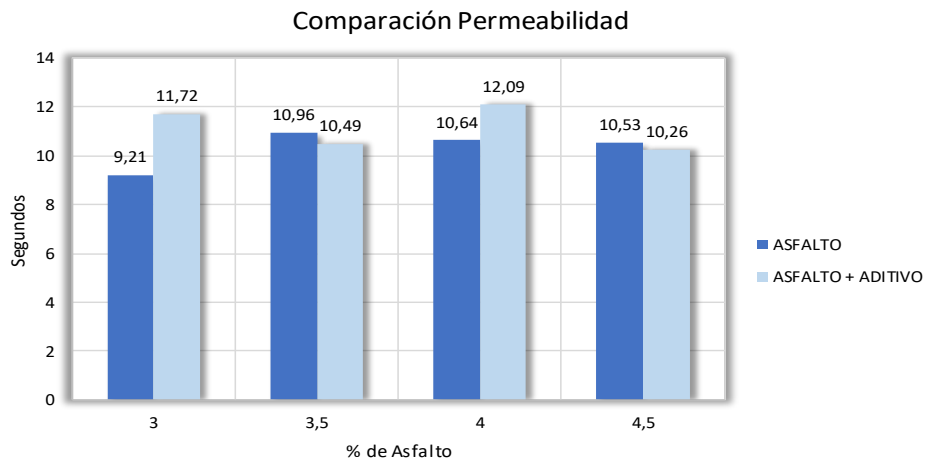
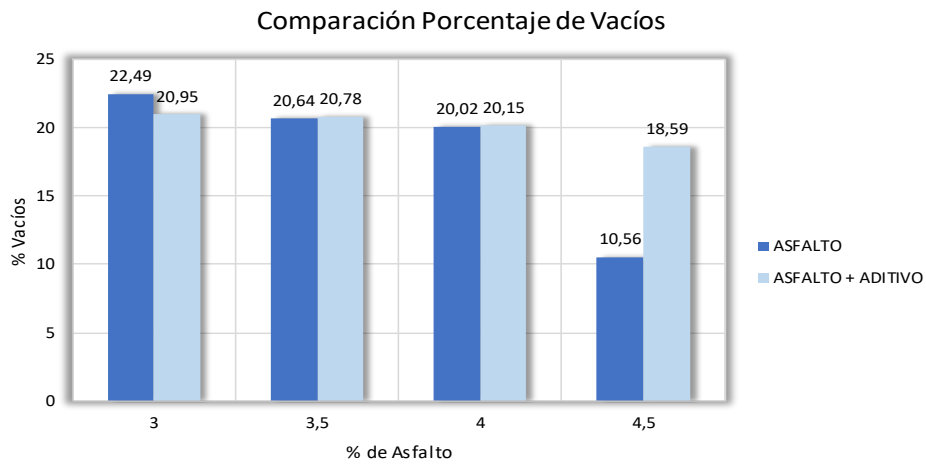


Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Lañez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS
 ASFALTO Y ASFALTO+ADITIVO**

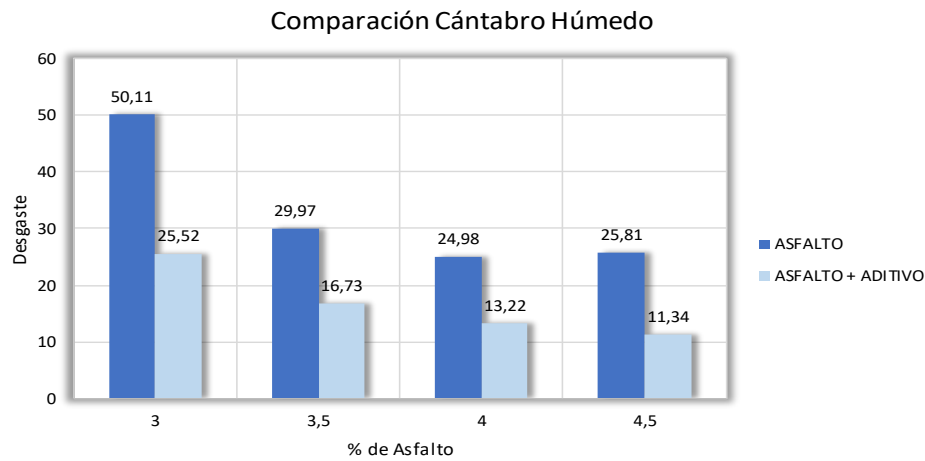
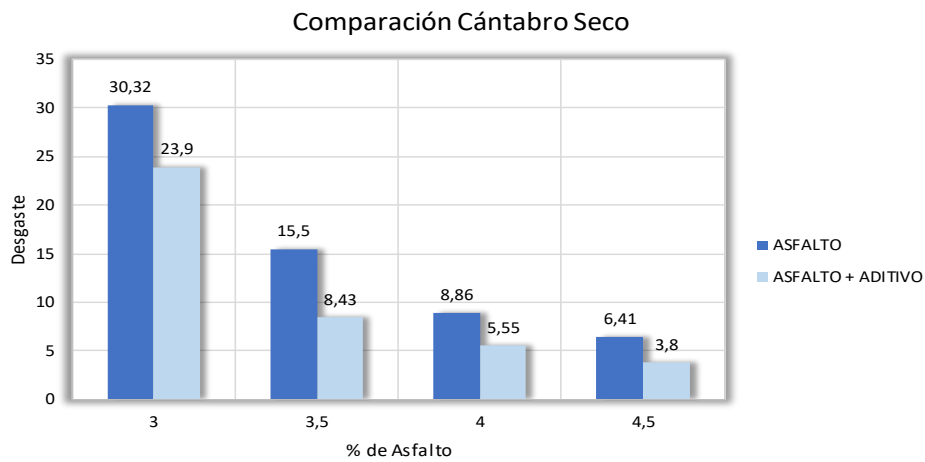


Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Láinez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

COMPARACIÓN DE RESULTADOS
ASFALTO Y ASFALTO+ADITIVO



Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

**RESULTADOS ASFALTO OPTIMO DE 3,5%
ASFALTO Y ASFALTO+ADITIVO**

CRITERIOS	ESPECIFICACIONES
Vacíos	20% <vacíos < 25%
Permeabilidad	100 ml en 15 seg
Perdida Cántabro Seco	< 25%
Perdida Cántabro Húmedo	< 40%

ASFALTO SIN ADITIVO			
CRITERIOS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS	COMPARACION
Vacíos	20% <vacíos < 25%	20,25	SI CUMPLE
Permeabilidad	100 ml en 15 seg	10,15	SI CUMPLE
Perdida Cántabro Seco	< 25%	19,20	SI CUMPLE
Perdida Cántabro Húmedo	< 40%	36,60	SI CUMPLE

ASFALTO CON ADITIVO			
CRITERIOS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS	COMPARACION
Vacíos	20% <vacíos < 25%	20,50	SI CUMPLE
Permeabilidad	100 ml en 15 seg	11,28	SI CUMPLE
Perdida Cántabro Seco	< 25%	13,58	SI CUMPLE
Perdida Cántabro Húmedo	< 40%	19,00	SI CUMPLE

Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---

ANEXOS II

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO GRANULOMETRIA



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Láñez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
---	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Lañez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
---	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ANGELES



Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO DE COMPACTACION MARSHALL Y ELABORACION DE BRIQUETAS

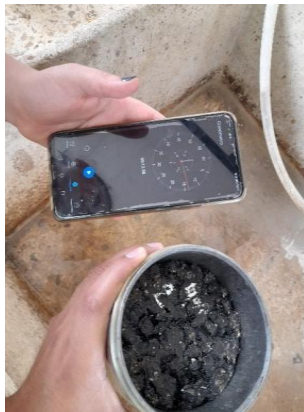
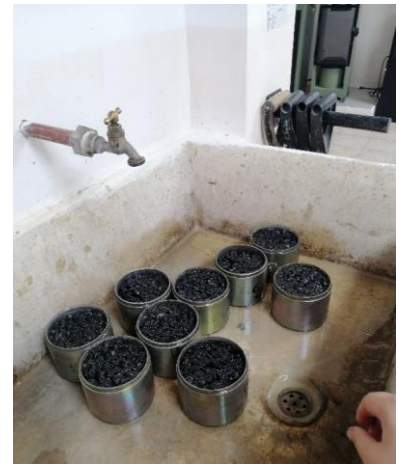


Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

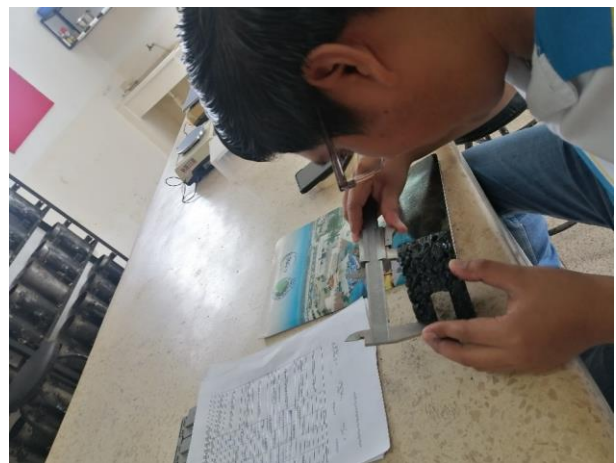


Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA BULK.



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA - RICE



Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO DE CÁNTABRO SECO Y HUMEDO



Realizado por: Veronica Barreto y Pablo Laínez	Revisado por: ING. Daniel Campoverde Campoverde
--	---



TEMA:	“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS DRENANTES CON Y SIN ADITIVOS UTILIZANDO EL MÉTODO DE CÁNTABRO”
TUTOR	ING. DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE MS.c
TESISTAS	VERONICA MARIBEL BARRETO NUÑEZ, PABLO JAVIER LAINEZ TIGRERO

ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO



Realizado por:	Revisado por:
Veronica Barreto y Pablo Laínez	ING. Daniel Campoverde Campoverde