



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**“Efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla  
asfáltica en caliente en la avenida pacifico en el distrito de Nuevo  
Chimbote – 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

José Roger Gamonal Chauca (ORCID: 0000-0003-3211-0848)

**ASESORA:**

Mgtr. Sheila Mabel Legendre Salazar (ORCID:0000-0003-3326-6895)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

**LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Dedico este informe de manera especial a mis padres, hermanos, a mi preciada hija, a mi pareja y a mi hijo en camino, quienes son los principales cimientos para la construcción de mi vida profesional, quienes me motivaron a finalizar la carrera de ingeniería civil, les dedico esta tesis.

Gracias a Dios por tener a estas personas a mi lado, todo lo hago en su nombre...

## Agradecimiento

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las chances que me ha brindado no tienen punto de comparación, y antes de todo esto no tenía en mi mente que fuera posible que en alguna ocasión me topara con una de ellas, agradezco infinitamente por estos arduos momentos en los que me brindó sus beneficios tanto académicos como social.

Agradezco infinitamente a las personas que estuvieron a mi lado, quienes me brindaron el apoyo inconmensurable para cumplir unas de mis metas, por brindarme ejemplos que hasta el día de hoy me enseñaron que la vida es tan imprecisa y que debo estar preparado en todo momento.

A mi hija María José quien me dio las fuerzas para poder terminar mi carrera y hacerla sentir orgullosa de lo que su padre es y será con el paso del tiempo, a mis hermanos quienes están a mi lado en todo momento y me dieron el apoyo emocional para poder llegar a la meta.

Agradecer a los que estuvieron conmigo en todo momento, los llevo siempre conmigo...

## RESUMEN

Este estudio de investigación tuvo como objetivo principal, el uso del caucho reciclado como elemento adicional en nuestro diseño de asfalto modificado sugiriéndose un sistema de flexibilidad y durabilidad mejorado, Considerándose mediante ensayo asfáltico como instrumento, de esta forma, el proceso de mezcla modificada que se logró efectuarse, para lograr tener mejor resultado a comprensión de un asfalto convencional, así como también que su estabilidad del asfalto modificado con caucho reciclado a un 3% del agregado fino, se incrementa considerablemente en un valor óptimo de estabilidad 1479.0 kg con caucho reciclado. Cabe mencionar que nuestro asfalto modificado tiene cualidades elásticas a la mezcla, pero también su rigidez se incrementa en un 20.9% a comparación de una mezcla convencional, y como resultado se logró una mezcla con dos propiedades muy importantes, incrementándose nuestra resistencia frente a todo tipo de deformaciones. Por otro lado, se pudo comprobar que un asfalto modificado brinda un mejor servicio para nuestro tránsito, y por ende se aumenta el tiempo de vida de 10 años, permitiéndonos disminuir el tiempo de rehabilitación vial en 13.9%, originando un ahorro de \$ 7,671.00 ya que es el propósito de todo proyecto. Donde siempre se opta por generar ganancia y realizar un buen trabajo, puesto que contribuimos al medioambiente con la reutilización de caucho.

Palabra clave: caucho, asfalto, durabilidad, estabilidad, flexibilidad.

## SUMMARY

This research study had as its main objective, the use of recycled rubber as an additional element in our modified asphalt design suggesting a system of flexibility and improved durability, considering by asphalt test as an instrument, in this way, the modified mixing process that is it was achieved in order to achieve a better result in comparison with conventional asphalt, as well as its stability of asphalt modified with recycled rubber at 3% of fine aggregate, is considerably increased by an optimal stability value 1479.0 kg with recycled rubber. It is worth mentioning that our modified asphalt has elastic qualities to the mixture, but also its rigidity is increased by 20.9% compared to a conventional mixture, and as a result a mixture with two very important properties was achieved, increasing our resistance to all kinds of deformations. On the other hand, it was possible to verify that a modified asphalt provides a better service for our traffic, and therefore increases the life time of 10 years, allowing us to reduce the road rehabilitation time by 13.9%, causing a saving of \$ 7,671.00 as it is the purpose of every project. Where you always choose to generate profit and do a good job, since we contribute to the environment with the reuse of rubber.

Keywords: rubber, asphalt, durability, stability flexibility

## ÍNDICE

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY.....	v
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
3.1. Diseño de investigación.....	28
3.1.1. Operalización de la variable.....	29
3.1.2. Población muestra y muestreo.....	31
3.1.3. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	31
3.1.4. Procedimiento.....	32
3.1.5. Método de análisis de datos.....	33
3.1.6. Aspectos éticos.....	33
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
4.1. Primer objetivo específico.....	36
4.2. Agregados.....	36
4.2.1. Estudio granulométrico.....	36
4.2.2. Tamizado del material.....	37
4.2.3. Interpretación.....	39
4.3. Peso específico y absorción de los agregados.....	40
4.3.1. Importancia del peso específico.....	40
4.3.2. Ensayo de absorción.....	40

4.3.3. Prueba de limite plástico y liquido.....	42
4.4. Índice de resistencia.....	44
4.4.1. Materiales chatos y alargados.....	44
4.4.2. Abrasión los ángeles.....	44
4.5. Resultado de la prueba.....	47
4.5.1. Análisis e interpretación de resultados.....	51
4.6. Análisis del transporte vial.....	52
4.7. Apreciación de etapa de mantenimiento.....	55
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>58</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>VI. RECOMENDACIÓN.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo se prioriza al medio ambiente lo que ha permitido realizar estudios referentes al reciclaje, la comunidad internacional que avala el reciclado de material en este caso el de caucho proveniente de las llantas de los vehículos para incorporándose a la mezcla asfáltica.

Pero las distintas causas que están relacionadas a los accidentes de tránsito están ligadas principalmente a cuatro factores; el factor vehicular, el humano, las vías y las condiciones ambientales (Mohán et al. 2006 pag 6)

(Manual de carretera, 2021) Nuestro país tiene muchas deficiencias en sus carreteras, con grandes fallas estructurales originando por factores ya mencionados como son agrietamiento, hundimiento y todo tipo de fisuraciones etc. Cabe mencionar que estas patologías mencionadas perjudicarán de gran manera directa o indirectamente a la ciudadanía, causando grandes pérdidas económicas y sobre todo muchos accidentes fatales. (Manual de carretera, 2021).

A medida que pasa el tiempo las investigaciones científicas han permitido contribuir que surjan nuevas tendencias en el análisis de los pavimentos con nuevos elementos que nos permitan cumplir con lo solicitado, por tal motivo, se plantea

El uso de elementos de reciclado como modo de disminuir el impacto ambiental reutilizando, como en este caso el caucho en donde propone reemplazar al agregado fino dándole así mejores resultados a la capa asfáltica para que esta pueda trabajar sin problema alguno (Manual de carretera, 2021).

Los tipos de suelo en la cual se realiza dicho proyecto, altera a la construcción de los pavimentos, si esta investigación no está bien realizada por laboratorios certificados y plenamente autorizados.

Según el M.T.C. en sus estudios efectuados, en junio de 2020 el país tiene un registro de 55% de vías pavimentadas con una cantidad de 22,350 km. Además,

tiene un proyecto de ejecución para el presente año a más o menos a un 70% de vías asfaltadas. (M.T.C.,2020, p.103)

Así, las últimas investigaciones realizadas arrojan que en el interior del país las vías son dañadas por las lluvias y huaycos perjudicando el tránsito vehicular en general. Además, los resultados de estas investigaciones arrojan que el 85% de los accidentes son generados por las personas y un 15% causado por las carreteras. (Sutran, 2021)

Ante lo expuesto, se planteó el siguiente problema ¿Cuál es efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la Avenida Pacifico Nuevo Chimbote – 2021?

Siendo un proyecto de investigación sostenible para su posible aplicación y por los siguientes motivos, justificación práctica:

Por ello es importante innovar en la utilización de nuevas tecnologías que nos permitan la construcción de nuevas carreteras asfaltadas con mejor resistencia y durabilidad consiguiendo que los costos de mantenimiento sean menores.

El fin de este proyecto de investigación para los pavimentos fortificado con caucho traerá un mejor comportamiento mecánicas, físico como: la resistencia a esfuerzos, baja de tensión, resistencia a la fatiga, lo cual disminuye los agrietamientos, así como los ahuellamientos, así como la variación de temperatura por factores climatológicos o por el tránsito.

Además, se planteó como justificación social y económico: El desarrollo económico y social de los países radica principalmente en la integración de los pueblos y estos a toda clase de mercados sean estos nacionales e internacionales. Para el cual es indispensable que sus carreteras estén en un mejor estado de conservación, esto permitirá que nuestras vías sean factibles y tenga una disminución de sus costos, con el material de caucho reciclado

Para tal efecto, se tiene como objetivo general. Determinar el efecto del polvo de caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, en la avenida

Pacífico del Distrito de Nuevo Chimbote – 2021. Como Objetivo específico. Determinar la dosificación del caucho reciclado en la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente. Determinar las propiedades mecánicas en la mezcla asfáltica en caliente con la adición de caucho reciclado en 1%, 2% y 3% del agrado fino. Realizar la comparación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente tradicional y la mezcla asfáltica con adición de caucho reciclado en 1%, 2% y 3%.

Caracterización de la hipótesis. El uso del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en caliente mejoraría sus propiedades mecánicas.

## **II.MARCO TEÓRICO**

De acuerdo con (Fajar. Luis y Vergaray. Al. 2015) en su estudio de tesis “Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado en la mezcla asfáltica” Comunicado por la Uní. San Martín Perú. En su análisis propone una mejoría tanto en sus características mecánicas del asfalto así como lograr que disminuya los costos de las rehabilitaciones, y también el incremento de su vida útil para las vías, concluyendo los beneficios que traería tanto en lo técnicos, económicos y social, que a su vez colaboraría con el ecosistema.

Según (Marín Hernández, Alberto. 2018) con su tesis titulada: “Asfaltos modificados y pruebas de laboratorio para caracterizarlos” Para su titulación de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, en la ciudad de Lima –Perú, él considera lo siguiente: él determina la calidad de los materiales a usar, para cambiar los asfaltos tradicionales. Como se hizo notar, estos elementos nombrados, permitieron un cambio importante en sus características mecánicas de las mezclas asfálticas. La utilización de cualquiera de estos métodos en gran manera le corresponde al proyectista, el cual debe centrarse en un criterio objetivo, desde el análisis técnico.”

Asu vez Carrizales (2015) En su tesis titulada: “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles”, Tuvo como un análisis de estudio la modificación de la mezcla asfáltica como elemento reciclado del caucho de neumáticos, en aplicación a las infraestructuras de los pavimentos flexibles. Su estudio se basó en un proyecto cuasiexperimental enfoque cuantitativo, el busco principalmente en encontrar un sistema de mezcla mejorada para la zona geográfica del altiplano, introduciendo en su diseño el caucho en una mezcla asfáltica.

Como también Pereda y Cubas (2015), en su tesis titulada: “Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su 12 comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales”. Trujillo, en su análisis de investigación fue demostrar que incorporando el caucho reciclado en la mezcla asfaltos contribuye a mejorar la vida útil de las carreteras, adicionando este elemento como es el caucho reciclado en la elaboración de nuestros pavimentos flexibles, incrementa la resistencia a las fisuraciones plásticas y mecánicas de las vías.

Según las afirmaciones (Mujir. Rah. 2004) “Caracterización de proceso seco polvo de neumático de asfalto modificado mezclas” the university of notti. Inglaterra, en donde se informa que en los países de la unión europea está sumamente prohibido que las llantas residuales sean eliminadas sin ningún control por parte de las autoridades ya que son materiales muy contaminantes para el medio ambiente por ser factores directos que permitiría en forma directa perjudicar el ecosistema para eso se determinó la utilización que el caucho obtenido de las llantas sea parte de las mezclas asfáltica para su pavimentación.

Esto señala (Angulo R. y D. J. Luis 2015) con su estudio titulado “Modif. De un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en el pavimento” difundido por la Unv. Santand. Buta. En la cual anuncia el diseño de una mezcla asfáltica con material modificado con caucho reciclado, nos permite conseguir de

esta manera la utilización y sobre todo el aprovechamiento de estos materiales sólidos que son resultados de las llantas de los vehículos dándole mejor uso a estos materiales del caucho de las llantas, permitiendo de esta manera darle alternativa de solución a todos los diseños de pavimento asfáltico y tratar de conseguir un mejoramiento a los problemas que afectan a la carpeta de rodadura.

La otra razón fundamental es considerar que es la mejor manera de contribuir con el medio ambiente incluyendo este tipo de materiales de desechos. Por eso nació la idea de la utilización de estos materiales a un diseño asfáltico, este sistema de pavimentación ya se está utilizando en otros países sobre todo en los países desarrollados obteniendo buenos resultados en sus pavimentaciones las cuales les ha permitido seguir perfeccionando debido a que la reacción del pavimento con residuos de caucho tuviera un mejor rendimiento en comparación con el asfalto convencional y permitió su utilización sea más continuo.

Esto señala (Terrones A. 2015) en su investigación afirma “propiedades mecánicas de concreto con residuos de llanta de caucho” esta investigación se realiza para lograr el título de Ing. Civil. Las razones principales de esta investigación son de comprobar las cualidades mecánicas, así como la durabilidad cuando utilizamos el reciclado de caucho permitiéndonos que podamos lograr reemplazar el material de agregado fino en su volumen lo que se persigue es la comprobación técnica que a la utilización del caucho como elemento de poder incorporarlo a nuestros diseños para nuestros pavimentos otra razón fundamental es la contribución que se originaría para con el medio ambiente que son factores que son contaminantes, logrando su disminución del CO<sub>2</sub>, llegando a estas conclusiones el autor.

Esto afirma (Rodríguez V. Fernando 2010) en su encabezamiento “Estudio de pavimento asfáltico modificado con polímero” para graduarse como Ing. Civil de la Univ. Aust. De Chile afirma lo siguiente.

Al obtener resultados muy importantes como son resistencia a la fluencia así como también de estabilidad torsional, esto permitiría demostrar que la utilización de materiales de asfáltico modificado tiene un mejor comportamiento en su rendimiento en comparación con una mezcla asfáltica de las que se utilizan tradicionalmente es lo que se esperaba ya que se llegó a concluir una mejoría importante en comparación con las convencionales las cuales se logró modificar los asfaltos y por consiguiente sus propiedades.

(Real sociedad española de química, 2003 pag.24), De acuerdo al ASTM (Amer. Soc. tes. A. mat.) lo define como un elemento consistente que tiene un color oscuro casi negro compuesto por mezclas que tienen o que están diseñados de productos bituminosos que se pueden obtener en la naturaleza como también se puede conseguir mediante un proceso como resultado del petróleo para la aplicación del pavimento.

Los materiales modificados, al indagar diversos estudios de investigaciones en la base de datos, se detectó que se estaría utilizando nuevos métodos para la utilización de materiales modificados con reciclado de neumáticos, ha surgido un sistema muy interesante para ser utilizado como una gran alternativa para la producción de asfalto en la región.

En el tema de los reciclados de neumáticos como adherido a los materiales para la mezcla asfáltica se detectó una gran información de documentación bibliográfica, en la cual se ha efectuado estudios con métodos muy distintos, que sobresale, las utilidades de estas partículas como material en el análisis de una mezcla asfáltica en seco, así como también por vía mojado. A razón de esto, se determinó con gran aceptación para los antecedentes del sistema de hundimiento por vía seca, reconocer la posibilidad tecnológica para su realización distinta del otro sistema técnico (GJP. Arroyo 2017 pag 14.).

para la realización de este proyecto investigativo empleando el caucho reciclado en un estudio de una pavimentación flexible para el transporte público de la Av.

Pacífico – de Nuevo Chimbote 2021 para la cual optamos de información de fuentes que tengan cierta similitud con nuestro tema las cuales son:

Lo que se va lograr con este sistema es que el concreto disminuirá considerablemente su densidad, lográndose que la diferencia en cuanto al agregado fino en comparación del caucho se puede medir claramente las diferencias de densidades de ambos materiales ya que los ensayos realizados nos demostraran que no sería un concreto liviano.

Concluyendo en nuestro estudio que con la utilización del material modificado obtenido del reciclado de neumáticos en un diseño asfáltico convencional se obtuvo el mejoramiento de manera importante en sus propiedades como se logró aumentar su resistencia a las deformaciones, así como una propiedad importante como es la elasticidad por torción notoriamente.

En donde se persigue obtener como resultado un buen comportamiento a consecuencia de la incorporación de este polvo granular fino obtenido de los cauchos de neumáticos, así como también lograr aumentar la vida útil de los pavimentos, y como resultado se lograría beneficios tanto sociales como económicos, de esta manera sostenible lográndose de esta manera contribuir con el ecosistema. (Ángulo, 2015, p.3)

Las investigaciones realizadas hace muchos años a cerca de los materiales modificados para un asfalto incorporaron fibras de vegetales, como también residuos de cauchos, concluyeron a mejorar de esta manera sus propiedades mecánicas, permitiendo que se obtenga una buena resistencia a las deformaciones, así como también a los cambios climáticos, como son los fenómenos naturales y sobre todo el transporte cada vez más fluido.

El motivo que se quiere conseguir con este sistema de utilización del caucho reciclado incorporándole al asfalto es obtener ligantes más viscoso a grandes

temperaturas permitiendo de esta manera disminuir las distorsiones que se originan permanentes en el asfalto(hundimiento). para lo cual se tendrá que tener en cuenta lo siguiente (Morales, Chávez, y López, 2015, p. 17).

Resistencia a la comprensión, a la flexión si como también a la deformación.

El asfalto es un elemento termoplástico, está formado en su composición química, por distintas formas de hidrocarburos, se diferencian dos tipos de compuestos: un compuesto pesado llamado asfaltenos y una ligera denominada máltenos. El asfalto lo encontramos de dos maneras en estado natural o producto del residuo del petróleo (Anguas, Alamilla, Gómez, Romero y Alarcón. 2015, p. 20).

Los Pavimentos según, El Ministerio de Transporte y Comunicaciones se define al pavimento como un conjunto de varias capas que se construye sobre la subrasante del pavimento la cual soporta y permite que los esfuerzos se distribuyan en toda la anchura del pavimento que son originado por las cargas vehicular, así como también poder garantizar la seguridad y el bienestar para el transporte, formado por las siguientes estructuras: base, subbase, capa de rodadura, suelo compactado, subrasante.

Base viene hacer una estructura que se encuentra en la parte inferior de la capa asfáltica de rodadura permitiendo que las cargas sean distribuidas en forma continua en todo el ancho del pavimento originado por el transporte. En donde la estructura viene a estar compuesta por materiales granulares bien compactados que permitan tener un buen drenaje (CBR<sub>></sub>95%)

Subbase según El Ministerio Transporte y Comunicaciones define la sub base como una estructura de agregados especificados y que tiene que tener una anchura considerable en su análisis de diseño para que de esta manera pueda resistir tanto la base como la carpeta de rodadura en la cual este modelo estará compuesto de materiales granulares (CBR<sub>></sub>45%)

Carpeta de rodadura Según el Ministerio Transporte y Comunicaciones es la que se encuentra en la estructura en la parte superior de una pavimentación pudiendo estar formado de material bituminoso (flexible) pero también es para un pavimento de concreto rígido cuyo comportamiento es mantener las cargas admisibles del transporte.

Este compuesto nos permite dar cohesión, así como también flexibilidad al proceso de la mezcla, utilizando su propiedad que permite aglomerar o juntar sus partículas de áridos.

El asfalto también se puede obtener de dos maneras, la primera de forma natural o también como resultado de purificaciones del petróleo la cual es la más utilizable en la actualidad para las infraestructuras viables de pavimentación asfáltica ofreciendo mayor fluidez para los vehículos aparte de otras consideraciones.

Explicación de asfalto es un agregado bituminoso, que podemos encontrarlo naturalmente como elemento puro o adherido con otros materiales, y como elemento duro, semiduro o también en forma líquido. Este elemento se puede conseguir en canteras en forma natural o cuando se obtiene del residuo de petróleo. Las cualidades de este elemento cambian según la fuente de donde se consigue, porque el origen bituminoso no es igual, así como no pose igual proporción en cada mezcla. (Montalvo, 20018 pag.14).

Al final se hace indispensable la necesidad de separar el asfalto según la cantidad de la brea en asfaltos densos, así como asfalto ligero.

El mineral de petróleo natural es tratado a método de purificación en el cual se somete a un proceso de separación de los elementos ligeros como el combustible del apoyo asfáltico por intermedio de la vaporización, segmentación y concentración de la misma. (Fajardo Cachay, y otros, 2014 pág. 11)

La Adhesión y cohesión del asfalto como elemento altamente adherente, solido a la realización de esfuerzos dinámicos, y que reacciona bajo la influencia del calentamiento así también para todo tipo de cargamentos constantes. Al unirse con agregados áridos componen la combinación asfáltica empleada para la pavimentación de las vías.

Al efectuar la utilización del asfalto en las vías, una de la misión es no permitir el ingreso del agua que se originan por las lluvias a los estratos inferiores de las losas pavimentadas permitiéndole ser dispuesto a la humedad, esto quiere decir que tiene la misión de impermealizar a los pavimentos.

Susceptibilidad a la temperatura, el material asfáltico que se usa en la pavimentación de las carreteras, a calor ambientales se convierte a tener un proceder semisólido y tiene que entrar en un calentamiento para cumplir con la que fue diseñado.

Como se sabe que hay aditivos que son bastantes blandos a los que se le denomina asfalto liquido estos aditivos tiene la propiedad de hacer un curado rápido y lento. Este material asfáltico no necesariamente es utilizados para la infraestructura de carreteras, sino es utilizado también por un litigante que impermealiza y también para sellar las grietas.

Composición del asfalto. El asfalto tiene una composición muy elemental, ya que el asfalto es un ingrediente homogéneo, pero las características del asfalto pueden cambiar a razón de su naturaleza, originando variación importante en sus cualidades. La forma que mejor analiza al asfalto es la muestra micelar, que posee dos momentos: una incoherente conformado de dos asfáltenos y una persistente, llamado máltenos.

Estos dos compuestos químicos máltenos y asfáltenos están en el asfalto como elementos flotantes dentro del asfalto.

Grasas, Asfáltenos, esta molécula tiene una cualidad de tener mucha adherencia, pero al tener compuesto de aditivos, la cual no mantienen una ligazón con los agregados pétreos. Estos elementos incrementan su viscosidad y disminuyen el indicativo de penetración, quiere decir que lo vuelve más fuerte.

Maltemos, estos elementos tienen una característica dispersante y tienen la composición de ser soluble, su forma es de una coacción baja, estas partículas son las que le dan cualidades al asfalto, encargándose de controlar sus cualidades química.

Resinas, son moléculas adherentes; y como función tienen la propiedad de estabilización de los asfáltenos; pero al crecer su existencia en el asfalto disminuyendo su introducción y viscosidad del mismo.

Origen y Producción del asfalto, estos hechos ocurrieron hace 400 años antes de Cristo se utilizó primeramente en Egipto cuando procedían a sus embalsamamientos. Luego en el siglo dieciocho en la ciudad de Francia se comenzó a utilizar las rocas asfálticas para las carreteras pavimentadas, así como también puentes y aceras. Luego aproximadamente en el año de 1880 lográndose construir por primera vez un pavimento de forma sheet asfalto en Wash.D.C.

Ya en el año 1900, la gran parte de material de asfalto que se utilizó vendrían de canteras naturales. En este mismo tiempo se encontraron petróleos crudos, encontrándose que estos elementos se convertían en excelente conglomerante, y debido a que su costo era bajo con respecto a el asfalto natural, rápidamente su uso se convirtió a ser utilizado en forma general.

En la actualidad casi el 90% de las carreteras pavimentadas con asfalto vienen de las refinerías del petróleo.

La elaboración del asfalto se procesa en refinerías donde el crudo del petróleo permitiendo que haya una separación del producto del petróleo ocasionado por altas temperaturas lográndose que se pudiera efectuar las separaciones de los

materiales. Hay dos formas de efectuar la destilación, evaporación en vacíos, erradicación de diluyente.

Para poder lograr que nuestro asfalto obtenga viscosidad promedio y poder obtener un asfalto bastante viscoso a lograr tener una mezcla con menor viscosidad, permitiéndonos conseguir un asfalto con poca viscosidad para nuestro diseño asfáltico.

Ensayo Marshall es la manera de hacer una prueba para establecer una mezcla óptima, de carbón lográndose conseguir una mejor estabilidad conformado por cemento de asfalto cuya porción diferente permitiendo que se podrían mezclar con los materiales el sistema Marshall se efectúa posteriormente de tener las cantidades óptimas de agregados, se realiza a efectuar la mezcla con cemento asfáltico compactando con 75 golpes.

Elemento de inflamación, es la manera para poder lograr el calentamiento mínimo en que el asfalto origina llamas al tener conexión con el fuego.

La Flexibilidad es la propiedad que tiene la materia a cambios susceptibles sin tener que romperse.

Prueba adhesión, del material fino con el grueso; en este ensayo se demuestra la cualidad de unión con otros agregados.

Prueba de comprensión, es la que determina la agresividad de la carga.

Prueba de deflexión, esta prueba nos permite saber las deflexiones de los asfaltos

Prueba de rugosidad. Es el que identifica los reducidos relieves que tiene el pavimento asfáltico obteniendo una buena adherencia de los neumáticos con la capa superficial.

Elementos del material de asfalto más importantes que componen los asfaltos para el provisionamiento de la infraestructura y mejoramiento de pavimento son:

La Resistencia, según (Fajar. C. 2014 2014). Es el material con la que está compuesto el asfalto, así como su cantidad que puede contener el diseño y de

que tipos son para comprobar al someterlos a procesos en forma normal de desintegración y desgaste.

La resistencia en el asfalto puede que se origine algunas fallas en su diseño, pero para poder mitigar estas fallas se tiene que considerar un buen proceso constructivo del pavimento. El tipo de agregado, así como personal con experiencia (mano de obra).

Adherencia y consistencia es el mecanismo que tiene el asfalto de poder adherirse al material en su diseño de pavimentación, así como también es la propiedad del asfalto tener sus partículas unidas y firmes en el pavimento que se encuentra terminado.

Vulnerabilidad en la temperatura, (Faj. Cachay 2014). Es muy fundamental el calentamiento en el asfalto ya que como se sabe si se aumenta el calentamiento se origina menos viscosidad y a menos calentamiento sería más viscoso por eso se califica vulnerabilidad a la temperatura.

Debido a esto el asfalto tiene que poseer bastante fluidez a calentamientos altos de esta manera podrán proteger a los agregados cuando el proceso de la mezcla de asfalto se esté realizando, pero también para conseguir una mejor trabajabilidad en el momento de la compactación.

Después por si solo se convierten necesariamente en viscoso, pero ya en calentamiento normal de ambiente.

Purísimo. Podemos afirmar que el cemento asfáltico está conformado en su mayoría por sustancias de bitumen, este compuesto es un elemento fuerte en bisulfuro de carbono. Prácticamente en un 98% del asfalto salubre en bisulfuro de carbono y si posee alguna sustancia mala son inertes.

Están caracterizados por sustancia asfáltica como la identificación de penetración, considerando la normativa ASTM E-745(Categorización tipo por grado de introducción del cemento asfáltico para el pavimento).

Atribución. Impregnar la infraestructura del pavimento. Esto ocasiona que se origine una menor introducción del agua que proviene de las lluvias, así como también inundaciones para que no se pueda perjudicar la carpeta de rodadura y así las unidades vehiculares se podrían fluir con suma facilidad y sin nada que pueda causar algún riesgo para la cohesión que se produce en los materiales. Esto permitirá que su capacidad admisible de las infraestructuras viables nos permita otorgar la posibilidad de flexibilización sin poder agrietarse y por ende dar un buen servicio a la población que utilizan sus vías.

Identificación por densidad según la normatividad ASTM D- 3081 (metodología estándar por densidad para el asfalto que se usa en el pavimento).

Desarrollo de cambio del asfalto. Estos compuestos se caracterizan por ser menos dispuestos a tener altas como de bajos calentamientos y su agotamiento en menor en los pavimentos convencionales. Existen dos metodologías que podemos usar el polvo de neumático, así como también el agregado asfáltico compuesto por:

En modo Seca según (Macedo Seminario 2020) El desintegrado del caucho se utiliza para poder ser remplazado con una porción del material fino. Por otro lado, nos permite introducir de primera mano al mezclador las cuantías precisas para cada una de las mezclas o como también poder lograrlo unirlos con algún elemento pétreo mucho más antes de sus fabricaciones. En la cual el caucho es introducido en primera mano para la mezcla asfáltica en caliente con materiales mucho antes de incorporarle el cem. Asfáltico. Por lo común el caucho es introducido de primera mano hacia la mezcla asfáltica en caliente con el material mucho antes de incorporarle el cem. Asfáltico. La cual el caucho es introducido en remplazo del material fino, encontrándose de 1-4% de la densidad total de los materiales mezclados.

En modo Húmeda según (Macedo Seminario 2020) Es el que está conformado por una resina sintética modificada (betun-caucho) en la cual la agregación de miga de caucho de llantas de reciclaje a una forma de betún habitual, de disponer el material transformado con caucho que se efectuó en España, viene hacer un procedimiento que no es necesario tener bastante cantidad de cemento Asfaltico, permitiendo reducir el promedio de reciclado de caucho en un 3% de densidad de los materiales de mezcla.

Se recomienda a todos los países la necesidad de considerar la reducción de la transmisión de gases tóxicos que permite que suceda el calentamiento mundial cuyo gas emite el llamado dióxido de carbono( $CO_2$ ) cuyo porcentaje alcanza en un 4% más o menos. Otras razones fundamentales del asfalto que esta modificado con relación al asfalto tradicional son: Mejor maleabilidad, mejor cocción, mayor elasticidad, mejora su resistencia a la actividad del agua.

El gomo de reciclaje según (Faja. C. 2014). Utilizar nuevamente las llantas de neumáticos es la forma que pocos países tienen normas para el medio ambiente muy reconocidas.

El reciclado de neumático es un elemento que se encuentra en forma sintética, así como también naturalmente que generalmente tiene como cualidad su elasticidad, aislamiento del agua, así como fuerza eléctrica.

El gomo(caucho), este elemento se encuentra en forma naturalmente como un fluido lechoso blanquizco de nombre látex que algunas plantas tienen. La goma(caucho) artificial se obtiene del residuo del petróleo. Cuando el gomo se encuentra en situación natural toma la forma supresión coloidal en el látex de la naturaleza de donde se produce el caucho. Siendo las principales plantas la variedad Hevea Brasiliensis. El principal descubridor que se tiene conocimiento es el ferretero Charles Goodyear quien investigo que al combinarlo con el material de azufre y posteriormente calentarlo, permitía que no tenga o sea muy pegajosa en

el momento de su calentamiento y muy resistente en el momento de su enfriamiento. (Fajardo Cachay, y otros, 2014 pág. 54)

Como se sabe la demasiada producción de llantas como el mercado mundial así lo exige, y las inconveniencias que tienen los países para poder deshacerse de ellas sin perjudicar el medio ambiente ya que al ser utilizados se origina un grave problema que perjudicaría el ecosistema que en los posteriores tiempos en el mundo. (para poder producir la llanta en este caso un camión es necesario medio barril de hidrocarburo).

Cualidad mecánica del neumático, cuando el neumático se encuentra en su forma natural de petróleo de color blanco como también incoloramente.

Las cualidades físicas del gomo en estado original comienzan a tener variaciones con el calentamiento A- 190 grados centígrados, la goma en su estado natural es un material denso, así como muy transparente y cuando tiene tratamiento se vuelve dúctil elástico, así como translucido. Pero al calentamiento a más de 55grados la goma(caucho) logra una contextura maleable pegajoso.

Cualidades y composición, (Fajar. C. 2014). La característica de la goma en su estado natural está constituida por el compuesto químico polisopreno combinado con diminuta cuantía de proteínas, así como sales somáticos etc.

El caucho y su utilización en la losa de concreto, (Fajar. C. 2015). La goma(caucho) de neumáticos en los últimos tiempos viene a ser un material muy utilizado en varios países, así como muy económico en los diseños de mezcla Asfáltica debido a que existe un gran aumento de neumáticos recicladas en las grandes ciudades de los países.

Ventajas de la goma en estado triturado: no posee disolución, en cambio la goma natural no tiende a cambiar cuando se encuentra mezclado con cem. Asfáltico al entrar en un calentamiento muy alto, al unir el caucho y el cem. Asfáltico cuando

está en un sobrecalentamiento absorbe elementos livianos, que originaría una capa de asfalto que se convierte en un pavimento más fuerte al agrietamiento y resistente a cualquier fisura, la mezcla modificada tiene gran resistencia a la deformación

El reciclado de caucho tiene la propiedad de ser flexible, así como también la cualidad de que su vida útil sea más larga que la convencional en la construcción de sus carreteras de lo que se tiene de promedio 10 año a más de 15 años.

Desventajas son la atracción de la grasa del cemento Asfáltico que permite la molécula del caucho afectara en forma adversa en las cualidades de coacción, así como adhesión en la parte en donde el proceso de mezclado pueda comportarse muy delicado como blanda, posteriormente del proceso al moler la goma(caucho)observamos que el alambre que se encuentra en el neumático se tiene que separar, la cual se procede a eliminarlo el alambre del neumático mediante un imán magnético lo que lograremos que el caucho quede simplemente limpio, así como algunos usos que brinda este material.

Las ventajas también son que los elementos del manto de asfalto que se utilizan en una infraestructura de pavimentación, disminuyendo considerablemente el empleo de material que se obtiene de canteras y de esta forma se puede conservar los materiales sin altéralos en su estado natural. (Morales, Chávez, y López, 2009, p. 17).

Para el proceso de trituración del caucho se utiliza cuchillos mecánicos para poder pulverizar los neumáticos; por lo habitual esta forma de pulverizar se efectúa en quebrada, esto quiere decirnos que se pulveriza hasta encontrar el tamaño deseado, obteniéndose material de muy buena calidad.

Es un desperdicio degradable que viene a ser un problema no solamente local sino a nivel mundial desechándose de estos neumáticos miles de toneladas anualmente, estos materiales en desusos y muchos beses utilizados en rellenos sanitarios que perjudicarían al medio ambiente.

Son elementos importantes del caucho su volumen, caucho en estado natural estado sintético, su peso promedio, el color negro humo, antioxidante, fibra textil, suavizante.

Asfalto modificado de neumático esta forma de asfalto es sumamente favorable por su bajo costo en la elaboración del asfalto siendo este tipo de material mucho más baratos en comparación con el asfalto tradicional, por tal razón es necesario la utilización de este tipo de materiales modificados con neumáticos de esta manera mejoraremos las deformaciones del pavimento y disminuirémos las fisuras en las carreteras, por consiguiente un gran ahorro económico, por el otro lado la duración para de serbiabilidad del pavimento antes de su mantenimiento, tendrá un tiempo de más o menos de 20 años aproximadamente. (Fajardo Cachay, y otros, 2014 pág. 54)

Vías medioambientales son de interés de los países del primer mundo son los interesados ya que permitieron en sus investigaciones que con el empleo del caucho no solamente se lograría un asfalto resistente a las deformaciones o a fisurarse sino a evitar la contaminación ambiental, por tal motivo los principales países en su uso son la unión europea y los EEUU. Estos países demostraron las cualidades favorables del caucho modificado para el asfalto del pavimento.

Por otro lado, como se sabe anualmente los países arrojan como desperdicios miles de toneladas de este material de llantas en desuso originando un impacto ambiental, ya que en su mayoría de estas llantas son incineradas o combustionadas, ocasionando emisiones de gases co2 permitiendo un daño al medio ambiente perjudicando la capa de ozono.

Así tenemos que aproximadamente que para una tonelada de asfalto bituminoso se incluirá un porcentaje considerable de caucho molido, esto sería aproximadamente como un ejemplo de aportación más o menos de 3 llantas de un vehículo se aporta a nuestra mezcla un 2% a 3%.

Las razones principales para la utilización que nos ofrece la goma(caucho) en nuestro material modificado son: Dureza mejorada a los agrietamientos, resistencias a duración a la fatiga, bajo en bullicioso Tiempo largo más de 20 año de duración, mejora en cuanto a seguridad de carretera (proyección, adherencia).

Localización de adquisición de goma molido. Si queremos adquirir este tipo de material podemos encontrar en anuncios de varias empresas y una de estas empresas es LIDER GRASS PERU empresa que se dedica a la venta de caucho granular que mayormente su mercado son los campos sintéticos.

Otra empresa se encuentra en puente piedra en lima Perú esta compañía ofrece este material molido(caucho) en distintos diámetros, así como en diferentes tamaños. Para nuestro estudio de diseño de investigativo utilizaremos con la goma que tendría que pasar por el tamiz cuyo número es #40.

Investigación del tránsito vial es una forma de cuantificar mediante un sistema de conteo que nos permite hacer una estimación del proceso del tránsito vehicular para un definido segmento de una vía, este sistema de formatos podemos efectuar con bastante aceptación la realización de un conteo y de esta manera realizar un diseño de carga más real que nos permitirá la construcción de un pavimento flexible.

Es un sistema que se realiza mediante diferentes periodos, de investigaciones de medio diario, así como semanal en un lapso de determinado tiempo.

Importantes deficiencias de la losa flexible. Cuando un pavimento se encuentra en operatividad durante su proceso de fraguado tiene diferentes reacciones en sus descomposiciones mostrando diferentes situaciones de operatividad durante los periodos largos de tiempo(años). Las fisuraciones se pueden dar durante los primeros años de vida, sin embargo, sucede que conforme pasa el tiempo estos problemas de desgaste del pavimento se intensifican llegando incluso a los agrietamientos o fallas son tan rápidas que se aceleran las fallas notándose considerablemente durante su tiempo de uso. Por eso que un proyecto de este tipo necesita un buen mantenimiento o también una rehabilitación constante para

poder tener un pavimento en buenas condiciones de serbiabilidad y de estar operativo para brindar un buen servicio a la población.

Patología de calavera son denomina con el nombre de calavera a las aberturas que se originan en los pavimentos en su carpeta de rodadura, estos huecos llegan incluso a tener un máximo de 18 a 20 cm de abertura. La razón principal es que la estructura de la base se efectuó de manera inadecuado por falta de cuidado en la colocación del asfalto con un espesor de carpeta que no corresponde a un diseño que la norma recomienda, así como también la colocación del asfalto en sitios ya dañados.

Baches según (M.T.C. 2020 Pag,150) esta falla del pavimento se origina por la desintegración de la carpeta de rodadura, así como también por los errores cometidos en el momento de la colocación de los agregados en las partes inferiores (base y sub base) de la estructura del pavimento, por otro lado, por el mal tratamiento que se les da a las fallas ya existentes en el pavimento.

Falla ondular son fisuras formada por ondulaciones, en la parte de la superficie de rodadura por lo particular mucho menor a la de un metro entre sus bordes, y el probable motivo por este tipo de fallas es porque el diseño en cuanto a su dosificación fue errado, esto ocasionara la falta de estabilidad de la mezcla, así como también la utilización de agregados demasiados ondulados, así como por mucha húmeda en la sub rasante.

Fallas longitudinales según (M.T.C.2020). Esta falla se produce por el rescabramiento de la carpeta de rodadura, este modo de falla se forma generalmente en forma paralelo a su eje del pavimento realizado dividiendo a esta carretera pavimentada en dos planos estructurales.

Fallas transversales según (M.T.C. 2020 PAG. 156). Estas grietas se forman de manera perpendicular sobre el eje de la losa pavimentada dividiéndola a esta en dos partes, al realizar las investigaciones se logró determinar que las causas son

el exceso de continuaciones las cargas vehiculares cada vez más pesada desgaste por fatiga, en toda su anchura del pavimento.

Falla por piel de cocodrilo son fisuras que se originan en partes de la carpeta de rodadura del pavimento asfáltico las cuales forman figuras geométricas poligonales de diámetros de 20cm aproximadamente de ancho estas figuras en conjunto se aparecen a la piel de un cocodrilo, y lo que originan estas fallas son la falta de resistencia en la base del pavimento estructural.

Los materiales para el diseño convencional están conformados por agregados y asfalto, en el análisis de nuestro diseño los ensayos se realizan considerando los agregados de piedra y arena según lo que mande el diseño para la elaboración de los pavimentos. Para esto es necesario: Agregado  $\frac{1}{2}$ ", de  $\frac{3}{4}$ ",

Estos materiales están graduados por normas que lo establecen para la construcción del pavimento flexible en su diseño. Se tendrá que considerar la cantera de donde se extraerá los agregados con las características que el diseño así lo especifique para su mezcla de asfalto. Estas canteras se pueden obtener de besique en nuevo Chimbote.

### **III. METODOLOGÍA**

Diseño de investigación este proyecto tiene una perspectiva

Experimental: Roberto Hernández Sampiere (2018) afirma que la palabra "diseño" se afirma a una estrategia para conseguir resultados. Por consiguiente, el diseño de investigación se percibe como estrategia por la cual se quiere obtener todo tipo de respuesta a la pregunta y confirmar la hipótesis de investigación, con el motivo de obtener resultados cuantitativa, el investigador usa su diseño para examinar con seguridad la hipótesis formulada en un marco particular o también para proporcionar evidencias con relación al estudio de investigación. (Roberto Hernández Sanpieri, 2018. P. 110).

La presente investigación es de tipo:

Aplicada: Para esta idea es importante para los entendimientos teóricos a concluir postura concreta. Investiga conocer para hacer, para hacer, para corregir. Transforma el entendimiento científico.

Investigación explicativa: Expone la conexión causa efecto entre dos o más variable, obteniéndose con el diseño Experimental.

### **3.1.1. Operalización de la variable**

Variable independiente: Caucho reciclado

Variable dependiente: La Mezcla asfáltica

CUADRO DE OPERALIZACION DE VARIABLE						
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE	Caucho reciclado	Cervera (2016) considera que "El uso del caucho de llantas de reciclado es muy utilizado en los países que cuidan su medio ambiente y poseen normativas Claras medioambientales , y para el cuidado de la vida útil de sus infraestructuras viables depende mucho de la calidad del material del caucho reciclado". (Vizcarra (2016p. 30)	La variable Incorporación del porcentaje de polvo de caucho de 2%, 3% y 3.5%	Propiedades mecánicas de CR  Calculo y Estudio Físico del CR	-Densidad de vacíos -Absorción - Granulometría	Intervalo
DEPENDIENTE	Mezcla asfáltica	mezcla asfáltica está constituida por varios componentes como son los elementos pétreos y C.A. esto es utilizado en los pavimentos flexibles. (p. 20).	Su medición será por dimensiones e indicadores.	-Ensayos de laboratorio de mezcla asfáltica, Método Marshall	-Flexible -Estabilidad y Flujo -Rotura de briquetas --Estabilidad máxima - Deformabilidad	Intervalo

### **Población, muestra y muestreo**

En este estudio de investigación se tomará en cuenta la vía del tramo de 1km. de la Av. El Pacifico nuevo Chimbote. Para lograr un extenso crecimiento de este tema, por eso se tomó en cuenta todas las pruebas de laboratorio para este proyecto. Esta investigación radica en la semejanza físicas-mecánicas y importe de un elemento reforzado con caucho reutilizable. Para esto se podrá tomar en cuenta la población todas las vías de Nuevo Chimbote

Muestra. En esta muestra es los 4 kilómetros de la Av. El Pacífico de Nuevo Chimbote 2021.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

En donde:

*n= Tamaño de la muestra*

*Z = Nivel de confina de 95% = 1.96*

*p= Porcentaje de la muestra que cumple con las propiedades*

*q= (1- p)*

*E= Nivel de error permisible*

Cálculo de la muestra para el estudio:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.50}{0.20^2}$$

Es decir, se utilizarán 24 muestra con la preparación de una mezcla para medir la resistencia y flexibilidad, que se someterán al laboratorio.

Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnicas. El sistema utilizado son las diferentes estrategias empleadas para tener un informe minucioso que nos permita construir el entendimiento que se está

analizando. Esta técnica es la que establecerá las normativas las fases de los procesos del presente estudio de investigación, se propone también la utilización de los métodos de recolección, medición, clasificación, análisis de datos (Martínez, 2013, p. 3).

En esta investigación se aplicó la técnica de la observación a los diferentes ensayos realizados en el laboratorio.

Instrumento. Guía de observación; instrumento que se usará en las pruebas y permitirá registrar cada uno de los resultados de cada prueba y muestra a presión y flexibilidad, fotografías para el reconocimiento de la longitud del tramo y observar los sitios en donde se encuentran las fallas, así como para comprobar los ensayos de laboratorio, modelo de investigación es donde se anota para determinar los puntos críticos en toda su longitud de la Av. El Pacífico.

Formato en donde se realizará el cálculo vehicular donde efectuaremos el cálculo vehicular para poder tener una aproximación de que cantidad de vehículos transitan por la Av. El Pacífico.

Procedimientos, para llevar a cabo el presente estudio.

En primer lugar, se buscará formular la mezcla a realizar, para los efectos se tomarán en cuenta la teoría y experiencia realizadas en otros lugares.

En segundo lugar, habiendo obtenido la fórmula de la mezcla de asfalto, que se pretende desarrollar, incluyendo el caucho de los neumáticos reciclados, con un porcentaje de 2% a 3% del agregado fino, procediendo a preparar la mezcla en la cantidad necesaria para las 24 pruebas.

Obteniendo la mezcla, esta se pondrá en recipientes que la mantengan en estado apropiado para la hora en que se procederá a la prueba de laboratorio.

Posteriormente, cada muestra se someterá a la prueba de laboratorio una por una y se observará los resultados.

De cada muestra se registrará los resultados tanto para resistencia como para flexibilidad.

Una vez obtenidos todos los resultados, se procederá al análisis y la preparación de las tablas de frecuencia y las pruebas de hipótesis de ser necesario.

Finalmente se procederá a elaborar el informe correspondiente con los resultados obtenidos.

Métodos de análisis de datos son: Los Estudios estadísticos: Para efectuar el análisis de los resultados, se procederá de manera cuantitativa, cada prueba será registrada en un guía de observación y luego se someterá al análisis de la estadística descriptiva para verificar las frecuencias de los resultados y luego la estadística inferencial para las pruebas de hipótesis correspondientes al estudio.

Aspectos éticos. Durante la elaboración de este estudio, los investigadores han honrado todas las normativas tanto nacionales como internacionales ISO 690-1 y 690-2, el presente estudio de investigación no ha sido plagiado, todo lo anunciado en la presente es veraz y confiable, las informaciones obtenidas en laboratorio son totalmente ciertas y su certificación correcta.

Según la norma de ÉTICA RCUN°0262-2020-UCV en el artículo 9 menciona la política anti plagio, se considera un delito

### **III.RESULTADOS.**

Se procedió a determinar las dosificaciones respectivas para nuestra mezcla asfáltica, del material de agregados con 1150 gramos, entre agregado grueso con 50.6% que sería 581.9g.y 40.4% del agregado fino que sería 464.6g.

Se considero que los porcentajes de 1% 2% y 3% serian del agregado fino respectivamente:

Al 1% = 4.646 gramos

Al 2% = 9.292 gramos

Al 3% = 13.938 gramos.

Y para nuestra dosificación mezcla tenemos:

Agregado Gruesa 1/2" = 50.6%

Material de caucho = 3%

Agregado fino= 40.4%

Asfalto AC20 = 6.00%

Tabla No 4. Granulometría del caucho peso 377.6g según método Marshall

Tamices		Peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
ASTM	mm				
No 20	0.830	0.0	0.0	0.0	100.00
No 30	0.602	97.4	25.8	25.8	74.2
No 40	0.425	135.5	35.9	61.7	38.3
No 50	0.300	85.6	22.7	84.4	15.6
No 80	0.177	54.3	14.4	98.8	1.2
No 100	0.150	4.3	1.1	99.9	0.1
No 200	0.075	0.5	0.1	100.00	0.0

Elaboración propia 2021

Tabla No 5 Estudio granulométrico de los agregados MAC

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25 mm (1")	100	-	-
19 mm (¾")	80	100	-
12.5 mm (½")	67 – 85	80 – 100	-
9.5 mm (3/8")	60 – 77	70 – 88	100
4.75 mm (No4)	43 – 54	51 – 68	65 – 87
2 mm (No10)	29 – 45	38 – 52	43 – 61
425 mm (No40)	14 – 25	17 – 28	16 – 29
180 mm (No 80)	8 – 17	8 – 17	9 – 19
75 mm (No 200)	04 – 8	05 – 8	05 – 10

Fuente: Tabla 423 -03 (MTC)

Tabla No 6. Análisis granulométrico agregado fino ASTM C136

Tamiz ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C 136)					CANTERA: "CHEPEN"	
	ABERT. mm	Peso g.	% Reteni.	% Acum.	% Pase		
1"	25.4	0	-	-	100		
¾"	19.05	0	-	-	100	Calculo.	
½"	12.7	0	-	-	100	Tara	U-5
3/8"	9.525	0	-	-	100	Peso de Tara	206.20 g
¼"	6.35	0	-	-	100	Tara + muestra Hum.	1,178.00g
No 4	4.76	54.2	4,8	5.6	94.4	Tara + muestra Sesc.	1,170
No 6	3.36	-				Contenido de Húmeda (%)	0.80%
No 8	2.38	140.9	15,4	14.6	85.4		
No 10	2	32.5	3.1	3.4	96,6	Muestra Seca	963.8g
No 16	1.19	-					
No 20	0.84	-					
No 30	0.59	-					
No 40	0.426	375.5	36.9	38.9	61.1		
No 50	0.297	-				Proporción Agregados	
No 80	0.177	168,9	17.6	17.5	82.5	Agregado Grueso	6.50%
No 100	0.149	-				Agregado Fino	93.50%
No 200	0.074	95.9	10.2	10	90	Fino Malla 200	0.00%
-200	-	70.5	7.3		100		

Fuente: elaborado por JJ Geotecnia S.A.C. y Geonaylamp S.A.C



**Tabla No 7. Análisis granulométrico agregado grueso según ASTM**

**C136**

Tamiz ASTM	ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM C 136)					CANTERA: "CHEPEN"	
	ABERT. mm	Peso g.	% Reteni.	% Acum.	% Pase		
1"	25.4	0	-	-	100		
¾"	19.05	0	-	-	100	Calculo.	
½"	12.7	0	-	-	100	Tara	U-5
3/8"	9.525	0	-	-	100	Peso de Tara	206.20 g
¼"	6.35	0	-	-	100	Tara + muestra Hum.	1,199.00g
No 4	4.76	64.2	4,8	6.5	93.5	Tara + muestra Sesc.	1,190.00g
No 6	3.36	-				Contenido de Húmeda (%)	0.90%
No 8	2.38	150.9	15,4	15.3	84.7		
No 10	2	47.9	3.1	4.9	95.1	Muestra Seca	983.8g
No 16	1.19	-					
No 20	0.84	-					
No 30	0.59	-					
No 40	0.426	375.5	38.2	38.9	61.1		
No 50	0.297	-				Proporción Agregados	
No 80	0.177	168,9	17.2	17.5	82.5	Agregado Grueso	6.50%
No 100	0.149	-				Agregado Fino	93.50%
No 200	0.074	95.9	9.8	10	90	Fino Malla 200	0.00%
-200	-	80.5			100		

Fuente: elaborado por JJ Geotecnia S.A.C. y Geonaylamp S.A.C

Las propiedades mecánicas de un asfalto convencional y de un asfalto modificado con porcentajes de 1% 2% y 3%.

Se procederá a ser las mediciones mediante los siguientes cuadros resultado de pruebas realizado en laboratorios

Probeta óptima para el diseño asfáltico convencional

		Numero de Molde			PROMEDIO
		1	2	3	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			6	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>No4) EN PESO DE MEZCLA			34,20	
3	% DE AGREGADO FINO (<No4) EN PESO DE MEZCLA			46,40	
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA No 200) EN PESO DE MEZCLA.			0,0	
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE			1,015	
6	PESO ESPECIFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,730	
7	PESO ESPECIFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,815	
8	PESO ESPECIFICO APARENTE FILLER			6,000	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA (cm)	6,17	6,14	6,15	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1210,8	1206,4	1208,7	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1211,4	1207,9	1210,5	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	710,5	710,4	710,3	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,6	0,5	1,7	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	489,6	485,7	489,9	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,12	0,09	0,34	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,400	2,410	2,405	2,405
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) -ASTM D 2041			2,500	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,0	3,4	4,1	3.8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,654	
20	V.M.A. (%)	15,6	16,4	17,3	16.4
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	73,5	75,6	74,6	74.6
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,543	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,10	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			4,29	
25	FLUJO (mm)	4,0	3,7	4,3	4,0
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1325,6	1315,8	1340,3	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,02	1,02	1,02	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1409,5	1409,6	1430,5	1416,8
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3450,9	3700,6	3405,7	3518,3
				-----	

Fuente:

Elaboración propia

### Probeta óptima para el diseño modificado 1% C.A.

	No DE PROBETA	Numero de Molde			PROMEDIO
		1	2	3	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			6	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>No4) EN PESO DE MEZCLA			34,20	
3	% DE AGREGADO FINO (<No4) EN PESO DE MEZCLA			46,40	
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA No 200) EN PESO DE MEZCLA.			0,0	
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE			1,015	
6	PESO ESPECIFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,730	
7	PESO ESPECIFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,815	
8	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER			6,050	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA (cm)	6,20	6,21	6,20	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1223,8	1222,4	1223,7	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1224,4	1224,9	1225,5	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	720,5	721,4	722,3	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	1,0	2,0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIAL-	500,6	501,7	499,9	
	MENTE SECO (cm³)				
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,18	0,28	0,40	
16	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,400	2,420	2,425	2,415
17	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,530	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,1	4,2	4,1	4,1
19	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,554	
20	V.M.A. (%)	15,6	14,4	16,3	15,4
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	72,5	73,6	75,6	73,9
22	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,643	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,12	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,29	
25	FLUJO (mm)	4,2	4,7	5,3	4,7
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1305,6	1328,8	1359,2	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1209,5	1219,6	1400,5	1276,5
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3409,8	3720,6	3515,3	3548,5

Fuente: Elaboración propia

Probeta óptima para el diseño modificado 2% C.A.

	No DE PROBETA	Número de Molde			PROMEDIO
		1	2	3	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			6	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>No4) EN PESO DE MEZCLA			34,20	
3	% DE AGREGADO FINO (<No4) EN PESO DE MEZCLA			46,40	
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA No 200) EN PESO DE MEZCLA.			0,0	
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE			1,015	
6	PESO ESPECIFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,30	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,715	
8	<b>Peso específico aparente del filler</b>			6.2	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA (cm)	6,20	6,21	6,20	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1223,5	1224,2	1225,7	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1227,4	1227,8	1226,5	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	721,4	723,2	724,1	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	1,2	2,1	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIAL-	504.6	503,7	501,9	
	MENTE SECO (cm³)				
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,18	0,28	0,40	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,400	2,420	2,425	2,415
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,510	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,0	4,1	4,0	4,1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,554	
20	V.M.A. (%)	16,2	15,1	17,1	16.1
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	74,5	76,6	77,6	76.2
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,543	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,12	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,26	
25	FLUJO (mm)	4,1	4,5	5,2	4,6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1345,6	1338,8	1369,2	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1302,4	1309,3	1400,5	1337,8
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3400,9	3730,5	3505,1	3547,3

Fuente: Elaboración propia

Probeta óptima para el diseño modificado 3% C.A.

	No DE PROBETA	Número de Molde			PROMEDIO
		1	2	3	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			6	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>No4) EN PESO DE MEZCLA			34,20	
3	%DE AGREGADO FINO (<No4) EN PESO DE MEZCLA			46,40	
4	%DE FILLER (MINIMO 65% PASA No 200) EN PESO DE MEZCLA.			0,0	
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE			1,015	
6	PESO ESPECIFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,730	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,815	
8	PESO ESPECIFICO APARENTE FILLER			6	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA (cm)	6,20	6,21	6,20	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1224,8	1225,4	1226,7	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1228,4	1228,9	1227,5	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	724,5	724,4	725,3	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	1,3	2,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	506,6	507,7	508,9	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,18	0,28	0,40	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,410	2,430	2,425	2,421.40
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) -ASTM D 2041			2,530	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,1	4,2	4,1	4,1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,554	
20	V.M.A. (%)	16,6	15,4	17,3	16.4
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	74,5	76,6	77,6	76.2
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,643	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,12	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,29	
25	FLUJO (mm)	4,2	4,7	5,3	4,7
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1355,6	1348,8	1379,2	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1309,5	1319,6	1420,5	1349.8
29	RELACIÓN ESTABILIDA/FLUJO (kg/mm)	3410,9	3750,6	3535,7	3565.7

Fuente: Elaboración propia

Se considero en este estudio de investigación los siguientes ensayos de materiales que a continuación se demuestra a través de los cuadros que nos determinaran las características de loa elementos utilizados:

#### Norma de ensayo de absorción

Ensayo	Norma	REQUERIMIENTO ALTITUD (msnm)		
		< 3000	>3000	
Absorción	MTC E 206	1,0% máx.	1,0%max.	

**Fuente: Manual de carreteras y especificaciones técnicas**

#### Peso específico y absorción del agregado grueso

CODIGO DE MUESTRA	# 7	
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	1416,80	
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	900,90	
VOLUMENDE LA MASA+VOLUMENDE VACIOS C=(A-B)	512,60	
PESO DE MATERIAL SECO D	1412,60	
VOLUMEN DE LA MASA E=C(A-D)	511,30	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2,54	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2,65	
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2,68	
ABSORCION	0,77	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N 10: Peso específico y absorción del agregado fino**

CODIGO DE MUESTRA	#22	
PESO FIOLA (CALIBRADO CON AGUA) A	645,4	
PESO FIOLA (CALIBRADO CON AGUA) +PESO MATERIAL B	452,60	
PESO FIOLA+AGUA+MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO DEL AIRE) C	843.5	
VOLUMEN DE MASA+VOLUMEN DE VACIOS $D=(B-C)$	102.70	
PESO DE MATERIAL SECO E	288,30	
VOLUMENDE MASA $F=D-(PESO DE MATERIAL S.S.S.-E)$	103,50	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) $E/D$	2.65	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) $MAT.S.S.S./D$	2.5	
PESO APARENTE (BASE SATURADA) $E/F$	2.76	
ABSORCION	0,66	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla No 11: Efecto equivalente de arena zarandeada**

MUESTRA		ZAREANDEADA				CHANCADA		
HORA DE ENTRADA SATURACION	(A)	9:24	9:26	9:28		10:08	10:10	10:1
SALIDA SATURACION(A+10)	2	9:38	9:40	9:42		10:16	10:16	10:1
HORA ENTRADA A SATURACION	(B)	9:05:20	9:35:22	9:45:12		10:18:23	10:20:26	10:22
SALIDA DECANTACION(B+15)	4	10:09:24	10:12:34	10:14:23		5.3	10:40:34	5.3
ALTURA MATERIAL FINO (pulga)	5	5.3	5.4	5.5		4.2	5.4	4.2
ALTURA ARENA (pulg)	6	2.2	2.5	2.8			4.2	
EQUIVALENTE ARENA (6/5*100) (%)	7							
PROMEDIO EQUIV. ARENA (%)	8		40%				70%	

Fuente: elaboración propia

## Prueba limite plástico y liquido

Tabla No 12: Prueba de limite liquido

Ensayo	Norma	Requerimiento altitud (msnm)	
		< 3000	> 3000
Índice de Plasticidad (malla No 40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Plasticidad (malla No 200)	MTC E 111	5max	NP

Fuente: Manual de carretera y especificación técnica, abril 2014

**Tabla No 13: Conclusión limite liquido**

CODIGO DE MUESTRA	# 40		#200			# 40		#200
No DE TARRO			C-4					C-8
P. Tarro + S. Húmedo			25.45					25.15
P. Tarro S. Seco			22.89					21.34
Agua	N.P.		3.12					3.03
Peso de Tarro			10.56					10.12
Suelo Seco			11.22					11.14
% de Humedad			25.05					26.45
No de Golpes			24					14

Fuente: Elaboración propia, abril 2022

**Tabla No 14: Conclusión del límite plástico**

CODIGO DE MUESTRA	#40		#200			#40		#200
No de tarro								
P. Tarro+S.Humedo								
P. Tarro S. Seco								
Agua	N.P.		N.P.			N.P.		N.P.
Peso de Tarro								
Suelo Seco								
% de Humedad								
No de Golpes								
LIMITE LIQUIDO								
LIMITE PLASTICO								
INDICE PLASTICO	N.P.		N.P.			N.P.		N.P.

Fuente: elaboración propia

Abrasión los ángeles, esta prueba es para originar la erosión de los materiales y la propiedad que posee para soportar a esfuerzos.

Prueba absorción los ángeles

Ensayo	Norma	Requerimiento altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	>3000
Abrasión los Ángeles			
	MTC E 207	40% MAX	35% MAX.

nte: Manual de carretera y especificaciones técnicas, junio 2013

Fue

Tabla No 15: Resultado de prueba de absorción los ángeles

CODIGO DE MUESTRA	M.A2				
PESO INICIAL	4800				
GRADACION	B				
PESO MATERIAL RET. EN LA MALLA No 12	4435.4				
PESO MATERIAL PASA EN MALLA No12	364.4				
PORCENTAJE DE DESGASTE	14%				

Fuente: Elaboración propia

Realización la comparación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente tradicional y la mezcla asfáltica con adición de caucho reciclado en resultado de la prueba al 3% y de material 13.983

#### Características de diseño (Grupo de Control)

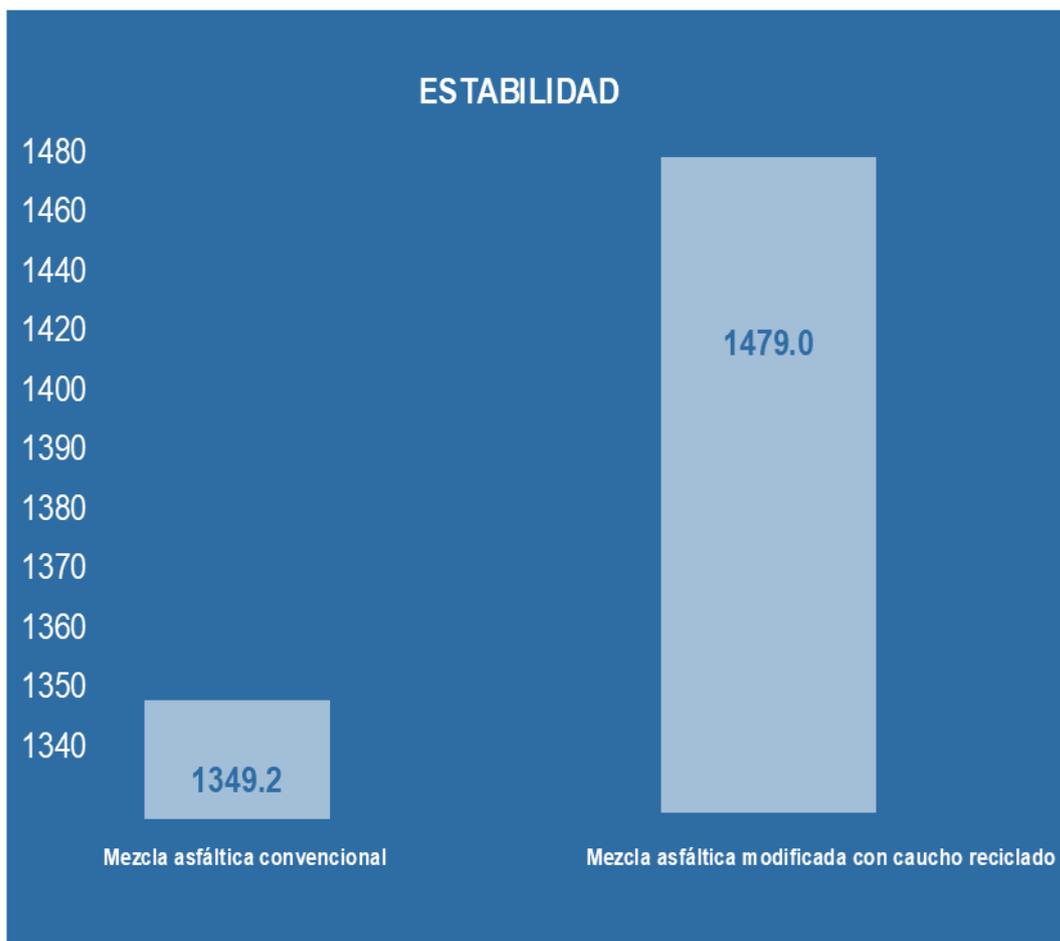
PARAMETRO DE DISEÑO	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica modificada caucho reciclado
<i>% Cemento Asfáltico en peso</i>	6	3
<i>Peso específico Probeta</i>	2.454	2,452
<i>Vacíos</i>	3.6	4.2
<i>Vacíos Agregado Mineral</i>	16.3	16.4
<i>Vacíos llenados con C. Asfáltico</i>	76.4	75.4
<i>Flujo</i>	3.6	3.2
<i>Estabilidad</i>	1349.2	1479.0
<i>Factor de rigidez</i>	3679	4649

*Fuente: Elaboración propia*

En este grafico se muestra, las diferentes cualidades de ambos sistemas de diseño, por ejemplo, la estabilidad, flujo y la rigidez.

Al examinar la repercusión que se origina en la rigidez, en la resistencia a las deformaciones continua, se tiene que examinar la disimilitud entre los dos tipos de mezclas diseñada, Cabe mencionar que, en el grafico mostrado la rigidez es el enlace entre la estabilidad (rigidez) entre el flujo (deformación). en las siguientes tablas se analizan estos parámetros.

Tipo de mezcla vs estabilidad

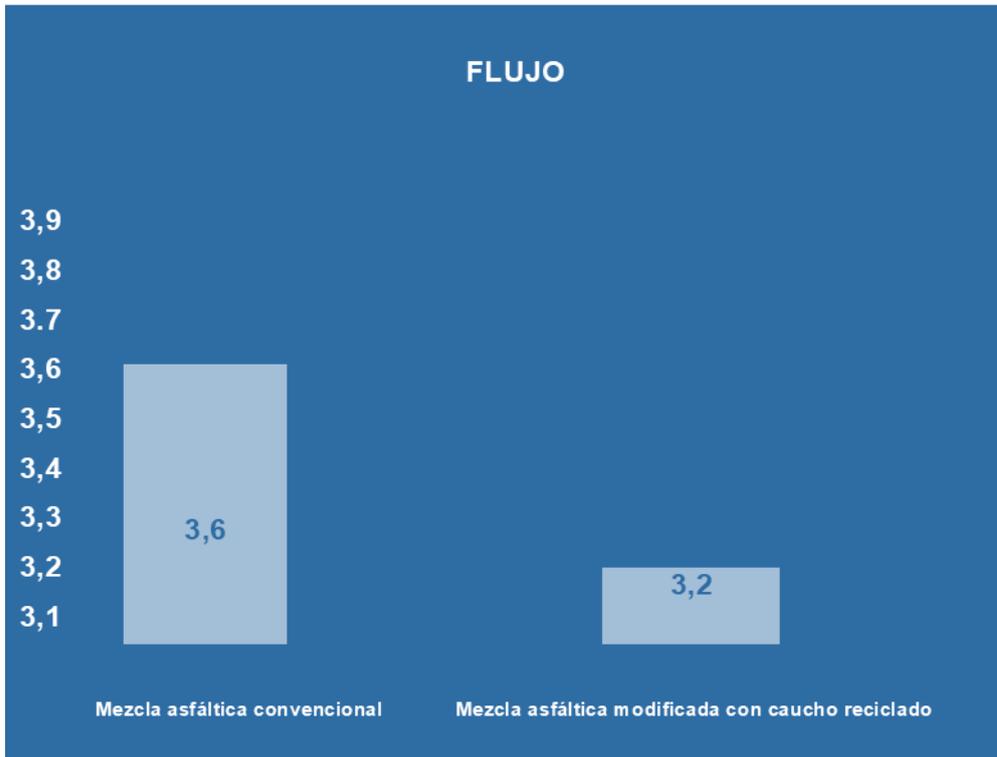


Fuente: elaboración propia

Lectura:

Es evidente que la mezcla asfáltica modificada produjo un aumento en su estabilidad, con un 8.8% en a la mezcla convencional

Tipo de mezcla vs flujo

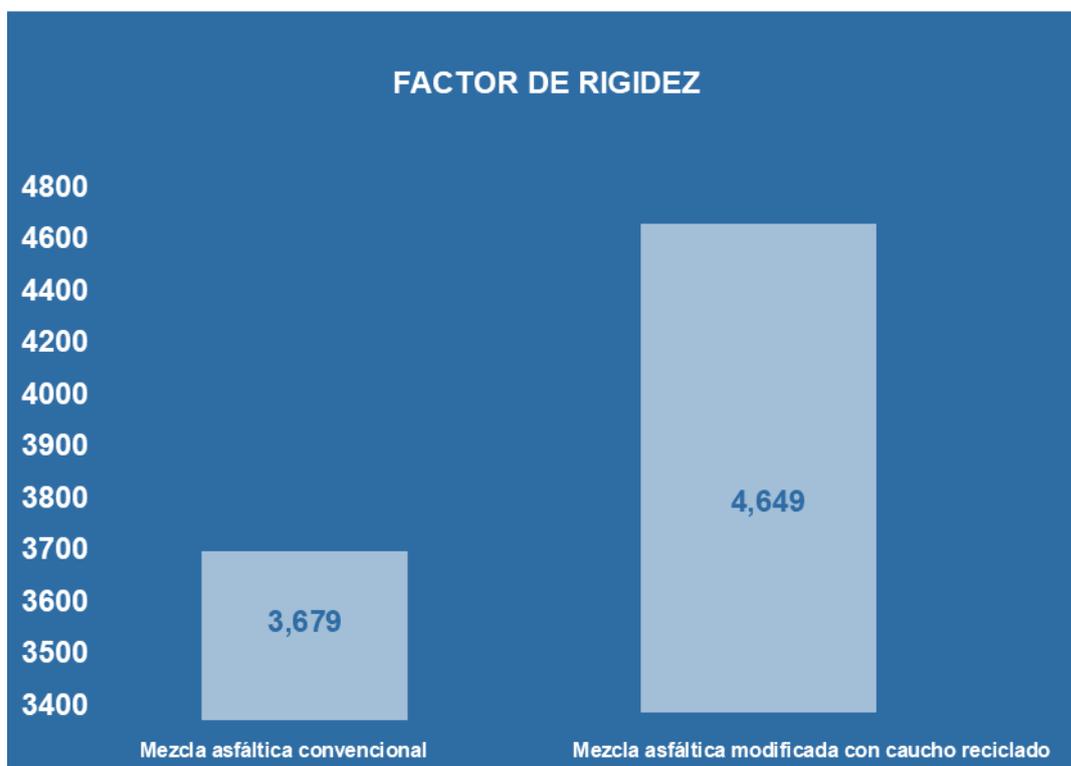


Fuente: elaboración propia

**Lectura:**

Es claro que la mezcla asfáltica modificada con caucho origina una buena disminución en el flujo de unos 11.1%

Tipo de mezcla vs índice de rigidez



Fuente: elaboración propia

**Lectura:**

En esta interpretación se puede analizar que, se encontró una extraordinaria desigualdad para ambas mezclas. Así pues, la mezcla convencional nos revelo

una rigidez de 3,679Kg/cm<sup>2</sup>, en tanto que la mezcla modificada revelo un factor de 4,649Kg/cm<sup>2</sup>, permitiendo un aumento de 20.9%. En consecuencia, podemos afirmar que el caucho reciclado en la mezcla proporciona una mejor rigidez, evidenciando un excelente resultado para las deformaciones constante.

Resultados al 2% y 1% respectivamente

En esta prueba Marshall modificado con caucho se utilizó al 2% de material fino que vendría a ser 9.292 gramos de caucho, que es el óptimo asfalto modificado.

#### Características de diseño (Grupo de Control)

PARAMETRO DE DISEÑO	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica modificada caucho reciclado
<i>% Cemento Asfáltico en peso</i>	6	2
<i>Peso específico Probeta</i>	2.447	2,450
<i>Vacíos</i>	4,3	3.0
<i>Vacíos Agregado Mineral</i>	16.3	16.4
<i>Vacíos llenados con C. Asfáltico</i>	76.4	75.4
<i>Flujo</i>	3.6	3.4
<i>Estabilidad</i>	1349.2	1399.2
<i>Factor de rigidez</i>	3679	4180.0

En esta prueba Marshall modificado con caucho se utilizó el 1% de material fino que vendría a ser 4.646 gramos de caucho, que es el óptimo asfalto modificado.

### Características de diseño (Grupo de Control)

PARAMETRO DE DISEÑO	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica modificada cauch reciclado
<i>% Cemento Asfáltico en peso</i>	6	1
<i>Peso específico Probeta</i>	2.454	2,450
<i>Vacíos</i>	3.6	3.0
<i>Vacíos Agregado Mineral</i>	16.3	16.4
<i>Vacíos llenados con C. Asfáltico</i>	76.4	75.4
<i>Flujo</i>	3.6	3.3
<i>Estabilidad</i>	1349.20	1379.20
<i>Factor de rigidez</i>	3679.00	3980.00

Comparación en costo unitarios en un asfalto convencional y un asfalto modificado:

MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL					
PRODUCCION DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE 60/70					
Partida	m3/DIA				
Rendimiento	S/.692.3 ( sin igv)				
Costo unitario directo por: m3	S/.692.3 ( sin igv)				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
OPERARIO	hh	1	0.0321	17.2	0.55
OFICIAL	hh	1	0.0321	12.7	0.41
PEON	hh	3	0.0964	11.43	3.31
					<b>4.3</b>
<b>Materiales</b>					
PETROLEO DIESEL # 2	gal		6.8	14.65	99.62
ARENA ZARANDEADA ( P/ASFALTO	m3		0.58	30.67	17.78
ARENA CHANCADA ( P/ ASFALTO)	m3		0.45	62.45	28.1
PIEDRA CHANCADA (P/ ASFALTO)	m3		0.45	42.55	19.15
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	kg		135,77	3.2	434.35
MEJORADOR DE ADHERENCIA ( RADICOTE)	kg		0.67	12.4	8.308
FILLER ( CAL HIDRATADA)	kg		42.97	1	42.97
					<b>650.28</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	0.2	1
CARGADOR 125 - 155 HP 3 Y d3	hm	1	0.0321	180.67	5.8
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1	0.0321	184.78	5.93
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2	0.0643	140.56	9.04
PLANTA DE ASFALTO DE 60 - 115 Ton/hr	hm	1	0.0321	530	17.03
					<b>37.8</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>692.38</b>

Fuente: Elaboración Propia enero 2022

## Análisis de Precios Unitarios -Mezcla asfáltica modificado

MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO					
PRODUCCION DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE 60/70					
Partida					
Rendimiento	m3/DIA				
Costo unitario directo por: m3	S/. 668.6 ( sin igv)				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
OPERARIO	hh	1	0.0321	17.2	0.55
OFICIAL	hh	1	0.0321	12.7	0.41
PEON	hh	3	0.0964	11.43	3.31
					<b>4.3</b>
<b>Materiales</b>					
PETROLEO DIESEL # 2	gal		6.8	14.65	99.62
ARENA ZARANDEADA ( P/ASFALTO	m3		0.58	30.67	17.78
ARENA CHANCADA ( P/ ASFALTO)	m3		0.45	62.45	28.1
PIEDRA CHANCADA (P/ ASFALTO)	m3		0.45	42.55	19.15
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	kg		135,77	3.2	434.35
MEJORADOR DE ADHERENCIA ( RADICOTE)	kg		0.67	12.4	8.308
CAUCHO RECICLADO (kg)	kg		8	2.4	19.2
					<b>626.51</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	0.2	1
CARGADOR 125 - 155 HP 3 Y d3	hm	1	0.0321	180.67	5.8
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1	0.0321	184.78	5.93
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2	0.0643	140.56	9.04
PLANTA DE ASFALTO DE 60 - 115 Ton/hr	hm	1	0.0321	530	17.03
					<b>37.8</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>668.61</b>

Fuente: Elaboración Propia enero 2022

## Lectura

En este análisis de precios unitario podemos afirmar por metro cubico se obtuvo un ahorro de 3.43% a comparación de mezcla asfáltica convencional.

Por tal razón, nos permitió también obtener una mayor y mejor cualidades mecánicas, así como económicas diseñar asfaltos con reciclado de caucho mediante el método seco.

### Apreciación de etapa de mantenimiento

Gracias al presente esquema gráfico, podemos mostrar todos los periodos en consideración al mantenimiento de un pavimento de mezcla convencional como la modificada con caucho reciclado

**Tabla No 20**

Costos y Periodos estimados de mantenimiento del asfalto convencional

AÑOS (VIDA UTIL-DEL PAVIMENTO)	MANTENIMIENTO RUTINARIO (*)	MANTENIMIENTO PERIODICO (*)	COSTO MANT. RUTINARIO (**)	COSTO MANT. PERIODICO (**)	TIPO DE INTERVENCION
2022					CONSERVACION
2023			S/.60,156		CONSERVACION
2024			S/.60,156		CONSERVACION
2025			S/.60,156		CONSERVACION
2026			S/.60,156		CONSERVACION
2027			S/.60,156	S/.920,543.00	REFUERZO DE CARPETA ASFALTICA
2028			S/.60,156		CONSERVACION
2029			S/.60,156		CONSERVACION
2030			S/.60,156		CONSERVACION
2031			S/.60,156		CONSERVACION
2032			S/.60,156	S/.920,543.00	REFUERZO DE CARPETA ASFALTICA
2033			S/.60,156		CONSERVACION

2034			S/.60,156		CONSERVACION
2035			S/.60,156		CONSERVACION
2036			S/.60,156		CONSERVACION
2037			S/.60,156	S/.920,543.00	REFUERZO DE CARPETA ASFALTICA
2038			S/.60,156		CONSERVACION
2039			S/.60,156		CONSERVACION
2040			S/.60,156		CONSERVACION
2041			S/.60,156		CONSERVACION
2042			S/.60,156		CONSERVACION
TOTALA (20 AÑOS DE VIDA U TIL)			1,203,120.00	2,761,629.00	
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO GENERAL			3,964,749.00		
COSTO DE MANTENIMIENTO POR KM / AÑO			20,355.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla No 21.

### Costos y Periodos estimados de mantenimiento del asfalto modificado

AÑOS (VIDA UTIL-DEL PAVIMENTO)	MANTENIMIENTO RUTINARIO (*)	MANTENIMIENTO PERIODICO (*)	COSTO MANT. RUTINARIO (**)	COSTO MANT. PERIODICO (**)	TIPO DE INTERVENCION
2022					CONSERVACION
2023			S/.60,156		CONSERVACION
2024			S/.60,156		CONSERVACION
2025			S/.60,156		CONSERVACION
2026			S/.60,156		CONSERVACION
2027			S/.60,156		CONSERVACION
2028			S/.60,156		CONSERVACION
2029			S/.60,156		CONSERVACION
2030			S/.60,156		CONSERVACION
2031			S/.60,156		CONSERVACION
2032			S/.60,156	S/.920,543.00	REFUERZO DE CARPETA ASFALTICA
2033			S/.60,156		CONSERVACION
2034			S/.60,156		CONSERVACION
2035			S/.60,156		CONSERVACION

2036			S/.60,156		CONSERVACION
2037			S/.60,156		CONSERVACION
2038			S/.60,156		CONSERVACION
2039			S/.60,156		CONSERVACION
2040			S/.60,156		CONSERVACION
2041			S/.60,156		CONSERVACION
2042			S/.60,156		CONSERVACION
2043			S/.60,156	S/.920,543.00	REFUERZO DE CARPETA ASFALTICA
2045			S/.60,156		CONSERVACION
2046			S/.60,156		CONSERVACION
2047			S/.60,156		CONSERVACION
2048			S/.60,156		CONSERVACION
2049			S/.60,156		CONSERVACION
2050			S/.60,156		CONSERVACION
2051			S/.60,156		CONSERVACION
2052			S/.60,156		CONSERVACION
2053			S/.60,156		CONSERVACION
TOTAL (A 30 AÑOS DE VIDA UTIL)			1,804,680.00	2,761,629.00	
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO GENERAL			4,566,309.00		
COSTO DE MANTENIMIENTO POR KM / AÑO			12,684.00		

Fuente: Elaboración propia

Ahorro en el precio del cuidado del pavimento: Es una variable muy indispensable ya que los cuidados dependen en gran parte de la situación de serviciabilidad de las vías. Está orientado por la recopilación de la totalidad de los cuidados proyectados dentro de los años de prestación y los kilómetros de las vías

Tabla No 22: Precio de mantenimiento por Km/Año

DESCRIPCION	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON POLÍMERO SBS	VARIACIÓN (%)
PRECIO POR KM/AÑO (HASTA EL AÑO 2045)	14,725.00	12,684.00	+86.14

Fuente: Elaboración propia,

### **Lectura.**

Como podemos apreciar en los cuadros graficados que los precios por mantenimiento utilizando la mezcla asfáltica modificada es menor en un 86.14% en relación a los precios de mantenimiento con mezcla convencional. Lo que podemos concluir que, por cada año, el cuidado de un kilómetro de vías asfáltica convencional su costo es 20,355.00 en tanto que un asfalto modificado es 12,684.00 representando un ahorro de s/.7,671 por cada kilómetro de cuidados de las vías en cada año.

**Tabla No 23: Vida útil del pavimento con los dos tipos de alternativas**

DESCRIPCIÓN	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON POLÍMEROS BS	VARIACIÓN (%)
VIDA UTIL DEL PAVIMENTO	20 AÑOS	30 AÑOS	+ 10 AÑOS

Fuente: Elaboración propia,

### **Interpretación**

Como podemos examinar que, usando el asfalto modificado con polvo de caucho reciclado, el tiempo de vida útil de la mezcla asfalto se prolonga 10 años más que el asfalto convencional, afinando de esta manera el periodo el de servicio de la carretera.

## **IV. DISCUSIÓN**

Este estudio de investigación para una mezcla de asfalto en caliente, en lo que hemos utilizados de forma convencional: cemento asfáltico, así como agregados a temperaturas de los 160 a 185 grados centígrados, agregándosele polvo de neumático usados, el producto resultante, de acuerdo a las experiencias efectuadas, se puede mejorar la calidad de las mezclas asfálticas, que permitirá la

reducción de la contaminación ambiental, al darle utilidad a las llantas de neumáticos usados, pero lo más importante es incrementar la resistencia de la carpeta de rodadura, resistencias a las deformaciones, a las fuerzas de tensiones, disminuye los agrietamientos y el alargamiento en el tiempo de servicios de las carreteras.

Nuestra investigación se asemeja al estudio de análisis de (Angulo R. y D. J. Luis 2015) denominado "Modif. De un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en el pavimento" En la cual anuncia el diseño de una mezcla asfáltica con material modificado con caucho reciclado, nos permite conseguir de esta manera la utilización y sobre todo el aprovechamiento de estos materiales sólidos que son resultados de las llantas de los vehículos dándole mejor uso a estos materiales del caucho de las llantas, permitiendo de esta manera darle alternativa de solución a todos los diseños de pavimento asfáltico y tratar de conseguir un mejoramiento a los problemas que afectan a la carpeta de rodadura

Bajo esas premisas, hemos realizado ensayos de laboratorio y cuyos resultados, contenido en la presente Tesis, demuestran que es posible emplear, dicho procedimiento en nuestro país, en donde aún no se ha aplicado, posibilitando con ello el mejoramiento de las condiciones viales de nuestra red caminera, cuyos costos de mantenimiento se tornan elevados, debido a las temperaturas cambiantes y otras condiciones climatológicas, las que deterioran tempranamente nuestros pavimentos.

También se pudo determinar que con la producción y el uso del reciclado del caucho de llantas de neumáticos es un procedimiento sencillo de ser utilizado como elemento que permitirá colaborar con el medio ambiente debido a que las llantas usadas son abundantes en nuestro país y por otra parte su costo en utilización es muy bajo.

## V. CONCLUSIONES

1. Podemos concluir en nuestra investigación y determinar que la dosificación del caucho reciclado en la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente, se basó respectivamente del porcentaje del total del agregado fino de nuestro diseño.

Que sería considerando mediante el sistema Marshall modificado con caucho se utilizó primeramente el 1% de material fino que vendría a ser 4.646 gramos de caucho, que es el óptimo asfalto modificado y del 2% de material fino que vendría a ser 9.292 gramos de caucho, que es el óptimo asfalto modificado. Y del 3% del material fino que vendría ser, 13.938 gramos de caucho, que es el óptimo modificado respectivamente.

2. Determinar las propiedades mecánicas en la mezcla asfáltica en caliente con la adición de caucho reciclado en 1%, 2% y 3% del agrado fino. Para los resultados mecánicos hemos considerado el porcentaje máximo del 3% que el elegido para nuestro diseño, pudiéndose confirmar que la rigidez de la mezcla asfáltica, es resultado de los ensayos con el sistema Marshall. En donde el polvo de caucho puede ser usado confiablemente para una mejora en sus cualidades mecánicas en la mezcla, por intermedio del sistema de vía seca. Lográndose incrementar el factor de rigidez alcanzando al 4649kgf, así como también incrementa la resistencia a las deformaciones, como lo demostramos en una mayor estabilidad =1479.0kgf, con un flujo mucho menor que el tradicional de 3.2 como valor.
3. Realizar la comparación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente tradicional y la mezcla asfáltica con adición de caucho reciclado en 1%, 2% y 3%. Para la conclusión hemos considerado para la comprobación con el concreto tradicional el porcentaje máximo que el 3% que fue elegido para nuestro diseño, Lográndose incrementar el factor de

rigidez para el convencional fue de 3,679kgf y con la incorporación del caucho reciclado alcanzo a 4,649kgf con un 20.87% de diferencia con un concreto convencional. Se puede afirmar que el asfalto modificado con polvo caucho incrementa la resistencia a las deformaciones de un 8.78% a comparación del asfalto convencional, como se demuestra en su estabilidad =1479.0kg en relación del asfalto convencional con una estabilidad=1349.2kg, y su flujo con un valor favorable de 3.2 para el concreto con caucho y del 3.6 para el concreto convencional.

El asfalto modificado con polvo de caucho reciclado también permite una reducción en el tiempo para su rehabilitación y mantenimiento de precio por kilómetro de la carretera con un ahorro **s/.7,671** km/año, debido a que el asfalto modificado para su respectivos manteniendo se considera un costo de **S/.12,684.00** En tanto que el asfalto convencional el costo es de **20,355.00** Mientras sea menor la medida máxima de las partículas del polvo de caucho que se usan para enriquecer las mezclas asfálticas modificadas, originándose buenos resultados en su consistencia y durabilidad en las vías. Es evidente que la vida útil de las vías asfálticas logra una mayor duración con caucho reciclado. En este estudio de investigación, se considera que las vías con este diseño de mezcla incrementasen a 10 años de servicio (vida útil) en comparación a la mezcla asfáltica convencional.

La mezcla asfáltica con polvo de caucho por sistema de la vía seca, reduce el volumen de huecos con aire y el volumen de vacíos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

La utilización del caucho reciclado considera al proyecto de diseño de mezcla asfáltica en estudio como una buena solución para el mejoramiento de nuestros pavimentos flexible, nos ha permitido demostrar una mejoría en relación al patrón de deformaciones permanente, pero se plantea considerar seguir con dichos

estudios de investigaciones en el país, que este modelo de diseño de mezcla asfáltica por medio de la vía seca origina buenos resultados.

Que el estado peruano incentive a las empresas industriales consideren como negocio rentable la reutilización del neumático reciclado e incluirlo en el mercado nacional como extranjero, la instalación de plantas que se dediquen a la trituración del caucho, y ser utilizados como material importante para el diseño asfálticos ya que se ha demostrado una mayor resistencia y de un mejor aporte a las deformaciones estructurales.

Debido a que el país, todavía no existe normas establecidas que nos puedan orientar como se debe diseñar un asfalto modificado con polvo de caucho reciclado, sería indispensable que se efectuó análisis más profundos para establecer los parámetros más importantes y necesarios en este tipo de diseños para proyectos de gran envergadura.

Debemos tener en consideración que existe dos métodos para poder efectuar el diseño de asfalto uno es por el sistema de la vía seca y el otro por el método húmedo. Para el primer sistema mediante el método modificado por vía húmeda debemos afirmar que no se puede contar con un horno que nos permita hacer el proceso de mezclado del caucho la cual deberán de ser mezclado de manera homogéneamente a temperatura de 180°C, también sería muy importante tener herramientas a disposición y lograr diseños con diferentes polímeros.

Para el segundo caso con el caucho modificado mediante el sistema de la vía seca es mucho mejor porque su utiliza con sería directo sin necesidad de un horno para su calentamiento, es importante investigar las ventajas y desventajas de las diferentes medidas del caucho a ser utilizados en este estudio de investigación.

Se tiene que seguir analizando con granulometrías tradicionales para efectuar mezclas asfálticas modificadas con polvo de caucho reciclado, para poder hacer una comparación con los efectos obtenidos con la utilización de la granulometría. Asimismo, es indispensable efectuar seguimientos continuos a todos los tramos analizados con este sistema, con la obtención de testigos principalmente.

Se recomienda a las universidades que deberán incorporar el curso de diseño pavimento, en la cual los estudiantes deberán de realizar investigaciones con diferentes tipos de materiales que nos permitan hacer mejoras en los asfaltos tradicionales. Estos asfaltos modificados se tienen que ser implementados en las diferentes regiones de nuestro país, y de esta manera lograr observar los posibles comportamientos en las distintas temperaturas sometidas estos tipos de material, así como también poder comprobar qué tan eficiente son y de poder determinar el periodo de vida útil que podría lograr soportar.

## REFERENCIAS

MANUAL de carreteras, normas para la evaluación de proyectos y geometría [en línea]. Lima: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Inc., 2011 [fecha de consulta: 18 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.mopc.gov.py/userfiles/files/gap.pdf>

ALARCÓN José, CAMACHO Deicy y HERREÑO Ingrid. Viabilidad del uso del asfalto caucho en la región de Tunja, Colombia. Revista venezolana [En línea]. Vol. 40. N.º 34. 2019. Pág. 12. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en

BETRAM, George. Ensayos de Suelos Fundamentales para la Construcción. Washington: International Road Federación, 1963, pp.89.95.

Proceso de reciclaje de caucho para un diseño de pavimento disponible en: <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/06/26/reciclaje-de-neumaticos-procesos-y-usos/>

MORA, Carlos. Manual de supervisión de aspectos sociales para la ejecución de obras de infraestructura vial. Perú: Ministerio de Transportes y 116 Comunicaciones. Recuperado de: <http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/asuntos/guias/pdf/MSAS.pdf> ISBN: 980470170658

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos. y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw-Hill, 2015. pp. 56-67.

FERNÁNDEZ, Ricardo. Pavimentos sustentables [en línea]. Lima: informe S.L, Inc. 2010 [fecha de consulta: 22 de octubre del 2016]. Disponible en: <http://ligante-asfaltico.blogspot.pe/p/llantas-usadas-en-pavimentos.html>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2013. Manual de Carreteras -Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

74Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, MTC. Lima: 2016. pág. 1274, Manual.

TERRONES Ospina, Hermes Andrés, “Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho” (2015), Publicado por la escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito, Bogotá-Colombia.

MARÍN Hernández, Alberto, “Asfaltos modificados y pruebas de laboratorio para caracterizarlos” (2018), para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, en la ciudad de Lima-Perú.

ANGULO rodríguez, Ricardo y Duarte Ayala, José Luis “Modificación de un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos” (2015), Publicado por la universidad industrial de Santander butamarca.

SALCEDO de la Vega, Carlos. 2018. Experiencia de Modificación de Cemento Asfáltico con Polímeros SBS en Obra. Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura: 2018. pág. 64, Tesis de Maestría.

REAL sociedad española de química. 2016.anales químicas. Madrid: ciudad universitaria facultad de quimicauniversidad complutense, 2016.

URREGO Aguilera, Edward Camilo y Ruiz Ramírez, Cristian Camilo. 2016. Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfálticos convencionales y materiales de peña y río. Bogotá: s.n., 2016.

AIFONSO Montejó, F (2015), Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, (2°. ed.). Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.

RAFAEL, L. (2004), Determinación de la calidad de los asfaltos modificados en campo, México: Asociación Mexicana del Asfalto.

ANGULO Rodríguez, Ricardo Alberto y DUARTE Ayala, José Luis. Modificación de un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos. (título profesional de Ingeniero químico). Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias fisicoquímicas. 2015. 94 pp.

ALZATE Diana Carolina, GARCIA Jaime Alexander y GELACIO Emerson. Estudio de Viabilidad para la Creación de una Empresa Transformadora de Llantas en PEREIRA. (Bachiller en administración de empresas). Pereira, Colombia. Universidad minutos de Dios. 2019. 123 pp.

BOTASSO Gerardo, REBOLLO Oscar, CUATTOCCHIO Adrian y SOENGAS Cecilia. Utilización de caucho de neumáticos en mezcla asfáltica densa en obras de infraestructura. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata. La Plata, Argentina, 2008, 9 pp.

Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2028/1993>

CARRIZALES Apaza, José Javier. Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos. (título profesional de ingeniero civil). Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2015. 119 pp.

Disponible en  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/CarrizalesApaza\\_Jose\\_%20Javier.pdf?sequence=1&i Allowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/CarrizalesApaza_Jose_%20Javier.pdf?sequence=1&i Allowed=y)

CERVERA Borja, Cesar Augusto. Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca. (título 70 profesional de ingeniero civil). Cajamarca, Perú. Universidad Privada del Norte. 2016. 156 pp.

CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. [en línea]. Vol. 19. N° 33. 2009. [Fecha de consulta: 11 de noviembre del 2020]. Disponible en  
<http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/1949/1/ycorral.pdf>  
ISSN: 1316-5917

CORREA Lesmes, Camilo Andrés. Implementación de mezcla asfáltica modificada con granulo de caucho en el barrio San Carlos de la localidad de Tunjuelito. (Título para especialista de ingeniería de pavimentos). Colombia. Universidad militar nueva granada. 2018. 48 pp.

CAMPAÑA O.; GALEAS S.; GUERRERO V. Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores. Escuela Politécnica Nacional. Publicado en el 2015, vol.36 no. 3. 6pp.  
Disponible en  
[https://www.researchgate.net/publication/283266510\\_Obtencion\\_de\\_Asfalto\\_Modificado\\_con\\_Polvo\\_de\\_Caucho\\_Proveniente\\_del\\_Reciclaje\\_de\\_Neumaticos\\_de\\_Automotores](https://www.researchgate.net/publication/283266510_Obtencion_de_Asfalto_Modificado_con_Polvo_de_Caucho_Proveniente_del_Reciclaje_de_Neumaticos_de_Automotores)

CONTRERAS Martínez, Cesar Hernán y MAMANI Vilcatoma, Diego Paul. Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente

de neumáticos usados. (título profesional de ingeniería civil). Lima, Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2019. 109 pp.

Disponible en

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651885/Contreras\\_MC.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651885/Contreras_MC.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

CUSQUISIBÁN Ocas, Wilder Danny. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento. (título profesional de ingeniería civil). Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 2015. 136 pp.

CHAVEZ Arévalo, Oswaldo, LOPEZ Poveda, Luis y MORALES Cárdenas, Pedro Joaquín. Efecto de la alta compactación de la capa de base en pavimento flexibles.

(Título profesional de ingeniero civil). Managua, Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería. 2019. 137 pp.

DIAS Claros, Cesar Mauricio y CASTRO Celis, Liliana Carolina. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. (Título profesional de ingeniero civil). Bogotá, Colombia. Universidad Santo Tomas. 2017. 82 pp.

ESCOBAR Bellido, Luis y HUINCHO Ochoa, Jesús. Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa

ROSA – Sachapite, Huancavelica – 2017. (título profesional de ingeniería civil). Universidad Nacional de Huancavelica. 2017. 192 pp. Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>.

GOICOCHEA Fernández, Fredy. Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas – Amazonas – 2017. (título profesional de ingeniería civil). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú. 2019. 99 pp.

GENDERSON Billy, Estrella Dávila. Aplicación de la metodología para la modificación de asfaltos convencionales mediante polímeros en el pavimento de la carretera Pilcomayo - Chupaca 2016. (Título profesional de ingeniero civil). Huancayo, Perú. Universidad Peruana Los Andes. 2016. 278 pp.

ORELLANA Orellana, Jordi Rene y SOLANO Mosquera, Jason Estevan. Dosificación óptima en pavimento flexible de asfalto y caucho reciclado utilizando materiales de la región. (título profesional de ingeniería civil). Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca. 2019. 124 pp. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33528/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

OLARTE Riaño, Brandon Nicolas y SOLER Sánchez, Rubén David. efecto del grano de caucho en el ahuellamiento de una mezcla asfáltica tipo MD-12. (título profesional para ingeniero de transporte y vías). Tunja, Colombia. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. 2018. 234 pp. Disponible en <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3094?locale=es>

OLIVARES Carmona, Daniel. Planta de reciclaje de neumáticos de caucho comercialización de miga de caucho. (Magister MBA en Administración). Antofagasta, Chile. Universidad de Chile. 2016. 56 pp.

PACO Martínez, Alexandra. Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto. (bachiller en ingeniería civil). Arequipa, Perú. Universidad Católica San Pablo. 2020. 45 pp. Disponible en [https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16229/1/SEGOVIA\\_CARH](https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16229/1/SEGOVIA_CARH)

PEREDA, Danfer y CUBAS, Nahum. Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales. (título profesional de ingeniería civil). Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. 2015. 107 pp

SAUD A. Alfayez, AHMED R. Suleiman and MONCEF L. Nehdi. Recycling Tire Rubber in Asphalt Pavements: State of the Art. [on line]. Published 31 october 2020. Canada. Western University. 15 pp.

SOTO Avalos, Edwin Yair. Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017. (título profesional de ingeniería civil). Trujillo, Perú. Universidad Privada del Norte. 2018. 231 pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13751>

UBIDIA Pinedo, Lucia Esther. Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín. (título profesional de ingeniería civil). Lima, Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2019. 152 pp.

VEGA Zurita, Danilo Sebastián. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico. (Título profesional de ingeniero civil). Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 2016. 114 pp.

VILLAGARAY Medina, Edwin Jesús. Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017. (Título profesional de ingeniero civil). Lima Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017.126 pp.

VEGA Perrigo, Daniel Alonso. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). (título profesional de ingeniería civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018. Facultad de ciencias e ingeniería. 128 pp

AMERICAN Asociación of State Highway and Transportation Officials. - AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. - American Association of State Highway and Transportation Officials. - Washington, D.C., USA, 2016

HUANG Y.H. - Pavement Analysis and Design. - Prentice Hall Eds., 2015 L.C.P.C, SETRA. - Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussées, Guide Technique. 2015

SHRP. - Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing. - Superpave Series Number

USA, 2018. 20.- SHRP. - Synthesis of Current and Projected Concrete Highway Technology. Rubber - SHRP-C-345.- USA, 2018.

SHRP. - Pavement Maintenance Effectiveness.- SHRP-H-358.- USA, 2019.

SHRP. - SHRP-LTPP Overview: Five-Year Report. Rubber - SHRP-P-416.- USA, 2020.

SHRP. - Permanent Deformation Response of Asphalt Aggregate Mixes. - SHRP -A-415.- USA, 2015.

SHRP. - Fatigue Response of Asphalt - Aggregate Mixes.- SHRP-A-404.- USA, 2016.

SOULIMAN, Mena, HAJJ, Elie y SEBAALY, Peter. 2016. Effectiveness of single and sequential applications of rubber on asphalt pavements in the truckee Meadows region. UNIVERSITY OF NEVADA RENO, Estados Unidos:

UJJVAL, Solanki, PRADIP, Gundalia y MANSUKH, Barasara. 2016. A Review on Structural Evaluation of Flexible Pavements using Falling Weight Deflectometer.

STM JOURNALS, India: 2016.- Asphalt Instituto. - Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation; Manual Series rubber No. 17 (MS-17).- Asphalt Institute.- Lexington KY, USA, 2015

GOOGLE MAPS. Google maps. [En línea] [Citado el: 22 de septiembre de 2020.] <https://www.google.com/maps/place/San+Mart%C3%ADn+de+Porres/@-11.9884636,-77.0755154,13z/data=!4m5!3m4!1s0x9105ce6e64e51b9b:0x6a172d7ee033e802!8m2!3d-11.9815617!4d-77.0969009>.

GRUPPO BITUMI. gruppobitumi.pl. [En línea] [Citado el: 20 de mayo de 2020.] <https://www.gruppobitumi.pl/oferta/siatka-stalowa-mesh-track/>.

L.C.P.C, SETRA. - Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussés, Guide Technique. 2015

## Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo **José Roger Gamonal Chauca**, alumno de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura**, Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo **Filiar Chimbote** declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: **“Efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la avenida Pacífico en el distrito de nuevo Chimbote - 2021”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificandocorrectamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 10 de Julio de 2022

Apellidos y Nombres del Autor GAMONAL CHAUCA, José Roger	
DNI: 70300576	 Firma



# M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

## LABORATORIO DE LA DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES INFORME DE ENSAYO CONVENCIONAL

SOLICITANTE : José Roger Gamonal Chauca MUESTRA : Agregado  
 PROYECTO : "efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la Av. Pacífico en el distrito de nuevo Chimbote - 2021" IDENTIFICACION : lo que indica CANTIDAD : lo que indica  
 REFERENCIA PRESENTACION: Sacos  
 FECHA DE RECEPCION: junio 2022 FECHA DE ENSAYO: junio 2022

### ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSAS USANDO EL METODO MARSHAL

Característica de la Mezcla:	:					
-No de golpes por cara	:		75			
-Contenidos Optimo de Cemento Asfáltico, %:	5.8		5.9		5.4	
-Peso Especifico balk, g/cm <sup>3</sup>	2,447		2,450		2,445	
-Vacíos, %	4.3		3.0		3.2	
-Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	72.8		75.2		76.4	
-V.M.A., %	15.8		16.4		17.3	
-Estabilidad, kg (KN)	1,391.1	(13,640)	1,349.2	(13,635)	1350.2	(13280)
-Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> )	3.1	(12.7)	3.6	(14,3)	3.5	(15.0)
-Absorción de Asfalto, %			0.12			
-Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulgT)	4,063.0	(10.0)	3,679.0	(9.0)	3598.0	(8.7)
-Temperatura de la Mezcla, C o			143 -147			
Proporciones de mezcla:	:					
(1) Agregado grueso, %	:					
(2) Agregado fino, %	:					
(3) Filler mineral %	:					
(4) Aditivo %	:					
Materiales:						
Agregado grueso	:	PEN 60-70				
Agregado fino	:	Piedra chancada-(cantera				
Aditivo	:	Arena chancada – (cantera leticia				
	:	Mejorador de adherencia tipo amina				

Gamonal C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251342

**Observaciones:**

**Manual de Ensayos de Carreteras (EM-2016), 2da edición, Agregados, proporcionado e identificado por el solicitante**  
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo usuario



**INFORME DE ENSAYO A 3% CAUCHO**

**SOLICITANTE** : José Roger Gamonal Chauca **MUESTRA** : Agregado y caucho

**PROYECTO:** "efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la Av. Pacifico en el distrito de nuevo Chimbote - 2021"  
**IDENTIFICACION** : lo que indica  
**CANTIDAD** : lo que indica

**REFERENCIA**

**PRESENTACION:** Sacos

**FECHA DE RECEPCION:** junio 2022

**FECHA DE ENSAYO:** junio 2022

**ASTM D-6927(2010)**

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLA**

**BITUMINOSA USANDO EL METODO MARSHAL**

<b>Característica de la Mezcla:</b>	:					
-No de golpes por cara	:		75			
-Contenidos Optimo de Cemento Asfáltico, %:		5.4	5.5		5.4	
-Peso Especifico bulk, g/cm3	:	2,448	2,451		2,441	
-Vacíos, %	:	4.2	3.4		3.2	
-Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	72.1	74.2		75.4	
-V.M.A., %	:	15.4	16.1		16.3	
-Estabilidad, kg (KN)	:	1,491.1 (14,610)	1479.2 (14,535)		1450.2 (14,260)	
-Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> )	:	3.2 (12.3)	3.2 (13,3)		3.2 (14.0)	
-Absorción de Asfalto, %			0.12			
-Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (Ib/pulgT)	:	4,763.0 (10.0)	4,649.0 (9.0)		4548.0 (8.7)	
-Temperatura de la Mezcla, C o	:		140 -143			
<b>Proporciones de mezcla:</b>	:					
(1) Agregado grueso, %	:					
(2) Agregado fino, %	:					
(3) Filler mineral %	:					
(4) Aditivo %	:					
<b>Materiales:</b>			PEN 60 -70			
Agregado grueso	:	Piedra chancada-(cantera let				
Agregado fino	:	Arena chancada - (cantera				
Aditivo	:	Mejorador de adherencia				

*[Handwritten Signature]*  
G. Anton Flóres  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251342

**Observaciones:**

*Manual de Ensayos de Carreteras (EM-2016), 2da edición, Agregados, proporcionado e identificado por el solicitante  
Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo usuario*



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

## Ensayo los Ángeles

**SOLISITADO:** José Roger Gamonal Chauca

**PROYECTO:** "efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la av. pacifico en el distrito de nuevo chimbote-2022"

PASA	RET.	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (08)	GRADO "D" (06)	GRADO "1" (12)	GRADO "2" (12)	GRADO "3" (12)
3"	2 ½"					2400g		
2 ½"	2"					2400g		
2"	1 ½"					4800g	4800g	
1 ½"	1"	1200g					4800g	4800g
1"	¾"	1200g						4800g
¾"	½"	1200g	2400g					
½"	3/8"	1200g	2400g					
3/8"	No 3			2400g				
No 2	No 4			2400g				
No 4	No 8				4800g			

NOTA: LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LAS CANTIDADES DE ESFERA

<b>CODIGO DE MUESTRA</b>	<b>M.A 2</b>					
<b>PESO INICIAL</b>	<b>4800</b>					
<b>GRADACION</b>	<b>B</b>					
<b>PESO DE MATERIAL RETENI. EN MALLA No 12</b>	<b>4435.4</b>					
<b>PESO DE MATERIAL PASA EN MALLA No 12</b>	<b>364.4</b>					
<b>PORSENTAGE DE DESGASTE</b>	<b>14%</b>					

  
 Germán C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251342



**M&M** ANTÓN LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

## Ensayo de Peso Especifico y Absorción

SOLICITADO: José Roger Gamonal Chauca

FECHA: ABRIL 2022

PROYECTO: "EFECTÓ DEL CAUCHO RECICLADO EN LA ELABORACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE EN LA AV. PACIFICO EN EL DISTRITO DE NVO CHIMBOTE - 2022"

### ENSAYO(S): PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción agregado grueso		
CODIGO DE LA MUESTRA	# 7	
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMESTE SECO (EN AIRE) A	1416.8	
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO(SUMERGIDO) B	900.9	
VOLUMEN DE LA MASA+VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)	512.6	
PESO DE MATERIAL SECO D	1412.6	
VOLUMEN DE LA MASA E=C(A-D)	511.3	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.54	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.65	
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.68	
ABSORCION	0.77	
NTP 400.02 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y Absorción del agregado fino		
CODIGO DE LA MUESTRA	# 22	
PESO FIOLA (CALIBRE CON AGUA) A	645.4	
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B	452.6	
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)	843.5	
PESO DE MATERIAL SECO E	102.7	
VOLUMEN DE LA MASA SECO E	288.3	
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO DE MATERIAL S.S.S.E)	103,5	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D	2.65	
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D	2.5	
PESO APARENTE (BASE SATURADA) E/F	2.76	
ABSORCION	0.66	
NTP 400,022	PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LOS SOLIDOS DE SUELO	

  
Germán C. Antón Flosas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251342



# M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

## Ensayo de Limite Liquido

LABORATORIO Y CONSTRUCCION DE ESTUDIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION

SOLICITADO: José Roger Gamonal Chauca

FECHA: ABRIL 2022

PROYECTO : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LA ELABORACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE EN LA AV. PACIFICO EN EL DISTRITO DE NVO CHIMBOTE - 2022"

**ENSAYO(S): LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO**

NTP 339, 134(2020)		LIMITE LIQUIDO			
CODIGO DE MUESTRA	# 40	# 200	# 40	# 200	# 200
No DE TARRO		C-4			C-8
P. Tarro + S. Húmedo		25.24			25.15
P. Tarro s. Seco		22.89			21.34
Agua	N.P.	3,12			3,03
Peso de Tarro		10.56			10.12
Suelo Seco		11,22			11.14
% de Húmeda		25.05			26.45
No de Golpes		24			14

**LIMITE PLASTICO**

CODIGO DE MUESTRA	# 40	# 200	# 40	# 200
No DE TARRO				
P. Tarro + S. Húmedo				
P. Tarro s. Seco				
Agua	NP	NP	NP	NP
Peso de Tarro				
Suelo Seco				
% de Húmeda				
No de Golpes				
LIMITE LIQUIDO+				
LIMITE PLASTICO				
INDICE PLASTICO	NP	NP	NP	NP

Germán C. Anton Flosas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251342

00 INDECOPI  
 Calle

- PERU



# M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.L.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

## INFORME DE ENSAYO A 1% CAUCHO

SOLICITANTE : José Roger Gamonal Chauca MUESTRA : Agregado y caucho  
PROYECTO : "efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la Av. Pacifico en el distrito de nuevo Chimbote - 2021" IDENTIFICACION : lo que indica CANTIDAD : lo que indica  
REFERENCIA PRESENTACION: Sacos  
FECHA DE RECEPCION: junio 2022 FECHA DE ENSAYO: junio 2022

### ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSAS USANDO EL METODO MARSHAL

Característica de la Mezcla:	:					
-No de golpes por cara	:		75			
-Contenidos Optimo de Cemento Asfáltico, %:	5.8		5.9		5.4	
-Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,447		2,450		2,445	
-Vacíos, %	4.3		3.0		3.2	
-Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	72.8		75.2		76.4	
-V.M.A., %	15.8		16.4		17.3	
-Estabilidad, kg (KN)	1,391.1	(13,640)	1379.2	(13,635)	1350.2	(13280)
-Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> )	3.1	(12.7)	3.4	(14,3)	3.5	(15.0)
-Absorción de Asfalto, %			0.12			
-Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulgT)	4,063.0	(10.0)	3,679.0	(9.0)	3598.0	(8.7)
-Temperatura de la Mezcla, C <sup>o</sup>			143 -147			
Proporciones de mezcla:	:					
(5) Agregado grueso, %	:					
(6) Agregado fino, %	:					
(7) Filler mineral %	:					
(8) Aditivo %	:					
Materiales:			PEN 60 -70			
Agregado grueso	:		Piedra chancada- (cantera leticia			
Agregado fino	:		Arena chancada – (cantera leticia			
Aditivo	:		Mejorador de adherencia tipo a			

#### Observaciones:

Manual de Ensayos de Carreteras (EM-2016), 2da edición, Agregados, proporcionado e identificado por el solicitante  
Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

**INFORME DE ENSAYO A 2% CAUCHO**

**SOLICITANTE** : José Roger Gamonal Chauca **MUESTRA** : Agregado y caucho  
**PROYECTO** : "efecto del caucho reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la Av. Pacifico en el distrito de nuevo Chimbote - 2021"  
**IDENTIFICACION** : lo que indica  
**CANTIDAD** : lo que indica  
**REFERENCIA** :  
**FECHA DE RECEPCION**: junio 2022 **PRESENTACION**: Sacos  
**FECHA DE ENSAYO**: junio 2022

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSAS  
USANDO EL METODO MARSHAL**

<b>Característica de la Mezcla:</b>	:					
-No de golpes por cara	:		75			
-Contenidos Optimo de Cemento Asfáltico, %:	5.8		5.9		5.4	
-Peso Especifico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,447		2,450		2,445	
-Vacíos, %	4.3		3.0		3,2	
-Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	72.8		75.2		76,4	
-V.M.A., %	15.8		16.4		17,3	
-Estabilidad, kg (KN)	1,391.1	(13,640)	1389,2	(13,635)	1350.2	(13280)
-Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> )	3.1	(12.7)	3.4	(14,3)	3.5	(15.0)
-Absorción de Asfalto, %			0.12			
-Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulgT)	4,063.0	(10.0)	3,679.0	(9.0)	3598.0	(8.7)
-Temperatura de la Mezcla, °C			143 -147			
<b>Proporciones de mezcla:</b>	:					
(9) Agregado grueso, %	:					
(10) Agregado fino, %	:					
(11) Filler mineral %	:					
(12) Aditivo %	:					
<b>Materiales:</b>		<b>PEN 60 -70</b>				
Agregado grueso	:	Piedra chancada- (cantera leticia				
Agregado fino	:	Arena chancada – (cantera leticia				
Aditivo	:	Mejorador de adherencia tipo amina				

**Germán C. Anton Fioslas**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
**CIP: 251342**

**Observaciones:**

*Manual de Ensayos de Carreteras (EM-2016), 2da edición, Agregados, proporcionado e identificado por el solicitante  
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo usuario*



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

## Informe de Ensayo Rice

SOLICITANTE : José Roger Gamonal Chauca

FECHA: ABRIL 2022

PROYECTO : "efecto del caucho reciclado en la elaboración de  
mezcla asfáltica en caliente en la Av. Pacifico  
en el distrito de nuevo Chimbote - 2021"

### ENSAYO: RICE

	DESCRIPCION	CODIGO	45%	5%	5.5%	6 %
1	PESO MUESTRA SUELTA/EN AIRE) gr.		860.04	856.9	834.4	857.6
2	PESO FRESCO + AGUA (25 <sup>o</sup> )gr		1678.9	1670.8	1672.5	1674,8
3	PESO FRESCO + AGUA (25 <sup>o</sup> ) + MUESTRA SUELTA gr.		2550.7	2550.9	2548,6	2554.7
4	PESO FRESCO + AGUA (25 <sup>o</sup> ) + MUESTRA SUELTA DESPUE DE ENSAYO gr,		2201.5	2224.6	2224.5	2219.8
5	VOLUMEN (3-4) c.c.		332.5	330.4	329.8	333.5
6	GRAVEDAD ESPECIFICA (RICE) (1/5) gr/c.c.		2.54	2.55	2.50	2.51

	DESCRIPCION	CODIGO	45%	5%	6%	6%
1	PESO MUESTRA SUELTA/EN AIRE) gr.					
2	PESO FRESCO + AGUA (25 <sup>o</sup> )gr					
3	PESO FRESCO + AGUA (25 <sup>o</sup> ) + MUESTRA SUELTA gr.					
4	PESO FRESCO + AGUA (25 <sup>o</sup> ) + MUESTRA SUELTA DESPUE DE ENSAYO gr,					
5	VOLUMEN (3-4) c.c.					
6	GRAVEDAD ESPECIFICA (RICE) (1/5) gr/c.c.					

C. Anton Plasas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251342

00 INDECOPI  
Calle

- PERU



**M&M** ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

## INFORME ENSAYO DE GRALUMETRIA

SOLICITANTE:  
DOMICILIO LEGAL:  
PROYECTO:

MUESTRA : AGREGADO  
IDENTIFICACION : LO QUE SE MUESTRA  
CANTIDAD : LO QUE SE MUESTRA

### MEZCLA DE AGREGADO

MALLAS AMERIC.	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACION MAC-3		
1/2"	38.100					
3"	25.400					
1/4"	18.850		100		100	
1/2"	12.700	17.6	82.5	80	-	100
3/8"	8.515	4.1	76.3	70	-	88
1/2"	6.350	11.5	66.8			
Nº 4	4.750	8.8	58.0	51	-	68
Nº 6	3.360	8.0	49.0			
Nº 8	2.380	7.9	41.1			
Nº 10	2.000	3.3	37.8	38	-	52
Nº 15	1.190	8.8	29.0			
Nº 20	0.840	3.9	25.1			
Nº 30	0.590	3.8	21.3			
Nº 40	0.425	2.9	18.6	17	-	28
Nº 50	0.300	2.5	16.1			
Nº 80	0.177	3.5	12.6	8	-	17
Nº 100	0.149	1.7	10.9			
Nº 200	0.074	3.5	7.4	4	-	8
Nº 200		7.4	-			

### RESUMEN DE ENSAYO

#### PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

- (1) Piedra 1" = 20%  
(2) Piedra 1/2" = 17%  
(3) Arena Chancada = 35%  
(4) Arena Jarandada = 30%

#### PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTES

- AGREGADO GRUESO = 40%  
-AGREGADO FINO = 60%

#### OBSERVACIONES:

-Especificación del MTC EG.2021

Nota:

-Eliminar Piedra > 1/4"

  
Germán C. Anton Flórez  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251342



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LEGENDRE SALAZAR SHEILA MABEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN LA AVENIDA PACIFICO EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021

", cuyo autor es GAMONAL CHAUCA JOSE ROGER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 12 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LEGENDRE SALAZAR SHEILA MABEL <b>DNI:</b> 41594332 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3326-6895	Firmado electrónicamente por: SLEGENDRE el 20- 07-2022 23:31:07

Código documento Trilce: TRI - 0337295