



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis del diseño de mezcla de concreto asfáltico, con emulsión de caucho reciclado al 10% y 15%, Ciudad del Cusco, 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE PROFESIONAL:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR(ES):

Meza del Carpio, Jesika Lucero (0000-0002-2879-5234)

ASESOR:

Ms. Rubén López Carranza (0000-0002-3631-2001)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A DIOS Y LA VIRGEN DEL CARMEN

Por haberme dado su sabiduría e inteligencia
para llegar a este día y poder lograr mi objetivo;
y ati mi Mamita del Carmen linda por haberme dado
el privilegio de ser tu hija, por darme tu paciencia.

A MI HERMOSA MADRE

Te dedico este y todos los días de mi existencia
Por ser la razón de mi vida
y ser esa gran mujer que siempre me dio ese aliento
para salir adelante.

A MIS FAMILIARES

Por ser parte de crianza ;por ese ejemplo que
Tuve desde muy pequeña, por verlos ser
profesional a cada uno de ustedes;
en especial a mi tío Carlos por ser esa mano
firme q me oriento desde que inicie este sueño.

AMIS GRANDES AMIGOS

Por haber estado incondicionalmente
a mi lado y por creer en mi capacidad para lograr
todos mis objetivos.

AMIS HIJITOS

Doguito y Ramses a ustedes por escucharme
en mis días de cólera, miedo, tristeza, alegrías;
por haberme escuchado en todo momento
y darme esos momento de felicidad.

Agradecimiento

A Dios por permitirme vivir este momento de mi vida; a mis queridos familiares, a mi madre, mis grandes amigos de toda la vida que me apoyan en cada momento y demuestran su lealtad.

Índice de contenido

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
Antecedentes Nacionales.....	13
Antecedentes Internacionales	14
Bases teóricas	15
III. METODOLOGÍA	25
3.1.- Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2.- Variables y operacionalización	27
3.3.- Población, muestra y muestreo	27
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5.- Procedimiento	28
3.6.- Método de análisis de datos	29
3.7.- Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	32
V.- CONCLUSIONES.....	54
VI. RECOMENDACIONES.....	56
VII. REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	63

Índice de tablas

Tabla N° 1.-Requerimiento para los agregados finos.....	17
Tabla 2.-Requerimiento para los agregados gruesos	18
Table 3.-Tabla mescla asfáltica vs mezcla modificada.	49

Índice de figuras

Figure 1.-Viscosidad de Asfalto	19
Figure 2.-Análisis granulométrico por tamizado agregados finos.....	33
Figure 3.-Análisis granulométrico por tamizado agregados gruesos.	34
Figure 4.-Equivalente de arena.....	35
Figure 5.-Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.....	35
Figure 6.-Contenido de humedad.	37
Figure 7.-Ensayo de Marshall caucho 10%	38
Figure 8.-Ensayo de Marshall Caucho 10%.	39
Figure 9.-Ensayo de Marshall caucho 15%.	42
Figure 10.-Ensayo Marshall caucho 15%.	43
Figure 11.-Ensayo de Marshall asfalto convencional.....	46
Figure 12.-Ensayo de Marshall asfalto convencional.....	47

RESUMEN

La alta demanda de vehículos en el Perú ha producido que se genere un desperdicio total de una sus partes fundamentales como lo es las llantas. Sin embargo, el tipo de material como el caucho del cual estan fabricadas las llantas ha permitido ser aprovechada en los distintos diseños de pavimentos asfálticos.

Esta investigación contiene el análisis del diseño de mezcla del concreto asfáltico con adición de caucho reciclado al 10% y 15%, en la ciudad del cusco, 2020.

El objetivo para esta investigación es analizar la aplicación del caucho reciclado, para el concreto asfáltico, del cual se obtendrá un diseño de adherencia, resistencia a las deformaciones, mayor durabilidad y resistencia a la fatiga.

Como resultado se logró obtener resultados óptimos con la nueva muestra de asfalto con adición de caucho.

Esta adición de caucho reciclado ofrece propiedades elásticas y resistencia a deformaciones permanentes.

También se determina que mejora el servicio al tránsito vehicular de más de 10 años, disminuyendo el periodo de mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos.

Palabra clave: Concreto asfáltico, emulsión, caucho reciclado.

ABSTRACT

The high demand for vehicles in Peru has produced a total waste of one of its fundamental parts, such as tires. However, the type of material such as rubber from which the tires are made has allowed them to be used in different asphalt pavement designs.

This research contains the analysis of the asphalt concrete mix design with the addition of 10% and 15% recycled rubber, in the city of Cusco, 2020.

The objective for this research is to analyze the application of recycled rubber for asphalt concrete, from which a design of adherence, resistance to deformation, greater durability and resistance to fatigue will be obtained.

As a result, optimal results were achieved with the new asphalt sample with added rubber.

This addition of recycled rubber offers elastic properties and resistance to permanent deformation.

It is also determined that it improves the service to vehicular traffic for more than 10 years, reducing the period of maintenance and rehabilitation of the pavements.

Keyword: Asphalt concrete, emulsion, recycled rubber.

I. INTRODUCCIÓN

La solución a este problema es embellecer el azúcar en polvo de los neumáticos reciclados. Estos colchones se derivan de la naturaleza de estas rectificadoras y de los materiales que fabrican, especialmente la división de talón y fibra. (Juárez, 2020).

El aprendizaje, las necesidades y las demandas de detalle han permitido que la última tecnología navegue por su camino original para satisfacer las necesidades tanto del usuario como del usuario. El nuevo asfalto ha dado grandes pasos y tienen nuevas innovaciones que cambiar. Se colgaron pruebas de varios objetos que nivelaron la piedra. (Pereda, Danfer y Nahum, 2016).

Los hallazgos muestran una mejora significativa en propiedades similares al suelo como el alquitrán, lo que confirma nuestro entendimiento y concluye que sintetizar caucho reciclado a partir de neumáticos tirados a la carretera mejorará la durabilidad y más. Fácil recuperación de propiedades físicas y mecánicas para reducir la turbulencia de semillas y semillas y fallas excesivas. (Moreno, 2016).

Sobre la base de realidad problemática se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cómo influye la adición del caucho reciclado al 5%, 10% y 15% en el concreto asfáltico, Cusco, 2020? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son los resultados adicionando el caucho reciclado al 10% y 15% en el concreto asfáltico aplicando el método Marshall, Cusco, 2020?

PE2: ¿En qué medida favorece la adición del caucho reciclado al 10% y 15% con el agregado en el concreto asfáltico, Cusco, 2020?

PE3: ¿Cómo influye la adición del caucho reciclado al 10% y 15% con los vacíos en el concreto asfáltico, Cusco, 2020?

El objetivo general fue determinar la influencia de la adición del caucho reciclado al 10% y 15% en el concreto asfáltico, Cusco, 2020. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar los resultados al adicionar el caucho reciclado al 10% y 15% en el concreto asfáltico, Cusco, 2020

OE2: Determinar la influencia de la adición del caucho reciclado al 10% y 15% con el agregado en el concreto asfáltico, Cusco, 2020

OE3: Determinar la influencia de la adición del caucho reciclado al 10% y 15% con los vacíos en el concreto asfáltico, Cusco, 2020

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Nacionales

El estudio encontró que un promedio de 16%, 18% y 20% afectaba negativamente al asfalto en mezclas calientes. Los resultados se detectan en el laboratorio utilizando técnicas de recopilación de datos de observación, los protocolos establecidos para los experimentos descritos anteriormente. (Castro, 2019).

Sin embargo, los resultados de este estudio arrojaron 1%, 2% y 3% de caucho en la ciudad de Trujillo. Como resultado, la mezcla cumplió con los requisitos de las manos de MTC, ya que el porcentaje mínimo para una producción exitosa de asfalto para la prueba Marshall fue del 1%. (Soto, 2018).

El área terminada brinda una garantía para el material compuesto, además de brindar una estabilidad del 4.64% con la consistencia tradicional del piso. Esto confunde las dos cualidades esenciales para resistir daños permanentes. (Capcha, 2018).

Las leyes de estacionamiento han saltado a la ola de reutilización de alcohol en áreas flexibles, Ate, Lima-Perú, 201. En el estudio actual, se están realizando varios estudios modernos en todo el mundo y en el hogar, que muestran las ventajas de los artículos reutilizables como sentencia. Es una mezcla de asfalto y es recomendable pedir un consumo de paisaje. Este estudio se realizó principalmente para identificar propiedades que brinden una manera de reducir los costos de agrietamiento al agregar fuentes recicladas clave a nuestras cajas de alquitrán diarias. (Robles, 2018).

Ventajas de la maquinaria de caucho asfáltico combinada con llantas de caucho reciclado, Cajamarca, 2016. Este estudio tiene como objetivo el uso de llantas de caucho reciclado (PCR) en la construcción de pavimentos, moldes que se utilizan como herramientas sin reducir el soporte de cemento. Asfalto, debido al uso de PEN 85/100 en esta recomendación, se creó una mezcla asfáltica caliente que cumple con los requisitos de estabilidad y blandura, que actualmente se encuentra bajo el control de la Asamblea. También se ha demostrado que la PCR (compuestos sintéticos reciclados) tiene un efecto positivo en la síntesis de alquitrán caliente, aumentando la síntesis de lixiviados y la compatibilidad en un 50%. (Cervera, 2016).

Antecedentes Internacionales

El caucho desmantelado se recicla en asfalto congelado para su uso en rellenos de alfombras. El estudio concluyó que la reutilización de polvo perfumado aumenta la eficiencia de las máquinas herramienta de asfalto frío para su uso en rellenos de asfalto. La investigación titulada "El efecto del caucho reutilizable en agua mezclada fría para acondicionador de agitación" tiene como objetivo determinar la preferencia del caucho reciclado en mezclas de asfalto frío para su uso en sacos de alquitrán. (Portocarrero, 2019).

Análisis de asfalto reparado mediante neumáticos de caucho reciclado y comparación técnica y económica con alquitrán tradicional. El objetivo de este trabajo es identificar el asfalto reparado utilizando neumáticos de caucho reciclado y tecnología y cálculos económicos y de asfalto y probarlo en pruebas experimentales para asegurar la ejecución de la carretera. (Pereda, Cubas, 2016).

Un estudio de cómo reciclar cestas de hielo usando un automóvil en la carretera entre 2011 y 2017 en Colombia. Resumen: El siguiente artículo tiene como objetivo realizar un taller entre 2011 y 2017 sobre reciclaje de asfalto asfáltico frío y caliente para vehículos en las principales carreteras de Colombia. (Castro, 2019).

Esta búsqueda tiene una característica especial denominada "Concesión de llantas de caucho reciclado de asfalto en la cubierta del equipo", que se deriva del problema de reciclar llantas usadas y mejorar las características de la combinación de motor asfáltico y juntas de caucho reciclado. Gránulos, se utilizó el método de Marshall húmedo para obtener los resultados de este estudio. El objetivo principal fue obtener el porcentaje de adhesivo de caucho reciclado al asfalto y ajustar los valores obtenidos de los principales compuestos asfálticos. (Maguiña, 2019).

El principal objetivo de este estudio fue conocer los beneficios de adherirse a llantas trituradas, conocidas como GCR comerciales, como mezcla asfáltica total. (Álvarez y Carrera, 2017).

Bases teóricas

Concreto Asfáltico

Los pavimentos de concreto asfáltico están constituidos por mezclas de arena, gravas, asfalto y cemento, lo cual, a temperaturas elevadas. El recubrimiento que presenta el concreto asfáltico tiene ventajas por la resistencia a la erosión y flexibilidad. (Sotelo, 2013, p.744).

El pavimento de concreto asfáltico, se utiliza para carreteras y sus estructuras, están compuestas de áridos, los cuales recubren y aglomeran en el concreto asfáltico, tienen una profundidad de 2 centímetros de superficies. (Antuña, 2014, p. 345).

El concreto asfáltico, como también reconocido como una mezcla asfáltica, hormigón bituminoso o concreto bituminoso. Por tal esta mezcla está constituido por una o diversas capas compactadas que consiste de una mezcla que está formada por materiales minerales como los agregados finos y gruesos; y el asfalto producido en plantas especializadas de producción constituidos por algunos sistemas eléctricos y mecánicos. El cual pasan a ser calentados y secados para luego estas pasar a combinarse juntos, por consiguiente, pasan a extenderse en capas y compactarlos. Esta mezcla se caracteriza por 10 obtener una buena propiedad de impermeabilización para cumplir con las especificaciones establecidas y conseguir una correcta mezcla en caliente. (Rondón y Reyes, 2015, p. 88).

Comportamiento estructural del concreto asfáltico

Para el comportamiento estructural del concreto asfáltico, se encuentra varios desempeños como; las resistencias al desplazamiento, las deformaciones, la fatiga, y sobre todo una alta flexibilidad. Dentro de ello lo más destacado es la resistencia y durabilidad del concreto asfáltico, ya que son dependientes del agregado, es por ello que se elaborara la colocación y compactación, para que mediante ello mejore el desempeño y la duración del concreto en un tiempo prolongado. (Cárdenas y Fonseca, 2013, p. 120).

Dosificación del concreto asfáltico

Dosificar una mezcla para un diseño asfáltico es establecer la contextura más práctica de los componentes de agregados finos y gruesos, cemento, agua y si es una mezcla asfáltica modificada se le adiciona algún aditivo con el objetivo de obtener una mezcla manejable, que cuando esta tienda a endurecer a una velocidad adecuada logre las una buena resistencia y durabilidad que se requiera para el tipo de construcción. (Rivera, 2016, p. 169).

Calidad de agregados

Agregados Pétreos

Según la MTC 415.02, la ejecución de cualquier tipo de mezcla se requiere de un agregado pétreo, el cual tendrá que conseguir un entorno que cuando al aplicar una capa del material asfáltico, esta resista de desglosarse por la acción que pueda ocasionar el agua o el tránsito. Para realizar una mezcla modificada adicionando algún tipo de aditivo que obtenga una buena adhesividad con el asfalto, para el cual proveer una buena adherencia, solo se permitirá el complemento de los agregados que tengan buenas características (2013, p. 469).

Agregados minerales finos

El agregado fino corresponde de la rotura de piedra de cantera. El uso de estos agregados para el diseño de una mezcla tiene como meta reducir los costos en la elaboración de la mezcla. Este material puede componer variaciones sobre el asentamiento de la mezcla, pero no proporciona resistencia a la adherencia de la mezcla, pero sin embargo aporta una gran importancia a la manejabilidad del concreto. Según Padilla (2014) emplea que el agregado fino viene hacer la arena totalmente natural, para la preparación mezcla asfáltica el cual será acomodado en pavimentos con un bajo nivel de la carga y una baja fuerza de tráfico, se debe agregar una proporción máxima de arena natural no triturada que se empleará a la mezcla, por lo cual esta no deberá ser mayor al 10% de la masa total de los agregados combinados, por ello no deberá superar el porcentaje del agregado fino triturado. (p.10)

Estos agregados deben cumplir los siguientes requerimientos:

Tabla N° 1.-Requerimiento para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad	MTC E 209	18 máx.	18% máx.
Índice de Durabilidad (1)	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Adherencia Riedel Weber	MTC E 220	>4 %	>4 %
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Manual de carreteras, 2013

Agregados minerales gruesos

Para la MTC EG-2013, el agregado mineral grueso deberá originarse de materiales como la roca que se utiliza normalmente o también de la grava, como también podrá ser la combinación de estos dos materiales. (p. 559).

Estos agregados deben cumplir los siguientes requerimientos:

Tabla 2.-Requerimiento para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Durabilidad	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	-
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.
Arcilla en terrones y partículas	MTC E 212	0% máx.	0% máx.
Soft particles	ASTM C 235	5% máx.	5% máx.
Adherencia	ASTM D 3625	>95 %	>95 %

Fuente: Manual de carreteras, 2013

Vacíos en el agregado mineral

Los vacíos en los agregados minerales son algunas áreas que se pueden presenciar entre las partículas de una mezcla compactada para pavimentos. Como también se incluyen los espacios que están rellenos de asfalto.

Contenido de asfalto

El contenido de asfalto está constituido por propiedades predeterminadas, es el volumen del mismo, el cual esta no haya sido absorbida por los agregados, como también es la proporción del asfalto que es combinado sobre la superficie de los agregados.

A través del diseño Marshall se verificará en laboratorio que la mezcla cumpla con el contenido de asfalto, también verificar la calidad de la mezcla, el cual tiene que cumplir mediante el desarrollo del método Illinois de la norma ASTM D-1559 o AASHTO T-245.

Cemento asfáltico

Según Vacca, León y Ruiz (2012) afirma que, el cemento asfáltico tiende a oxidar ya que consiste en el cambio de la estructura molecular, estableciendo moléculas polares de tamaño mayor, el cual van alterando las propiedades reológicas. Este fenómeno en el asfalto, el cual el oxígeno interviene sobre los constituyentes más reactivos del asfalto y se presencian como endurecimiento, pérdida viscoelástica, figuración y agrietamiento.

Asimismo, se genera en diferentes etapas de aplicación de las mezclas como en la colocación, producción y vida útil, esto se debe a factores de temperatura, presión y tiempo. (p. 381)

Propiedades del concreto asfáltico

Una de las principales propiedades de la mezcla asfáltica es la capacidad que obtenga a la deformación sin llegar a la rotura, consiguiendo esfuerzos cilíndricos y elevados. (Reyes y Rincón, 2009, p. 94).

Las características de la mezcla y el comportamiento pueden ser:

Viscosidad

La viscosidad permite establecer la curva reológica del asfalto, por consiguiente, al determinar sus propiedades viscoelásticas del cemento asfáltico, es necesario utilizar el reómetro de corte dinámico DSR, por ello evalúa el resultado de su deformación de corte y medir sus propiedades de elasticidad del asfalto a baja temperatura con el elemento reómetro de viga flexible (BBR).

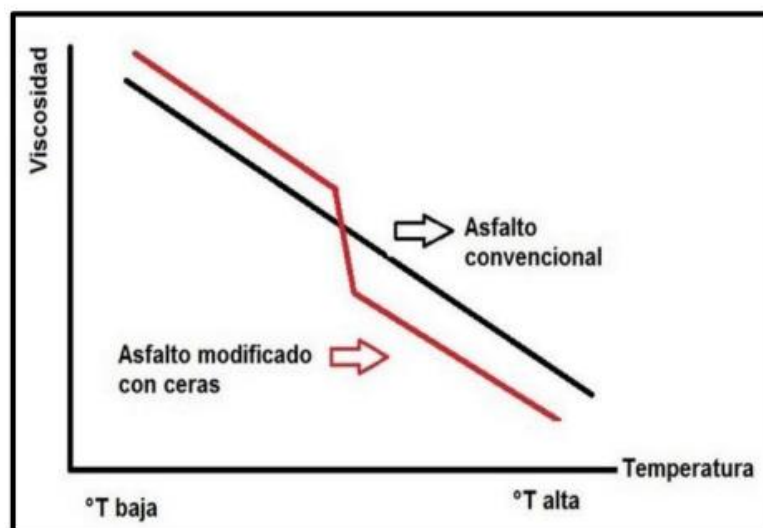


Figure 1.-Viscosidad de Asfalto

Resistencia al deslizamiento

Es la capacidad que puede obtener la mezcla ya compactada, el cual pueda permitir el agarre de los vehículos a la superficie del pavimento, el cual va evitando deslizamientos especialmente cuando la superficie está húmeda.

Compactación del asfalto

El gran efecto de la compactabilidad consiste en unir las partículas del agregado y así tener un buen contacto, y mantenerlo por la acción de adhesividad del asfalto. De esta manera el concreto asfáltico logra una buena estabilidad, flujo, cohesión e impermeabilidad.

Estabilidad

La estabilidad es la durabilidad de la estructura de la carpeta asfáltica de un pavimento, el cual es la resistencia que pone el pavimento sobre el agua y aire. También deberá mantener su equilibrio de las cargas de los vehículos que circulan por la vía. No se podrá desarrollar la estabilidad sin la fricción, el cual tiene lugar cuando en la compactación las partículas se mantienen en contacto (Montejo, 2008, p.498).

Densidad

La densidad de la mezcla asfáltica es una peculiaridad muy significativa, ya que es necesario obtener una mayor densidad de pavimento, el cual se logrará un mejor rendimiento de la vía.

Asimismo, la densidad que se logra a través de ensayos en laboratorio es la densidad patrón de la mezcla, por ello esta densidad es utilizada como un óptimo para determinar si es la densidad adecuada para el pavimento o no. Para las especificaciones es necesario que la densidad del pavimento flexible tiene que ser un porcentaje de laboratorio.

Impermeabilidad

La impermeabilidad mejora cuando la densidad de la mezcla aumenta, puesto que evita que los vacíos de la masa queden interconectados. A través de la

compactación se logra obtener capas de rodadura resistente y durable (Montejo, 2008, p. 498).

Parámetros de control máximos y mínimos que debe cumplir el asfalto

Método Marshall

Este método se origina esencialmente para un diseño de mezclas asfálticas a temperaturas altas, al respecto El instituto Mexicano de Transporte (SCT) (2009), las especificaciones para este diseño es que los agregados cumplan con un tamaño máximo de 25 mm que equivale (1") o menor. La prueba Marshall modificada se empleó para el agregado de tamaño máximo arriba de unos 38 mm que equivale (1.5"), el cual se considera para un diseño en laboratorio, observación y supervisión en campo para las mezclas asfálticas a temperaturas altas, con una graduación densa. Puesto que el ensayo para medir la estabilidad es de una naturaleza empírica, cuando se ve el grado de la importancia del resultado de cómo se aprecia el comportamiento en el campo, cuando están sufren alteraciones de ser modificadas al procedimiento estándar. Este diseño requiere del uso de especímenes de la prueba estándar de 64 mm que equivale (2/ 1/2") de altura como 102 mm que equivale (4") de diámetro; arreglan para pasar por un procedimiento para ser calentados, combinados y compactadas las mezclas de asfalto y agregado (ASTM D1559).

Por ello se presentan dos aspectos muy importantes de la prueba Marshall, el cual se desarrolla la densidad, el análisis de porcentajes de vacíos y principalmente la estabilidad con la prensa Marshall y el flujo de la compactación de los especímenes con el flujómetro. Importante saber que este diseño no cuenta con la determinación de pruebas para agregados minerales, como tampoco para los cementos asfálticos. (p. 15).

Dos Santos, Prado y Barbosa manifiesta que, el flujo del tránsito vehicular es un factor muy importante para el diseño de un pavimento flexible respecto al desempeño de la estructura. Se realizaron muchos estudios para medir datos como modelos matemáticos y computacionales de una manera más confiable y segura para la gestión de los pavimentos. En la actualidad los métodos utilizados para realizar un diseño de pavimentos son empíricos y constan de experimentos. (p. 1)

El instituto del asfalto (Manual MS-2), establece el contenido óptimo del asfalto a través de los porcentajes de la media aritmética y se desarrollaran la estabilidad, densidad y vacíos de la mezcla. En la actualidad el método Marshall se considera como un diseño de mezclas asfálticas estándar para realizar ensayos prácticos de ingeniería. Al utilizar este método se consiguen beneficios de fácil implementación y requisitos de equipo de costo bajo.

Factores que deben controlarse en el concreto asfáltico

Para que la carpeta asfáltica sea durable, impermeable, estable y antiderrapable se deben considerar los siguientes factores:

Contenido de asfalto:

Este factor es importante para una buena elaboración de una mezcla, el cual debe ser útil y esencial para cubrir una parte del asfalto las superficies de las partículas pétreas, sin ser llenados por completo los vacíos, el cual estas tienen que ser llenados por partículas más delgadas y finas.

Granulometría

Para el material pétreo, surgen diversas composiciones granulométricas, el cual deberán cumplir según las especificaciones técnicas y particularidad del proyecto. Las mezclas que contienen partículas pétreas de mayor grosor tienden a obtener una mejor estabilidad. Las partículas no deberán ser mayor a $2/3$ del espesor de la carpeta asfáltica.

Consistencia y calidad del cemento asfáltico

Es un material muy esencial para realizar el diseño de mezclas, por ello se debe elegir los escenarios adecuadas climatológicas en que se ejecutara el proyecto. Cuando se obtiene un pavimento muy duro, se puede tener problemas en cuanto a la desintegración y el exceso de agrietamientos.

Parámetros para la mezcla asfáltica

Caucho reciclado

El incremento en las ventas de vehículos en 2017 fue de 14,9% con respecto a 2016 lo cual estuvo directamente relacionado con las ventas de llantas que se registran cada año en el país. El problema de vender neumáticos es comprar una determinada cantidad de neumáticos y, al mismo tiempo, tirar el resto. En Perú, solo el 4% se recicla y se elimina. (Comunicaciones, 2013b).

Los neumáticos de caucho sin usar son actualmente económicos y están ampliamente disponibles en las áreas metropolitanas, lo que los convierte en puertas de entrada útiles para extender las pistas. (Fajardo Cachay, y otros, 2014 págs. 58-59).

Ventajas del caucho reciclado:

(Khodary, 2010; Don y Tan, 2011; Sue, 2011; Punith y col, 2011). Afirma que hay una mezcla del paciente que se asocia con la fatiga y el rodar. 5a 5% de GCR a la carcasa de asfalto garantiza una resistencia óptima. Según Jiménez y Meier (1985), Sibal (2000) es más tolerante a la fatiga y la ingesta calórica que las calorías tradicionales cuando se agrega GCR seco. La mezcla de mortero de cemento en climas cálidos da como resultado un betún de rápida rotura y un compuesto de caucho no graso. Resiste la discapacidad y reduce el ruido. Extienda la vida útil de la carretera y proporcione conexiones de cables flexibles para conectar el GCR. Esto significa que puede corregir fallas existentes cada 15 años, ahorrando dinero en todo el país. (Xiao y Amirkhanian, 2009) afirmaron que la causa es el daño ambiental debido a los neumáticos usados.

(Xiao, 2009) cree que mejorará la protección antideslizante. Jiménez y Meier (1985) afirmaron que aumentar el GCR en 5% en granos dio el mismo efecto que la resistencia a la tracción de los productos convencionales. Punith (2011) también cree que un aumento del 5.3% en GCR a carbón es más rentable que los bienes tradicionales (similar a Hsu 2011). Poliéster Debido a la estructura larga del polímero, es elástico. Incrementa la adherencia debido a la estructura corta del polímero.

De la información anterior sobre la separación del polímero, la dureza del polímero (y es enteramente su material) depende del peso de su molécula y de la duración de su formación.

Más impermeabilizante en sellados bituminosos, con lo que se evitan fisuramiento.

Desventajas del caucho reciclado:

La mezcla asfáltica es muy suave y muy fina una vez obtenida. La bebida afecta la piel.

Necesita un producto especial para compartir caucho Pon el alambre en tu boca. La goma de mascar debe estar húmeda o sucia. Temperatura La temperatura mínima es de 125 ° C debido a su velocidad.

III. METODOLOGÍA

3.1.- Tipo y diseño de investigación

Se aplicó el método científico.: Según Sampieri (2014) menciona que, para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos. (p.4).

Esta investigación fue de enfoque cuantitativo porque está basada en la obtención de datos y en el análisis de ellos mismos, donde contempló un análisis de las propiedades de las mezclas del concreto con caucho.

Tipo de Investigación:

Según Creswell (2009) "Los experimentos son denominados como la mediación considera, sobre la base de que un analista produce una circunstancia para intentar aclarar cómo influyen los resultados en las variables de estudio, en contraste con la no aplicación de la misma. Es concebible explorar diferentes vías con respecto a las variables, para conseguir ciertos objetivos. "

En esta investigación se aplicó la variable V1 caucho para modificar a la variable V2, que es la mezcla del concreto asfáltico. Por lo tanto, el presente examen fue de tipo aplicada, ya que confiando en la estrategia de verificación es posible decidir la variable de evaluación del uso de caucho en el concreto para comparar las mezclas de concreto asfáltico.

Nivel de Investigación:

Según Araujo (2001), contribuyen a la expansión del conocimiento científico, la creación de nuevas estrategias o la modificación de estrategias existentes. Como resultado, la investigación actual puede tener muchas ventajas, ya que los investigadores buscan resolver problemas y encontrar respuestas a preguntas específicas. Aún se desconoce el estado actual de la aplicación de búsqueda.

Diseño de la Investigación:

Kerlinger (2002) sugiere que todo el proceso de diseño y análisis se denomina modelo de investigación. Este es un proceso de encuesta diseñado para encontrar respuestas a las preguntas de la encuesta. El modelo de investigación muestra cómo comprender un problema de investigación y cómo colocarlo en un proceso, a saber, pautas de prueba (como modelo experimental en este caso) y recopilación

y análisis de datos. Por tanto, el diseño de la investigación es experimental y verbal, lo que está representado por una abundancia de proximidad.

3.2.- Variables y operacionalización

3.3.- Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población para esta investigación estará conformada por las todas las mezclas de concreto asfáltico con adición de caucho al 10 y 15%.

3.3.2.- Muestra

Para Fidias (2012) nombra que un conjunto específico y que limita la separación de la población se define con muestra.

Los productos seleccionados son simples y fáciles de calcular para lograr sus objetivos de investigación, por lo que el producto no selectivo está hecho para su conveniencia.

En este caso la muestra estará conformada por 3 testigos de concreto asfáltico, distribuido de la siguiente forma:

- o Con adición de caucho reciclado al 10% = 3
- o Con adición de caucho reciclado al 15% = 3

3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1.-Técnica

Revisión directa: Los autores Hernández, Fernández, Baptista (2006) afirman: "La observación directa consiste en un sistema de conducta o comportamiento que es ordenado, válido y confiable". Este enfoque permite a los investigadores conservar y recopilar datos a través de sus observaciones.

3.4.2.-Instrumentos:

Robledo, C. Segundo (2011), la técnica utilizada para recolectar datos de hojas a cuestionarios es mediante una técnica de muestreo. Los métodos de recopilación de datos utilizados para la siguiente investigación son:

- Método de bibliografía: se utiliza para poder procesar información escrita, como libros y literatura relacionada con el tema en estudio para redactar un código ético.
- Tecnología: información obtenida de la normativa vial, la moderna biblioteca en línea. Esto se debe a que este sitio web es un entrenamiento extenso y puede comparar tendencias regionales, nacionales y globales en términos de diseño mixto
- Observación de la muestra.

Se realizó un análisis visual-estructural-constructivo como también se visualizó el estado de conservación de los elementos principales que conforman la muestra.

En cuanto a los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Ensayos: para la evaluación de las muestras fue necesario realizar los diferentes ensayos de corte, adherencia y flexo-tracción con el equipo de laboratorio correspondiente, como la máquina de tracción y corte universal.
- Ficha técnica: es la ficha con la cual se determinaron el punto crítico de cada una de las muestras.
- El análisis de las muestras: con las muestras se obtuvieron los resultados que deseamos y pudimos verificar si nuestras hipótesis eran correctas.

3.5.- Procedimiento

El procedimiento a realizar contienen sistemas aplicados y pruebas, tienen atributos fundamentales de los materiales utilizados, presentan modelos hipotéticos para elegir combinaciones de asfalto que pueden cumplir con los requisitos previos básicos para el manejo, cada ciclo con sus resultados separados, los resultados obtenidos se diferenciarán bajo el reconocimiento, a partir de un trabajo práctico, que requirió desenterramientos en la Región de Cusco, fue importante contar con tres tipos de suelo únicos, por lo que fue importante evaluar tres pozos en varias áreas de una carretera, igualmente se realizaron investigaciones de corte directo con equipo DPL para ubicar el límite de apoyo del suelo, una necesidad básica para conocer las cualidades del terreno en el que se proyecta ensayar dicha mezcla.

La región escogida cumple con los atributos importantes para dar un resultado más cercano al límite más lejano del examen, según la tabla de prerequisites de

Marshall, la región a interceder se sitúa como una vía de tránsito pesado, para lo cual se requirió el ensamblaje de briquetas, se necesitan 75 golpes de compactación por cada briketa utilizada.

Es importante comenzar con una mezcla de asfalto ordinaria, primero para ver el resultado estándar o resultado base, luego con la unión de los cauchos, para observar la distinción que existe en la conducción mecánica de la combinación en examen. En ese punto, al agregar varias proporciones de granos de caucho, se podrán ver varios resultados en diferentes casos, si hay o no mucho contraste, debido a las diversas pruebas, podremos afirmar si esta combinación tradicional cumple o no con los requisitos previos básicos de un asfalto, en las condiciones del Manual de Carreteras y Especificaciones Técnicas Generales de Construcción año 2013.

También se realizará el estudio del suelo, donde se completará la investigación del terreno, que será clave para decidir las opciones con respecto a las extensiones a utilizar para las pruebas, se trabajará en tres pozos, cada uno ubicado en varios tramos de la vía seleccionada, para conocer los diversos atributos de los terrenos y cómo reaccionan el tradicional y el adicionado con la inclusión de vetas de caucho al uso de las distintas mezclas. Estas pruebas se realizarán bajo el Proctor compactado según NTP 339.141 variado, bajo el examen granulométrico y la prueba dinámica de penetración.

3.6.- Método de análisis de datos

El método para analizar los datos que necesitamos fueron el de análisis estadísticos:

Análisis unido a la hipótesis: todas las hipótesis formuladas fueron comprobadas, en ciertos casos se utiliza la estadística inferencial.

Para el análisis de datos fue utilizado los softwares Word, Excel, donde se realizaron las recopilaciones de los datos obtenidos de manera estadística, para poderlos interpretar de manera adecuada.

3.7.- Aspectos éticos

El artículo 06 del Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú dice: “Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión, contribuyendo con su conducta a que el consenso público se forme y mantenga un cabal sentido de respeto hacia ella y sus miembros, basado en la honestidad e integridad con que la misma se desempeña. Por consiguiente, deben ser honestos e imparciales. Sirviendo con fidelidad al público, a sus empleadores y a sus clientes; deben esforzarse por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería y deben apoyar a sus instituciones profesionales y académicas.” (CIP, 2011)

Ávila, M. G. (2002), nos dice que “El ejercicio de la investigación científica y el uso del conocimiento producido por la ciencia demandan conductas éticas en el investigador y en el maestro. La conducta no ética carece de lugar en la práctica científica. Debe ser señalada y erradicada. Aquel que con intereses particulares desprecia la ética en una investigación, corrompe a la ciencia y a sus productos y se corrompe a sí mismo. Existe un acuerdo general en que hay que evitar conductas no éticas en la práctica de la ciencia. Es mejor hacer las cosas bien que hacerlas mal. Pero el problema no es simple, porque no hay reglas claras e indudables. La ética trata con situaciones conflictivas sujetas a juicios morales” (p.93).

En esta investigación se ha respetado en absoluto los derechos de las personas involucradas; se hizo de conocimiento al propietario el motivo y la finalidad de la investigación, teniendo en cuenta que el propietario podría negarse hacer partícipe de esta.

Toda la información y los datos de los propietarios de cada vivienda se mantienen en absoluto secreto, cumpliendo así los principios éticos de investigación: principio de justicia (a todos los propietarios se les dio el mismo trato), principio de beneficencia (libre de riesgo para el propietario); además se utilizaron los datos de estos solo para fines de investigación, con estricta privacidad; es decir se respetó el derecho de anonimato.

Se deja en claro que la información obtenida en la presente investigación solo se utilizara para cumplir con los objetivos del estudio.

Los factores éticos considerados en este estudio están relacionados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto puede parecer un obstáculo para los investigadores, pero mejorar las actividades de investigación es la tarea principal de un miembro y puede mejorar la investigación, pero sobre todo respeta la dignidad humana. El propósito es proteger los derechos humanos.

En esta investigación se considera que la muestra no conlleva ningún riesgo ético, los datos recogidos de manera teórica y específica, serán citados y se tendrá en cuenta la originalidad del documento, se indica además que toda la información propuesta y recogida es verídica.

Los datos propuestos en el estudio tendrán un grado supremo de confiabilidad y exactitud en su recolección, se considerará la veracidad de estos. Del mismo modo la recolección teórica corresponde a un análisis intensivo de las teorías recolectadas de diversos documentos, considerando los lineamientos que solicita la universidad.

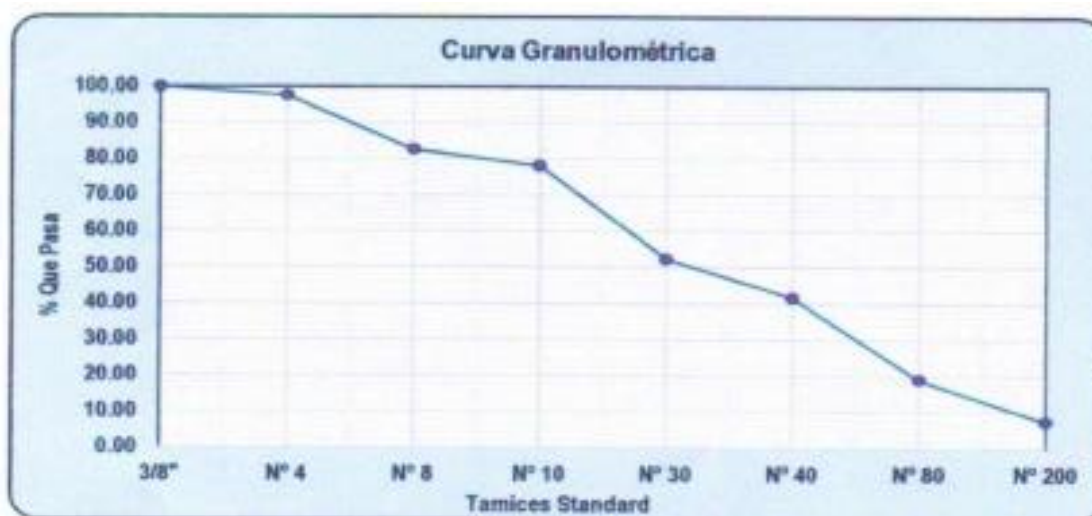
IV. RESULTADOS

Ensayo granulométrico de los agregados (agregado fino)

La prueba se realizó con un total de 1059,64 gramos de 9. Muestra seca (g), 993,08, después del lavado y 6.281 (% de pérdida).

Figure 2.-Análisis granulométrico por tamizado agregados finos.

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Observación
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo al agregado
N° 4	4.760	25.84	2.44	2.44	97.56	N° 30
N° 8	2.380	158.14	14.92	17.36	82.64	W. Muestra Seca (g)
N° 10		46.84	4.43	21.79	78.21	1059.64
N° 30	0.590	274.14	25.87	47.66	52.34	W. Muestra después lavado (g)
N° 40		113.07	10.67	58.33	41.67	993.08
N° 80		241.28	22.77	81.10	18.90	% Perdida
N° 200	0.075	122.65	11.57	92.68	7.32	6.281
Base		77.58	7.32	100.00	0.00	
Total		1059.64	-	-	-	

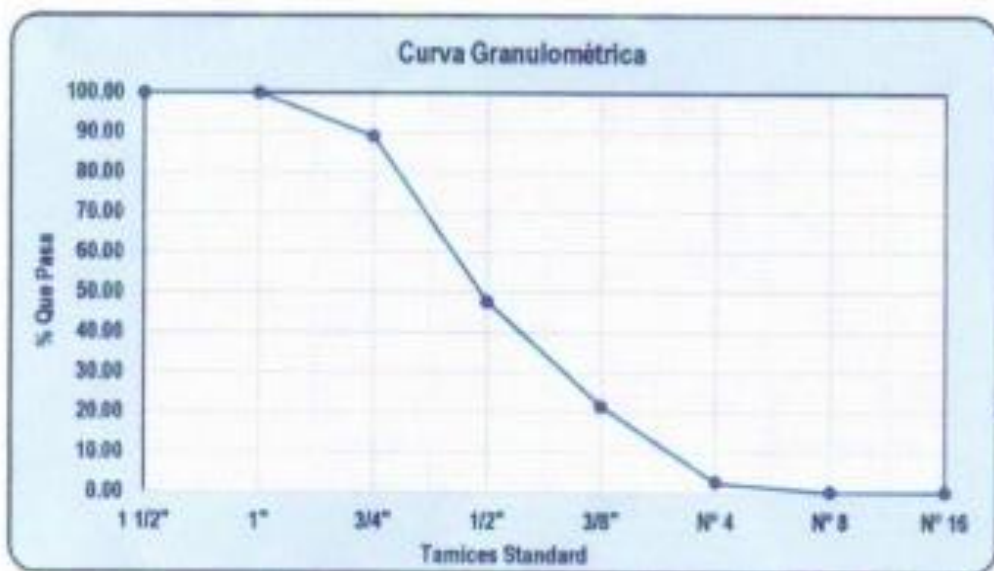


Fuente: Elaboración propia

4.2 Prueba del tamaño de partícula del agregado para beber (sólido sólido) y la densidad del agregado sólido.

Figure 3.-Análisis granulométrico por tamizado agregados gruesos.

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Observación
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo al agregado
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	1/2"
3/4"	19.050	947.64	10.96	10.96	89.04	W. Muestra Seca (g)
1/2"	12.700	3580.32	41.39	52.35	47.65	8649.37
3/8"	9.525	2271.40	26.26	78.61	21.39	W. Muestra después lavado (g)
N° 4	4.760	1637.07	18.93	97.54	2.46	8549.37
N° 8	2.380	212.94	2.46	100.00	0.00	% Perdida
N° 16	1.190	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	
Total		8549.37	-	-	-	



Fuente: Elaboración propia

4.3 Equivalente de arena

El propósito de esta prueba es obtener arena que corresponda al tamaño de partícula de la muestra total.

Figure 4.-Equivalente de arena.

CARACTERÍSTICAS	MUESTRA		
	EQA-1	EQA-2	EQA-3
W. Tara (g)	15.93	15.93	15.93
W. Muestra + Tara (g)	153.73	141.99	146.25
W. Muestra (g)	137.80	126.06	130.32
Hora de Entrada a Saturación	16:20:00	16:24:00	16:26:00
Hora de Salida de Saturación (10 min.)	16:30:00	16:34:00	16:36:00
Hora de Decantación (20 min.)	16:52:00	16:56:00	16:58:00
Altura del Material Fino (pulg.)	8.20	7.90	8.30
Altura de la Arena (pulg.)	4.30	4.05	4.30
Altura del Material Fino (mm.)	208.28	200.66	210.82
Altura de la Arena (mm.)	109.22	102.87	109.22
Equivalente de Arena (%)	53	52	52

Fuente: Elaboración propia

4.4 Ensayo de partícula con caras de fractura

Esto es importante porque significa determinar la gravedad del déficit de recaudación. Cuanto menor sea el número de caras, más fácil será pegarlas. Dependiendo del peso del material que tiene uno, dos o más defectos en la colección de cálculos, se definen los pasos para reparar el hueso.

Figure 5.-Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00

1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	765.02	6.80	6.80	93.20
1/2"	12.700	5311.30	47.23	54.03	45.97
3/8"	9.525	2959.93	26.41	80.44	19.56
Base		2200.39	19.56	100.00	0.00
Total		11246.64	W. Muestra Seca (g)		11246.64

PARTÍCULAS CON UNA CARA FRACTURADA							
Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	93.20	6.80	765.02	564.74	73.82	502.14
3/4"	1/2"	45.97	47.23	501.37	443.26	88.41	4175.21
1/2"	3/8"	19.56	26.41	200.84	173.90	86.59	2286.51
Total			80.44	1467.23	1181.90	248.82	6963.88
Partículas con una Cara Fracturada (%):				86.58			

PARTÍCULAS CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS							
Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	73.82	6.80	765.02	524.98	68.62	466.79
3/4"	1/2"	88.41	47.23	501.37	416.39	83.05	3922.11
1/2"	3/8"	86.59	26.41	200.84	150.42	74.90	1977.78
Total			80.44	1467.23	1091.79	226.57	6366.68
Partículas con Dos o Más Caras Fracturadas (%):				79.15			

4.5 Ensayo Contenido de Humedad

Theididdigar es suave y puede contener agua porque indica el nivel de humedad asociado con la detección de lo que está sucediendo en la mezcla. A nivel de laboratorio, usamos un poco de material seco para que puedas ver lo que necesitas para una humedad completa. De esta manera, se realiza el secado y se calcula para encontrar el contenido de humedad disponible. El propósito fue determinar el contenido de humedad total comparándolo con la masa seca por estimación NTP.

Figure 6.-Contenido de humedad.

AGREGADO FINO				
ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	62.45	58.10	59.61
2	W. Tara + Muestra Húmeda (g)	588.57	583.37	577.73
3	W. Tara + Muestra Seca (g)	565.25	562.20	576.37
4	W. Muestra Húmeda (g)	504.12	505.27	518.12
5	W. Muestra Seca (g)	502.50	504.10	516.76
6	W. Agua (g)	1.32	1.17	1.38
7	Contenido de Humedad (%)	0.263	0.232	0.263
8	Contenido de Humedad (%)	0.263		

AGREGADO GRUESO				
ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	130.54	115.97	123.21
2	W. Tara + Muestra Húmeda (g)	643.71	622.01	634.11
3	W. Tara + Muestra Seca (g)	640.38	618.81	630.65
4	W. Muestra Húmeda (g)	513.17	506.04	510.90
5	W. Muestra Seca (g)	509.84	502.84	507.44
6	W. Agua (g)	3.33	3.20	3.46
7	Contenido de Humedad (%)	0.653	0.636	0.682
8	Contenido de Humedad (%)	0.657		

Fuente: Elaboración propia

4.6 Ensayo de Marshall (objetivos)

Las pruebas de Marshall pueden determinar qué se requiere para el betún para una mezcla. Asimismo, como se le conoce por la combinación de asfalto de alta temperatura, es necesario asfaltar mediante pruebas mecánicas utilizando diferentes características del producto para determinar el valor apropiado para el asfalto de baja presión en el plano de la carretera. Encontré algo. Especialmente mucho.

Informe óptimo de asfalto modificado con caucho (10% de caucho)

Figure 7.-Ensayo de Marshall caucho 10%

DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADO Y ASFALTO				
W. TOTAL DE LA BRIQUETA: 1200 g.				
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (gr.)	45.22% Agregado Grueso (g)	44.78% Agregado Fino (g)	10.00% Filler (g)
4.50%	54	518.22	513.18	114.60
5.00%	60	515.51	510.49	114.00
5.50%	66	512.79	507.81	113.40
6.00%	72	510.08	505.12	112.80

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
ESPESOR Y/O ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H₅ (cm)	H₂ (cm)	H₃ (cm)	H₄ (cm)	Promedio (cm)
4.50%	6.59	6.55	6.58	6.51	6.56
5.00%	6.43	6.48	6.44	6.50	6.46
5.50%	6.48	6.52	6.54	6.54	6.52

6.00%	6.35	6.40	6.38	6.41	6.39
-------	------	------	------	------	------

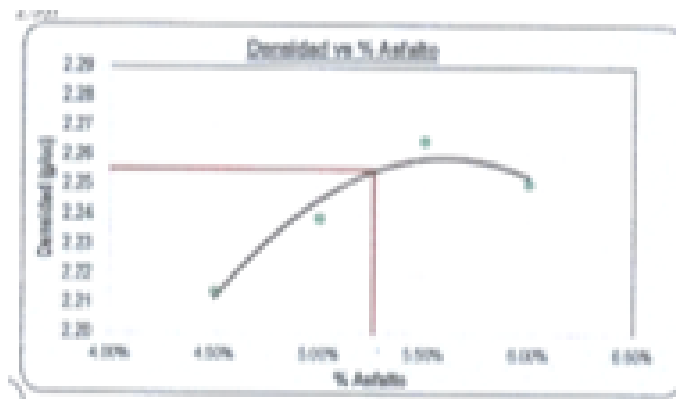
DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M_s	M_{SSS}	M_{SUM}	G (kg/m³)	G_{sub}
4.50%	1168	1188	660.56	2214.47	2.214
5.00%	1175	1189	664.22	2239.03	2.239
5.50%	1175	1190	671.15	2264.62	2.265
6.00%	1175	1192	670.08	2251.30	2.251

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO			
% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm.)
4.50%	12.4	1359	3.30
5.00%	53.9	1348	3.46
5.50%	34.5	1329	3.55
6.00%	86.1	1313	3.63

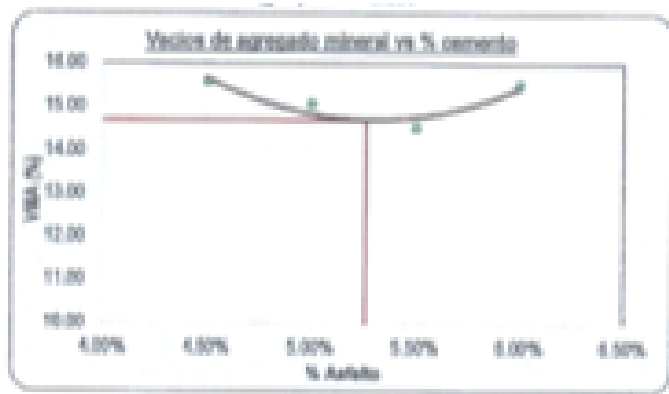
Figure 8.-Ensayo de Marshall Caucho 10%.

Ítem	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler Mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad Específica Seca Aparente (g/cc)	2.616	2.744	6.256	1.020
2	Gravedad Específica Seca Bulk (g/cc)	2.575	2.670	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.591	2.697	-	-
4	% de Agregado	45.22%	44.75%	50.00%	-
Gravedad Específica Seca Bulk + Combinación de Agregados (g/cc): 2.505					
Gravedad Específica Seca Aparente + Combinación de Agregados (g/cc): 2.557					

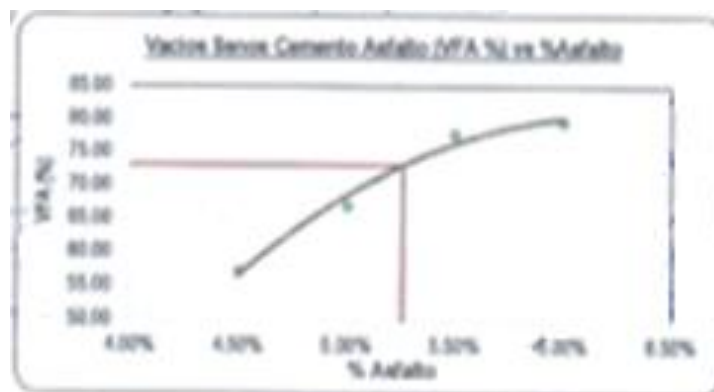
% Asfalto	G. Esp. Bulk de la Mezcla Compactada G_{sub}	G. Esp. Teórica Máxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_m
4.50%	2.254	2.373	2.535
5.00%	2.239	2.354	2.535
5.50%	2.265	2.340	2.535
6.00%	2.251	2.324	2.535
Asfalto: 5.250%			
Densidad (g/cc): 2.255			



% Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{AA}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{AE}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.50%	0.416	4.102	15.587
5.00%	0.416	4.004	15.061
5.50%	0.416	5.106	14.547
6.00%	0.416	5.009	15.524
Asfalto: 5.250%			
Vacíos de Agregado Mineral (VMA%): 14.710			



% Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	5.583	57.127
5.00%	4.574	57.021
5.50%	3.207	77.965
6.00%	3.567	77.778
Asfalto: 5.250%		
Vacíos Llenos de Asfalto (VFA%): 67.472		



4.7 Ensayo de Marshall – mezcla asfáltica modificada (15% de caucho)

Figure 9.-Ensayo de Marshall caucho 15%.

DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADO Y ASFALTO				
W. TOTAL DE LA BRIQUETA: 1200 g.				
ASFALTO		AGREGADOS		
% Asfalto	Asfalto (gr.)	45.22% Agregado Grueso (g.)	39.78% Agregado Fino (g.)	15.00% Filler (g.)
4.50%	54	518.22	455.88	171.90
5.00%	60	515.51	453.49	171.00
5.50%	66	512.79	451.11	170.10
6.00%	72	510.08	448.72	169.20

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
ESPESOR Y/O ALTURA DE LAS PROBETAS “BRIQUETAS”					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H₅ (cm)	H₂ (cm)	H₃ (cm)	H₄ (cm)	Promedio (cm)
4.50%	6.32	6.38	6.41	6.35	6.37
5.00%	6.16	6.20	6.19	6.23	6.20
5.50%	6.36	6.42	6.39	6.36	6.38
6.00%	6.48	6.53	6.51	6.57	6.52

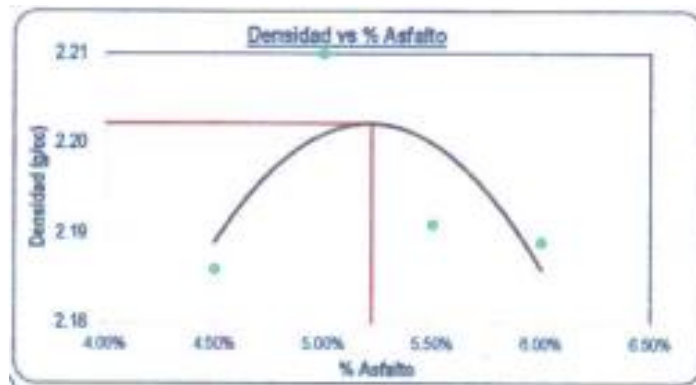
DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M_s	M_{sss}	M_{sum}	G (kg/m³)	G_{sub}
4.50%	1158	1183	653.34	2186.31	2.186
5.00%	1164	1189	662.31	2210.03	2.210
5.50%	1161	1190	660.07	2190.86	2.191
6.00%	1160	1191	661.18	2189.42	2.189

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO			
% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm.)
4.50%	15.6	1303	3.34
5.00%	49	1292	3.45
5.50%	36	1266	3.56
6.00%	84.9	1271	3.60

Figure 10.-Ensayo Marshall caucho 15%.

Ítem	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler Mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad Específica Seca Aparente (g/cc)	2.616	2.744	6.256	1.020
2	Gravedad Específica Seca Bulk (g/cc)	2.575	2.670	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.591	2.697	-	-
4	% de Agregado	45.22%	39.78%	15.00%	-
Gravedad Específica Seca Bulk + Combinación de Agregados (g/cc): 2.438					
Gravedad Específica Seca Aparente + Combinación de Agregados (g/cc): 2.487					

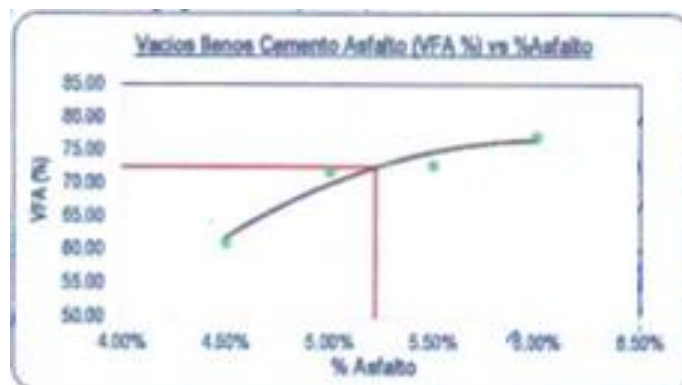
% Asfalto	G. Esp. Bulk de la Mezcla Compactada G_{sub}	G. Esp. Teórica Máxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_m
4.50%	2.186	2.315	2.463
5.00%	2.210	2.300	2.463
5.50%	2.191	2.285	2.463
6.00%	2.189	2.270	2.463
Asfalto: 5.220%			
Densidad (g/cc): 2.202			



% Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{AA}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{AE}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.50%	0.410	4.108	14.388
5.00%	0.410	4.510	13.901
5.50%	0.410	5.112	15.091
6.00%	0.410	5.614	15.617
Asfalto: 5.220%			
Vacíos de Agregado Mineral (VMA%): 14.410			



% Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	5.584	61.193
5.00%	3.912	71.856
5.50%	4.109	72.770
6.00%	3.558	77.152
Asfalto: 5.220%		
Vacíos Llenos de Asfalto (VFA%): 72.500		



4.8 Informe óptimo de asfalto convencional (sin caucho)

Figure 11.-Ensayo de Marshall asfalto convencional.

DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADO Y ASFALTO				
W. TOTAL DE LA BRIQUETA: 1200 g.				
ASFALTO		AGREGADOS		
% Asfalto	Asfalto (gr.)	45.22% Agregado Grueso (g.)	54.78% Agregado Fino (g.)	0.00% Filler (g.)
4.50%	54	518.22	627.78	0.00
5.00%	60	515.51	624.49	0.00
5.50%	66	512.79	621.21	0.00
6.00%	72	510.08	617.92	0.00

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
ESPESOR Y/O ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H₅ (cm)	H₂ (cm)	H₃ (cm)	H₄ (cm)	Promedio (cm)
4.50%	6.51	6.54	6.57	6.56	6.55
5.00%	6.40	6.43	6.41	6.48	6.43
5.50%	6.60	6.62	6.56	6.59	6.59
6.00%	6.29	6.34	6.30	6.33	6.32

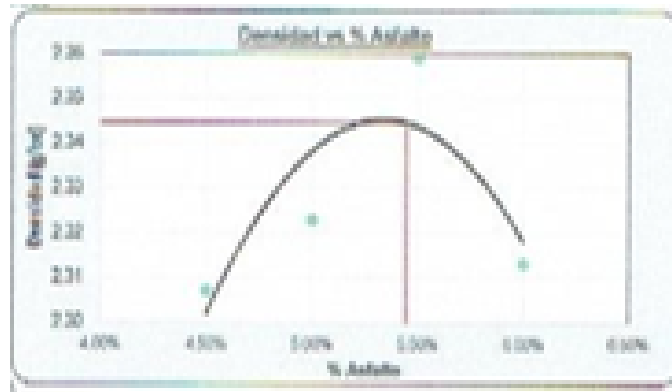
DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M_s	M_{SSS}	M_{SUM}	G (kg/m³)	G_{sub}
4.50%	1160	1175	672.26	2307.35	2.307
5.00%	1172	1178	673.48	2323.00	2.323
5.50%	1172	1180	683.15	2358.88	2.359
6.00%	1170	1176	670.09	2312.68	2.313

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO			
% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm.)
4.50%	10.9	1296	3.34
5.00%	52	1294	3.45
5.50%	27	1286	3.56
6.00%	90	1275	3.60

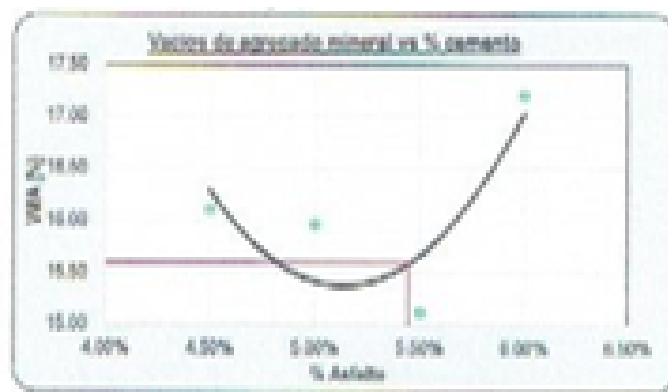
Figure 12.-Ensayo de Marshall asfalto convencional.

Ítem	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler Mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad Específica Seca Aparente (g/cc)	2.616	2.744	-	1.000
2	Gravedad Específica Seca Bulk (g/cc)	2.575	2.670	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.591	2.697	-	-
4	% de Agregado	45.22%	54.34%	-	-
Gravedad Específica Seca Bulk + Combinación de Agregados (g/cc): 2.636					
Gravedad Específica Seca Aparente + Combinación de Agregados (g/cc): 2.655					

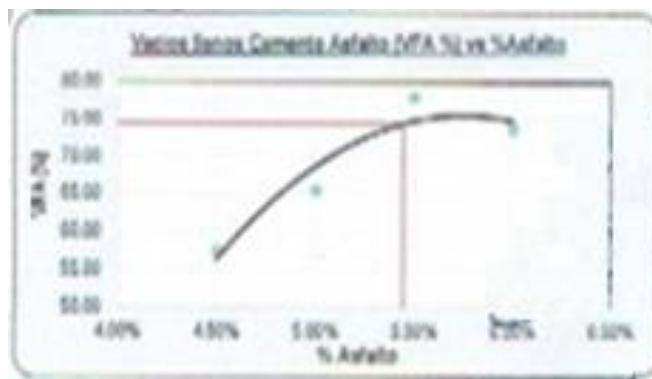
% Asfalto	G. Esp. Bulk de la Mezcla Compactada G_{sub}	G. Esp. Teórica Máxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_m
4.50%	2.307	2.417	2.463
5.00%	2.323	2.456	2.463
5.50%	2.339	2.440	2.463
6.00%	2.313	2.422	2.463
Asfalto: 5.445%			
Densidad (g/cc): 2.342			



% Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{AA}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{AE}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.50%	0.427	4.108	16.137
5.00%	0.427	4.594	15.966
5.50%	0.427	5.096	15.154
6.00%	0.427	5.590	17.210
Asfalto: 2.442%			
Vacíos de Agregado Mineral (VMA%): 15.600			



% Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	6.552	57.450
5.00%	5.506	65.527
5.50%	3.328	77.982
6.00%	4.515	73.752
Asfalto: 5.442%		
Vacíos Llenos de Asfalto (VFA%): 74.500		



4.9 Características de diseño (Grupo de Control) Ensayo Marshall

Table 3.-Tabla mezcla asfáltica vs mezcla modificada.

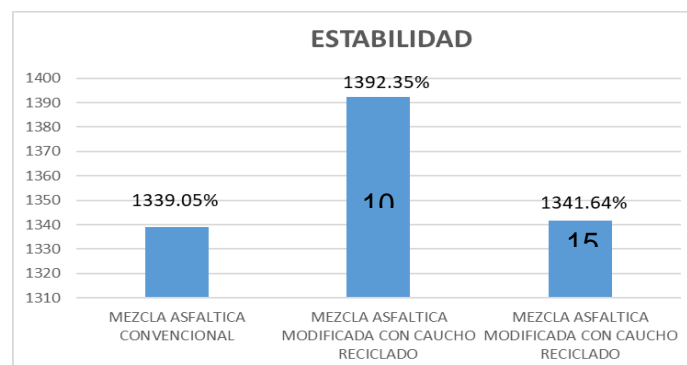
PARAMETROS DE DISEÑO	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica modificada (GCR)	
		10%	15%
% Cemento asfáltico en peso	5.45%	5.26%	5.22%
Gravedad especifica seca Bulk	2.49235%	2.505	2.438
Vacios	4%	4%	4%
Vacios agregados mineral	15.6%	14.71%	14.41%
Vacios llenados con cemento asfáltico	74.5	73.2	72.5
Flujo	3.54	3.51	3.50
Estabilidad	1339.05	1392.35	1341.64
Factor de rigidez	3782.63	3966.81	3829.97

Fuente: Elaboración propia

En tabla se tiene los parámetros de diseño.

Para este estudio de Diseño se consideró dos posibilidades de proporción en cuanto al incremento del caucho en la mezcla asfáltica, con mejor resultado en sus propiedades.

4.10 Tipo de Mezcla Vs. Estabilidad

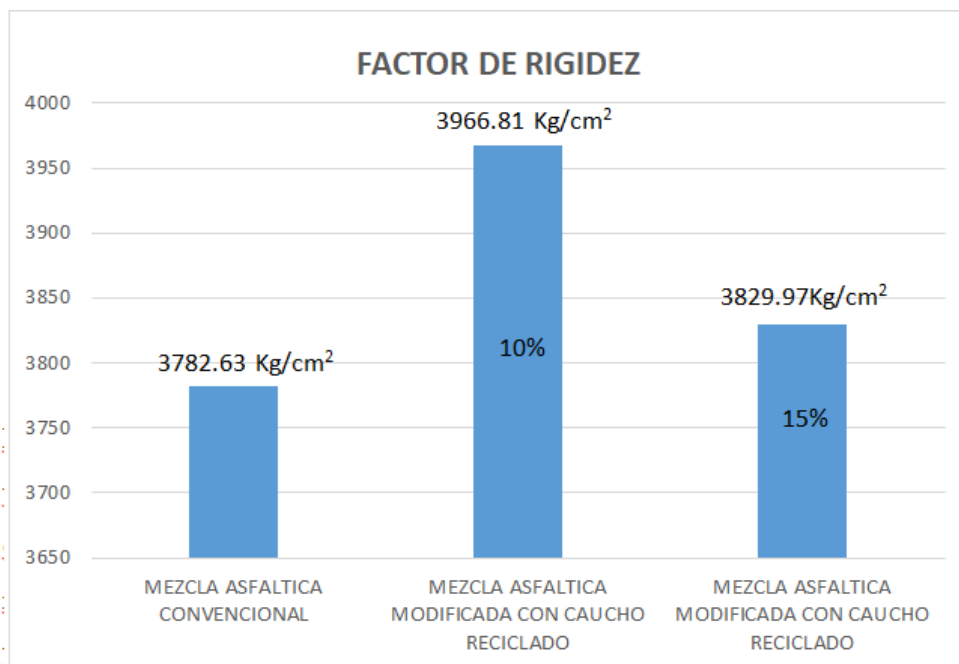


Podemos apreciar que al 10% y 15 % de GCR hay más estabilidad.

De mezcla modificada con 10% de GCR, la estabilidad muestra un aumento de 3.83%, respecto a la convencional, indicando mayor rigidez.

Con respecto a la mezcla con 15% de GCR, la estabilidad muestra un aumento de 0.19% en referencia a la convencional, siendo menor que la anterior, resaltando en este caso la que está al 10%.

4.11 Tipo de Mezcla Vs. Índice de Rigidez



Se confirmó la diferencia entre las tres combinaciones. Esto asegura que la goma reutilizable del MAC proporciona una mayor flexibilidad y un mejor rendimiento con respecto a la deformación. También hay beneficios de usarlo en grandes cantidades, como implementar la máxima trayectoria y kilometraje, hacer una contribución económica y usar GCR en bonos de alquitrán caliente.

V. DISCUSIÓN

Esto es muy importante en economía. Porque agregar GCR al puente de gas de alto riesgo (MAC) reemplaza el agregado positivo, mejora la estabilidad, reduce el flujo de agua, aumenta la rigidez, la eficiencia, la adhesión y, lo más importante, porque aumenta la resistencia. Asfalto al que se adjunta la fábrica. La mezcla asfáltica modificada se utiliza durante 25-30 años, y el resto de los primeros 12 años depende del deterioro de los elementos que se utilizan hoy.

Comparado con los productos convencionales, tiene durabilidad, cumple con especificaciones, bajo flujo, alta resistencia a la tracción, alta estabilidad y baja resistencia a la tracción, por lo que tiene un excelente parecido cuando se combina con agregado de cemento y asfalto y es muy económico a largo plazo. Probar. Es más estable y ahorra al evitar el mantenimiento y las reparaciones incluso después de 10 o 15 años. Con casi 12 años, los limones todavía estaban maduros en comparación con Al antes, por lo que evitó cuidarlos hasta 25 años después.

Este estudio se realizó en el Laboratorio Inge Servicios SAC, donde se formuló y aprobó una mezcla de alquitrán modificado con GCR (Fajardo Luis y Vergaray Alfonso, 2014). En este caso, el caucho se une como un compuesto y reemplaza a los buenos. Mejorar la mezcla de asfalto con polvo elástico total con una estabilidad de 3.83% (10% GCR), prolongará la vida hasta 30 años y requiere cuidados mínimos (cada 10 o 15 años).

Igualmente; Sibal y col. (2009) Camiones de alquitrán fijos secados mediante la adición de muletas de goma. Se ha demostrado que esto produce una mezcla de compuestos resistentes al estrés en diferentes rangos de temperatura.

V.- CONCLUSIONES

El GCR se recicla para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica. Como lo confirmó la prueba del modelo Marshall, el proceso de secado tuvo un aumento del 4.64% (aumento del 10% en GCR) sobre las uniones de asfalto estándar producidas por los desechos.

El compuesto recubierto con caucho reciclado tiene una resistencia de 3.83% (GCR aumentado en un 10%), 1392.35 kg y una estabilidad de 1339.05 kg, que se confirma que contribuyen a la mejora de la tolerancia a fallas.

Los neumáticos causan contaminación cuando se tiran y juegan un papel importante en la superación de los problemas ambientales y la reducción de la contaminación ambiental, por lo que deben usarse sobre asfalto para obtener beneficios ambientales.

También encomiamos el desarrollo de una vida vial sostenible a largo plazo y concluimos que el aumento es al menos 10 años más largo que la integración tradicional.

Las pruebas de Marshall con un 10% y un 15% del volumen total reafirmaron que el uso de una buena mejora del 10% en la mezcla de materiales.

VI. RECOMENDACIONES

En este sentido, en Perú, el asfalto también es una fuente importante de impactos ambientales positivos, por lo que es necesario ampliar la investigación sobre la mezcla de asfalto con un sistema de secado con mayor GCR.

Se recomienda a los profesores asociados a la formación de métodos para facilitar la enseñanza en formulaciones poliméricas, como el uso de GCR en asfalto tratado térmicamente. Esto contribuye a la expansión del conocimiento profesional y al desarrollo de estándares de paisaje. Habilidades especiales.

Se recomienda utilizar este alquitrán modificado en el país para decidir los mejores beneficios que ofrece en las diferentes condiciones climáticas del Perú. Esto le permite profundizar en su investigación para mejorar la precisión del entorno de integración.

VII. REFERENCIAS

- Costa, F. (2018, 20 de abril). Flujo Vehicular por Unidades de Peaje. INEI. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/flujo-vehicular-febrero-2018.pdf>
- Nuha, M., Asim, H., Mohamed, R., & Mahrez, A. (2012, 9 de enero). An overview of crumb rubber modified asphalt. *International Journal of the Physical Sciences*. Recuperado de http://www.academicjournals.org/article/article1380370290_Máshaan%20et%20al.pdf
- Vargas, N., & Rodríguez, F. (2014). Diagnóstico de las condiciones superficiales y evaluación del comportamiento estructural del pavimento de las vías construidas por el instituto de desarrollo urbano con asfalto modificado con caucho reciclado de llanta (GCR), en las localidades de Fontibón, Bosa y Teusaquillo, en la ciudad de Bogotá. (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- Guochao, Q. (2009). Asphalt Rubber. Nanjing, China: Conference.
- Rahman, M. (2004). Charaterisati3n of dry process crumb rubber modified asphalt mixtures. The University of Notingham, United Kingdom.
- Minaya, S. & Ordoñez, A. (2006). Diseoño moderno de pavimentos asfálticos. Tacna, Perú: ICG.
- Fajardo, L., & Vergaray, D. Efecto de la incorporaci3n por vía seca, d de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Perú.
- Xiang, S., & Baoshan, H. (2013). Recycling of waste tire rubber in asphalt and portland cement concrete. *Construction and Building Materials*, 9(1), 01-09.
- State of California Department of Transportation. (2013). asphalt rubber usage guide. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813010490>

- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). PAVIMENTOS materiales, construcción y diseño. Bogotá, Colombia: ECOE.
- Lo Presti, D. (2013, 29 de setiembre). Recycled tyre rubber modified bitumens for road asphalt mixtures: a literatura review. Construction and Building Materials. Recuperado de http://eprints.nottingham.ac.uk/3124/1/Lo_Presti_Recycled_tyre_rubber_modified_bitumens.pdf con asfalto 80-100.
- Infraestructura Vial. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/download/2063/2026>
- Williams, M., Tutty, L. y Grinnell (2005). Writing quantitative proposals and reports. En R. M. Grinnell y Y. A. Uneumático recicladoau (Eds.). Social work: Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches (7a. ed., pp. 372-384). Nueva York: Oxford üiversity Press.
- Bardesi, A., & Pérez, I. (2007, 16 de octubre). Innovaciones en Ligantes. Carreteras. Recuperado de <http://www.institutoivia.com/revista%20carreteras/REVISTA%20155%20AEC.pdf>
- Reyes, F. (2008). “Uso de desechos en Mezclas asfálticas”. Síntesis de la investigación colombiana. Pontificia Universidad Javeriana.
- Angulo, R. (2005). “Modificación de un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos”. Universidad distrital.
- SCHOOL OF ENGINEERING (2015) Marshall Mix Design and Analysis. Recuperado de http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/6226/9/09_chapter%204.pdf
- MATHEW AND K V KRISHNA RAO (2000) Introduction to Transportation Engineering. Recuperado de <http://nptel.ac.in/courses/105101087/downloads/Lec-26.pdf>
- Laberian, L. (2004). Utilización de aditivos polímeros en pavimentos flexibles.

Universidad Nacional de Ingeniería. Tacna, Perú

- Dávila, M. (2005). Análisis comparativo de módulo resiliente y ensayos de deformación permanente en mezclas asfálticas del tipo (MCD2) en briquetas
- Briceño, M. (2015, 28 de mayo). Salidas al impacto ambiental generado por las llantas usadas. COLPATRIA MULTIBANCA. Recuperado de <https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-colombia/Colpatria/pdf/acerca-de/protocolo-verde/impacto-ambiental-llantas-usadas.pdf>
- Calahorra, M., Giménez, Z., Herrera, R., Martínez, J., & Salazar, L. (Noviembre de 2016). Análisis de ciclo de vida de mezcla asfáltica con/sin caucho: estudio de caso. En A. Reyes (Presidencia), Nuevas tendencias en la construcción sostenible. Conferencia llevada a cabo en el VII Elagec – II SelN2co, Bogotá, Colombia.
- Reyes, F., Madrid, M., & Salas, S. (2007, 17 de febrero). Mezclas asfálticas modificadas con un elastómero (caucho) y un elastómero (tiras de bolsa de leche)
- compactadas con martillo Marshall y compactador giratorio. Universidad Javeriana, Bogotá.
- CIVILENGINEERSPK (2016) “Exp 7 Marshall Method of Mix Design”.
- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Estudio de las mejoras mecánicas de mezclas asfálticas con desechos de llanta. (2002). Bogotá, Universidad de Los Andes.
- JOHN.EMERY (2016) Evaluation of Rubber Modified Asphalt Demonstration Projects, Recuperado de <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1995/1515/1515-005.pdf>
- Pereda, R. (2015). Investigación de los asfaltos modificados con el uso del caucho reciclado de llantas y su comparación técnica –económico con los asfaltos convencionales. Trujillo, Perú.

- INTAN SUHANA (2015) Marshall Mix Design Method. Recuperado de: http://ocw.ump.edu.my/pluginfile.php/14252/mod_resource/content/1/OCW%20Marshall%20Mix%20Design%20Method.pdf
- Herrera, J Y Yasmila (2005). Aplicación de mezclas asfálticas modificadas con caucho, programa de seguimiento en ruta X-65 y 60-CH. Tesis (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Físicas y Matemáticas, Depto. de Ing. Civil.
- Díaz, C. (2017). Implementación del grano del caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá, Universidad Santo Tomás.

□ Gómez m. (2006). introducción a la Metodología de la investigación científica.

Córdoba: Editorial Brujas.

□ Barragán R. (2003). Guía para la formulación y ejecución de proyectos de investigación. Córdoba: Off Set Boliviana Ltda.

• Vega, D. (2016). Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

• Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Selección de la muestra. En Metodología de la Investigación (pp. 170-191). México: McGraw-Hill.

• Arias, J., Villasís, M. y Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. Rev Alerg Méx, 63(2), 201-206.

• Núñez, M. (2007). Las Variables: Estructuras y Función en la hipótesis.

Investigación Educativa, 11(20), 16ma - 2016. 2016.

ANEXOS



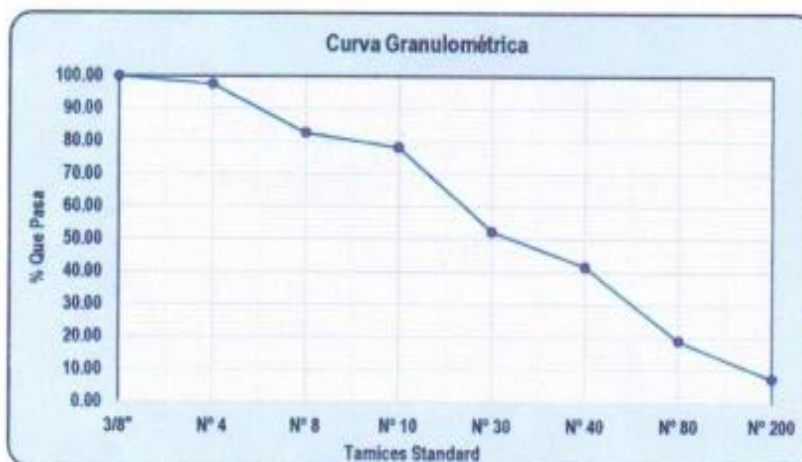




ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** : Agregado Fino
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Observación
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo del agregado
Nº 4	4.760	25.84	2.44	2.44	97.56	Nº30
Nº 8	2.380	158.14	14.92	17.36	82.64	W. Muestra seca (g)
Nº 10		46.94	4.43	21.79	78.21	1059.64
Nº 30	0.590	274.14	25.87	47.66	52.34	W. Muestra despues lavado (g)
Nº 40		113.07	10.67	58.33	41.67	993.08
Nº 80		241.26	22.77	81.10	18.90	% Perdida
Nº 200	0.075	122.65	11.57	92.68	7.32	6.281
Base		77.58	7.32	100.00	0.00	
Total		1059.64	-	-	-	



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

INGESERVICIOS S.A.C.

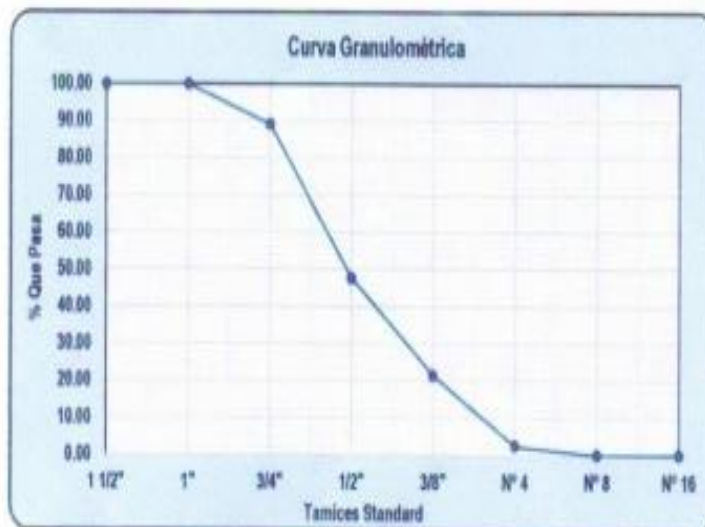
Juan R. Rosales Heredia
 Ing. Civil CIP. 76004
 JEFE DE LABORATORIO
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

Eduardo K. Incahuaza Aguilar
 LABORATORISTA
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** : Agregado Grueso
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Observación
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo del agregado
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	1/2"
3/4"	19.050	947.64	10.96	10.96	89.04	W. Muestra seca (g)
1/2"	12.700	3580.32	41.39	52.35	47.65	8649.37
3/8"	9.525	2271.40	26.26	78.61	21.39	W. Muestra después lavado (g)
Nº 4	4.750	1637.07	18.93	97.54	2.46	8649.37
Nº 8	2.380	212.94	2.46	100.00	0.00	% Perdida
Nº 16	1.190	0.00	0.00	100.00	0.00	0.000
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	
Total		8649.37	-	-	-	



INGESERVICIOS S.A.C.

Juan A. Rojas Heredia
 Ing. Civil (P. 7204)
 JEFE DE LABORATORIO
 Mecánica de Suelos, Pavimentación y Concreto

Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

Franco K. Incahuasi Aguilar
 LABORATORISTA
 Mecánica de Suelos, Pavimentación y Concreto

EQUIVALENTE DE ARENA

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** : Agregado Fino
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	EQA-1	EQA-2	EQA-3
W. tara (g)	15.93	15.93	15.93
W. Muestra + Tara (g)	153.73	141.99	146.25
W. Muestra (g)	137.80	126.06	130.32
Hora de entrada a saturación	16:20:00	16:24:00	16:26:00
ra de salida de saturación (10 min)	16:30:00	16:34:00	16:36:00
Hora de decantación (20 Min)	16:52:00	16:56:00	16:58:00
Altura del Material Fino (pulg)	8.20	7.90	8.30
Altura de la arena (pulg)	4.30	4.05	4.30
Altura del Material Fino (mm)	208.28	200.66	210.82
Altura de la arena (mm)	109.22	102.87	109.22
Equivalente de Arena (%)	53	52	52


INGESERVICIOS S.A.C.
Juan R. Rosales Horodía
Ingeniero Civil, 79058
 JEFE DE LABORATORIO
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

Fernando K. Incaaculpa Aguilar
LABORATORISTA
Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** : Agregado Fino
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	766.02	6.80	6.80	93.20
1/2"	12.700	5311.30	47.23	54.03	45.97
3/8"	9.525	2969.93	26.41	80.44	19.56
Base		2200.39	19.56	100.00	0.00
Total		11246.64		W. Muestra Seca (g):	11246.64

Partículas con una Cara Fracturada

Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	93.20	6.80	766.02	564.74	73.62	502.14
3/4"	1/2"	45.97	47.23	501.37	443.26	88.41	4175.21
1/2"	3/8"	19.56	26.41	200.84	173.90	86.59	2286.51
Total			80.44	1467.23	1181.90	248.82	6963.86

Partículas con una Cara Fracturada (%):
86.58
Partículas con dos o más Caras Fracturadas

Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	73.62	6.80	766.02	524.98	68.62	468.79
3/4"	1/2"	88.41	47.23	501.37	416.39	83.05	3922.11
1/2"	3/8"	86.59	26.41	200.84	150.42	74.90	1977.78
Total			80.44	1467.23	1091.79	226.57	6366.68

Partículas con dos o más Caras Fracturadas (%):
79.15
INCOESERVICIOS S.A.C.
Juan R. Rosales Horedia
 Ing. Civil
 RUC: 20501230000
 Oficina de Suelos, Pavimentos y Concreto

Fernando K. Escudé Aguilar
 LABORATORISTA

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

Agregado Fino

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	62.45	58.10	59.61
2	W.Tara + Muestra Humeda (g)	566.57	563.37	577.73
3	W Tara + Muestra Seca (g)	505.25	562.20	576.37
4	W. Muestra Humeda (g)	504.12	505.27	518.12
5	W. Muestra Seca (g)	502.80	504.10	516.76
6	W. Agua (g)	1.32	1.17	1.38
7	Contenido de Humedad (%)	0.263	0.232	0.263
8	Contenido de Humedad (%)	0.253		

Agregado Grueso

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHG-1	CHG-2	CHG-3
1	W. Tara (g)	130.54	115.97	123.21
2	W.Tara + Muestra Humeda (g)	643.71	622.01	634.11
3	W Tara + Muestra Seca (g)	640.38	618.81	630.65
4	W. Muestra Humeda (g)	513.17	506.04	510.90
5	W. Muestra Seca (g)	509.84	502.84	507.44
6	W. Agua (g)	3.33	3.20	3.46
7	Contenido de Humedad (%)	0.653	0.636	0.682
8	Contenido de Humedad (%)	0.657		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.


 Fernando K. Incahuasi Aguilar
 LABORATORISTA
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Control

INGESERVICIOS S.A.C.


 Juan P. Rosales Horechia
 INGENIERO EN SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Control

**RESISTENCIA E MEZCLA BITUMINOSAS
EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL**

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

W. total de la Briqueta:		1200 g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (gr)	45.22% Agregado grueso (g)	44.78% Agregado fino (g)	10.00% Filler (g)
4.50%	54	518.22	513.18	114.60
5.00%	60	515.51	510.49	114.00
5.50%	66	512.79	507.81	113.40
6.00%	72	510.08	505.12	112.80

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"

% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.50%	6.59	6.55	6.58	6.51	6.56
5.00%	6.43	6.48	6.44	6.50	6.46
5.50%	6.48	6.52	6.54	6.54	6.52
6.00%	6.35	6.40	6.38	6.41	6.39

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M _s	M _{ESS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{mb}
4.50%	1168	1188	660.56	2214.47	2.214
5.00%	1175	1189	664.22	2239.03	2.238
5.50%	1175	1190	671.15	2264.82	2.265
6.00%	1175	1192	670.08	2251.30	2.251

Es la optima

INGESERVICIOS S.A.C.

Juan B. Rosales Heredia
 Ing. Civil CP 75188
 JEFE DE LABORATORIO
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

esta es la optima
 por el alto
 espesor y fluencia
 de la mezcla y variaciones

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.01" (mm)
4.50%	12.4	1359	3.30
5.00%	53.9	1348	3.46
5.50%	34.5	1329	3.55
6.00%	86.1	1313	3.63

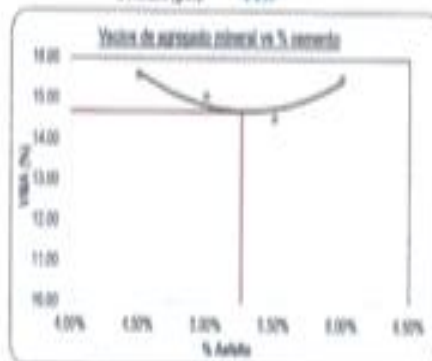
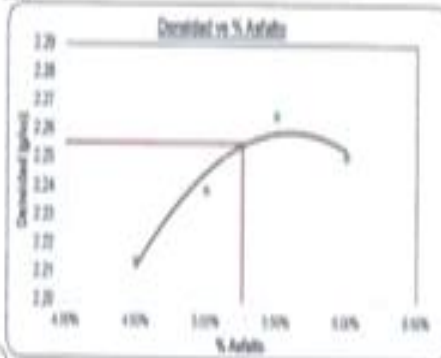
Fernando K. Dicolupto Aguilar
 LABORATORISTA
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

RESISTENCIA E MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

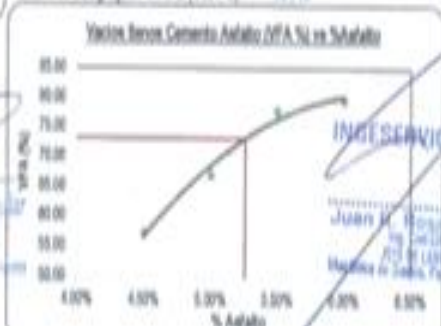
Item	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad específica seca aparente (g/cc)	2.616	2.744	6.258	1.020
2	Gravedad específica seca Bulk (g/cc)	2.575	2.670	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficie seca (g/cc)	2.591	2.687	-	-
4	% de Agregado	45.22%	44.79%	10.00%	-
Gravedad Específica Seca Bulk - Combinación de Agregados (g/cc)		2.505			
Gravedad Esp. Seca Aparente - Combinación de Agregados (g/cc)		2.557			

% de Asfalto	G. Esp. Bulk de la mezcla Compactada G_{mb}	G. Esp. Teórica Máxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_{se}
4.00%	2.214	2.573	2.531
5.00%	2.239	2.566	2.531
5.50%	2.265	2.540	2.531
6.00%	2.251	2.324	2.531
Asfalto: 5.260%			
Densidad (g/cc): 2.251			



% de Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_a	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{ae}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.00%	0.416	4.102	15.567
5.00%	0.416	4.604	15.061
5.50%	0.416	5.106	14.547
6.00%	0.416	5.609	14.024
Asfalto: 5.260%			
Vacíos de agregado Mineral (VMA %):			14.710

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VIM	% Vacíos Libres de Asfalto VFA
4.00%	6.663	57.127
5.00%	4.974	67.018
5.50%	3.207	77.961
6.00%	2.167	88.028
Asfalto: 5.260%		



INGE SERVICIOS S.A.C.
 Juan M. Rodríguez Flores
 Ing. Civil N.º 138
 M.I.C. N.º 148942000
 Oficina de Ingeniería y Construcción

**RESISTENCIA E MEZCLA BITUMINOSAS
EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL**

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

Determinación de las Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

W total de la Briqueta:		g		
ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (gr)	45.22% Agregado grueso (g)	30.70% Agregado fino (g)	15.00% Filler (g)
4.50%	54	518.22	455.80	171.90
5.00%	60	515.51	453.49	171.00
5.50%	66	512.79	451.11	170.10
6.00%	72	510.08	448.72	169.20

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"

% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.50%	6.32	6.30	6.41	6.35	6.37
5.00%	6.16	6.20	6.19	6.23	6.20
5.50%	6.30	6.42	6.30	6.35	6.30
6.00%	6.48	6.53	6.51	6.57	6.52

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M ₁	M ₂	M ₃	G (kg/m ³)	G ₂₀
4.50%	1158	1163	653.34	2186.31	2.186
5.00%	1164	1189	662.31	2210.03	2.210
5.50%	1161	1190	660.07	2190.86	2.191
6.00%	1160	1191	661.18	2189.42	2.189

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Índice de Flujo 0.91" (mm)
4.50%	15.6	1303	3.34
5.00%	49	1292	3.45
5.50%	30	1286	3.56
6.00%	84.9	1271	3.60

Fernando C. Hernández Aguilar
LABORATORISTA
 Oficina de Control, Promoción y Control

INGESERVICIOS S.A.C.

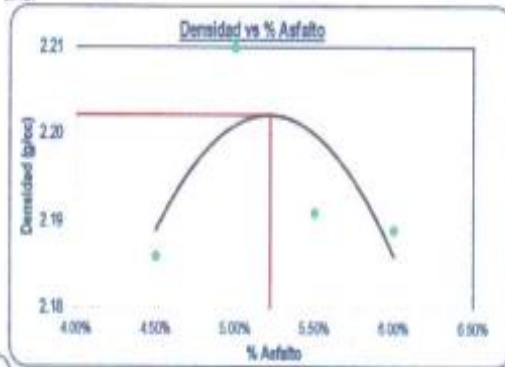
Juan H. Rosales Heredia
 Ing. Civil (P. Titulo)
 2017 DE LICENCIATURA
 Mecánica de Suelos, Fundaciones y Concrete

RESISTENCIA E MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

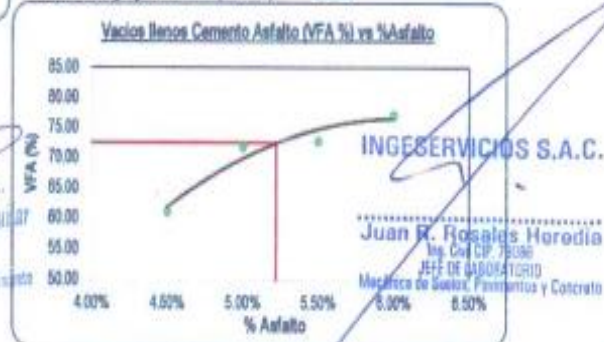
Item	Características	Muestras			
		Ag. Grueso	Ag. Fino	Filler mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad específica seca aparente (g/cc)	2.616	2.744	6.256	1.020
2	Gravedad específica seca Bulk (g/cc)	2.575	2.670	-	-
3	Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca de Bulk (g/cc)	2.591	2.697	-	-
4	% de Agregado	45.22%	39.78%	15.00%	-
Gravedad Específica Seca Bulk - Combinación de Agregados (g/cc)		2.438			
Gravedad Exp. Seca Aparente - Combinación de Agregados (g/cc)		2.487			

% de Asfalto	G. Esp. Bulk de la mezcla Compactada G_{mb}	G. Esp. Teórica Maxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_{se}
4.50%	2.186	2.315	2.463
5.00%	2.210	2.300	2.463
5.50%	2.191	2.285	2.463
6.00%	2.189	2.270	2.463
Asfalto:		5.220%	
Densidad (g/cc):		2.202	



% de Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{ba}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{be}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.50%	0.410	4.108	14.388
5.00%	0.410	4.610	13.901
5.50%	0.410	5.112	15.091
6.00%	0.410	5.614	15.617
Asfalto:		5.220%	
Vacíos de agregado Mineral (VMA %): 14.410			

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Llenos de Asfalto VFA
4.50%	5.584	61.193
5.00%	3.912	71.856
5.50%	4.109	72.774
6.00%	3.568	77.152
Asfalto:		5.220%
Vacíos llenos Cemento asfalto (VFA %):		72.500



Fernando K. Inocencio Aguilar
 LABORATORISTA
 Laboratorio de Control de Calidad y Control

INGESERVICIOS S.A.C.
 Juan R. Rosales Heredia
 Ing. Civil CP. 8046
 JEFE DE LABORATORIO
 Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

**RESISTENCIA E MEZCLA BITUMINOSAS
EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL**

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

W_{total} de la Briqueta: 1200 g

ASFALTO		AGREGADOS		
% de Asfalto	Asfalto (gr)	45.22% Agregado grueso (g)	54.78% Agregado fino (g)	0.0% Filler (g)
4.50%	54	518.22	527.78	0.00
5.00%	60	515.51	524.49	0.00
5.50%	66	512.79	521.21	0.00
6.00%	72	510.00	517.92	0.00

Determinación del Espesor, Densoct Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"

% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.50%	6.51	6.54	6.57	6.56	6.55
5.00%	6.40	6.43	6.41	6.48	6.43
5.50%	6.60	6.62	6.56	6.58	6.59
6.00%	6.29	6.34	6.30	6.33	6.32

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

% Asfalto	M ₀	M ₁₀₀₀	M ₁₀₀₀	G (kg/m ³)	G _{me}
4.50%	1160	1175	672.26	2307.36	2.307
5.00%	1172	1178	673.48	2323.00	2.323
5.50%	1172	1180	683.15	2358.66	2.359
6.00%	1170	1176	670.99	2312.66	2.313

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad (kg)	Indice de Flujo 0.01" (mm)
4.50%	10.9	1296	3.34
5.00%	62	1294	3.45
5.50%	27	1288	3.58
6.00%	90	1275	3.60

INGESERVICIOS S.A.C.

Juan M. Rosales
 Gerente General
 Oficina de Gerencia, Planeación y Control

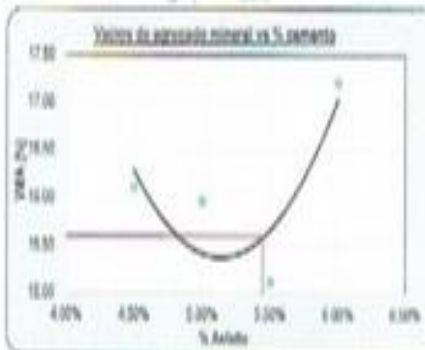
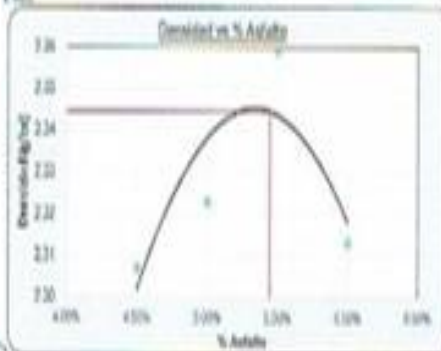
Rosales K. Inocencio
 LABORATORISTA
 Oficina de Gerencia, Planeación y Control

RESISTENCIA E MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

PROYECTO : Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Cusco 2020
SOLICITANTE : Meza del Carpio, Jesika Lucero **MATERIAL** :
ESTUDIO : Calidad de Materiales
UBICACIÓN : Cusco-Cusco-Cusco
FECHA : 23 de marzo 2020

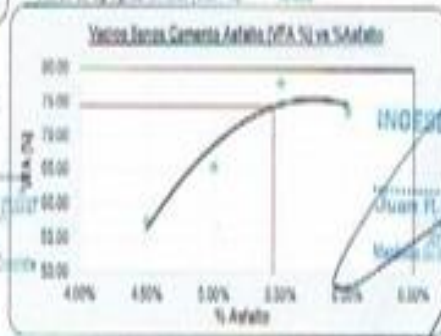
Item	Características	Muestras			
		Ag. Origen	Ag. Frio	Filler mineral	Cemento Asfáltico
1	Gravedad específica seco aparente (g/cc)	2.619	2.744	-	1.000
2	Gravedad específica seco Bulk (g/cc)	2.675	2.670	-	-
3	Gravedad Especifica Saturada Superficialmente seco de Bulk (g/cc)	2.591	2.687	-	-
4	% de Agregado	65.72%	54.78%	-	-
Gravedad Especifica seco Bulk - Combinación de Agregado (g/cc)		2.626			
Gravedad Esp. Secc Aparente - Combinación de Agregado (g/cc)		2.685			

% de Asfalto	G. Esp. Bulk de la mezcla Compactada G_{mb}	G. Esp. Teórica Maxima G_{mm}	G. Esp. Efectiva del Agregado G_{se}
4.50%	2.307	2.477	2.605
5.00%	2.323	2.458	2.605
5.50%	2.339	2.440	2.605
6.00%	2.313	2.422	2.605
Asfalto 5.448%			
Densidad (g/cc) 2.343			



% de Asfalto	Porcentaje de Asfalto Absorbido P_{ab}	Porcentaje de Asfalto Efectivo P_{ae}	% Vacíos en el Agregado Mineral VMA
4.50%	0.427	4.092	16.507
5.00%	0.427	4.094	15.908
5.50%	0.427	5.086	15.114
6.00%	0.427	5.588	17.210
Asfalto 5.448%			
Valores de agregado Mineral (VMA %)			15.633

% de Asfalto	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos de Llenos de Asfalto VA
4.50%	6.882	67.460
5.00%	5.505	66.527
5.448%	3.326	77.962
6.00%	4.015	73.762
Asfalto 5.448%		
Valores llenos Cemento asfalto (VFA %)		71.550



INGENIEROS S.A.C.
 Juan P. ...
 LABORATORISTA
 ...