



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020”

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

AUTOR:

Cumpa Urcia, Luis Jesus (orcid.org/0000-0002-1612-8135)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi madre Julia Urcia, por ser el apoyo e incentivo de mi formación como profesional, a mi Padre y mis hermanos por orientarme y guiarme en mis decisiones a dar este gran paso en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A mi asesor Dr. Cancho Zúñiga Gerardo Enrique; quién con su vasta y extensa experiencia y sus sólidos conocimientos me ayudaron a lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación	12
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Métodos de análisis de datos	16
3.6. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	80
VI. CONCLUSIONES	82
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS	84
ANEXOS	

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar si la incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejora su comportamiento mecánico, los agregados son extraídos de la cantera PLANTA DE ASFALTO, la cual está ubicada en el Distrito de Pitipo. La metodología es de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo, porque la información obtenida son datos numéricos que son plasmados en formatos de laboratorio. El nivel es descriptivo, ya que describimos los parámetros de una muestra, se empleó la observación directa como método y el diseño fue experimental, ya que se tiene un control total de las variables. Con los resultados, se analizó que la estabilidad más favorable de la mezcla asfáltica convencional fue de 1054.66kg con el C^oA al 6.2%, mientras que la MAC con el 0.5% de poliamidas al 6.2% es de 1150.17kg, por lo que existe un incremento porcentual de 8.30%. Así que se infiere que la MAC modificada tiene la capacidad de soportar desplazamientos y deformaciones bajo tráfico medio. Así que se concluye que la adición de poliamidas mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, también disminuye fallas comunes en los pavimentos flexibles que son causados por el clima y el tráfico medio.

Palabras Clave : Poliamidas, comportamiento mecánico, mezcla asfáltica en caliente, método Marshall, redes de nylon.

ABSTRACT

This research aims to analyze whether the incorporation of polyamides in the hot asphalt mix improves its mechanical behavior. The aggregates are extracted from the ASPHALT PLANT quarry, which is in the District of Pitipo. The methodology is applied and has a quantitative approach, because the information obtained is numerical data that is reflected in laboratory formats. The level is descriptive, since we describe the parameters of a sample, direct observation was used as a method and the design was experimental, since there is total control of the variables. With the results, it was analyzed that the most favorable stability of the conventional asphalt mix was 1054.66kg with 6.2% C^oA, while the MAC with 0.5% polyamides at 6.2% is 1150.17kg, so there is a percentage increase of 8.30%. So, it is inferred that the modified MAC can withstand displacement and deformation under medium traffic. So, it is concluded that the addition of polyamides improves the mechanical properties of the hot mix asphalt, it also reduces common failures in flexible pavements that are caused by the weather and average traffic.

Keywords: Polyamides, mechanical behavior, hot mix asphalt, Marshall method, nylon nets.

I. INTRODUCCIÓN

Países como Colombia, México y Perú, tuvieron la iniciativa de implementar diversos tipos de sustancias como por ejemplo caucho, poliamidas y diferentes tipos de polímeros con el fin de mejorar la mezcla asfáltica, la cual es parte importante en aquella capa de rodadura de un pavimento flexible, de modo que así la infraestructura vial sea la óptima y que cumpla con las necesidades del transporte urbano.

Según (AMAYA, 2019) publicó en el diario La República de Colombia un artículo informando que en el año 2019 el director del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), pronunció un discurso ante el Congreso de la República en el que lamentó el pésima condición de las carreteras secundarias de Colombia, afirmando que sólo el 6% de los 142.000 kilómetros de vías del país se encuentran en buen estado. El director del INVIAS garantizó que las medidas propuestas incluyen el mantenimiento regular y programado de las rutas accesibles, mejorando la durabilidad de las vías mediante métodos tanto mecánicos como manuales. Este esfuerzo implica una estrecha colaboración con los municipios, cofinanciamiento, batallones de ingenieros y sindicatos privados que aportan maquinaria, mano de obra y materiales.

En el Perú según (Redacción EC, 2018), en el mes de febrero se repararon las fisuras y hundimientos de un carril auxiliar del by pass de la Av. 28 de Julio. Inaugurado en el 12 de mayo del año 2018. Sin embargo, estos desperfectos han vuelto a aparecer, en una visita que se hizo en la zona, se visualizó que las zonas parchadas en febrero presentaban nuevos agrietamientos en la capa asfáltica. Néstor Huamán opina que las fallas son de carácter estructural y, por lo tanto, la solución es retirar todo el pavimento dañado del carril, para construirlo de nuevo desde su base. Carreteras, avenidas, calles y jirones mayormente son de uso público, cubriendo la capa de rodadura con mezcla asfáltica o asfalto convencional que es lo más utilizado en el país, pero con el tiempo se presenta problemas.

Jirón Huallaga, situado en el distrito Cercado de Lima dentro de la provincia de Lima, es una de las vías dentro de la red de Pizarro. Esta calle está compuesta por ocho cuadras, cada una con un nombre distinto, incluyendo Portal de Botoneros, Judíos, Melchormal, Virreina, Concepción, Presa, Lechugal y San Andrés. Esta información está basada en el libro "Las Viejas Calles de Lima" de BROMLEY, publicado en 2005. Desde hace muchos años se produce un grave problema en las vías por la llamada degradación de la capa asfáltica, pérdida de cualidades ideales, etc., siendo Cercado de Lima el barrio más afectado. Esto mayormente se da en el Jr. Huallaga donde por el método de la observación visual se ve que la carpeta asfáltica está en peores condiciones, como piel de cocodrilo y pérdida de color en la capa asfáltica.

De continuar esta problemática en la superficie de rodadura y como ocurre actualmente, los problemas en la capa del pavimento asfáltico, las deficiencias seguirán estando ahí al no poder resistir los daños que la naturaleza y las mismas personas podemos provocar, pero sabiendo que el avance de cada ser humano se debe a su medio en que reside; pero se tiene como principal problemática la desconformidad de las personas, así como consecuencias negativas y la iniciación de las actividades tanto culturales como económica.

Continuando con el desarrollo de la investigación se ha planteado la formulación del problema, la cual me pregunto ¿De qué manera la incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejorará su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020? En donde los problemas específicos son las siguientes interrogantes ¿Existe influencia al incorporar poliamidas en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente? También ¿Existe diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, con la mezcla asfáltica modificada incorporando fibras de poliamidas? Y finalmente ¿Existe diferencia en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente en función de las propiedades de los ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas?

Este proyecto de investigación tiene su justificación en los argumentos que tienen que ver con los motivos por el cual se está llevando a cabo la justificación de la mezcla asfáltica caliente incorporándole poliamidas la cual es muy importante porque así podemos saber su comportamiento mecánico, la cual después va ser utilizado como material esencial en la construcción de una carretera, la mezcla asfáltica es básica cuando se diseña un proyecto de mejoramiento de transitabilidad vehicular.

Para la elaboración de este plan de tesis se tiene en cuenta la justificación técnica, la cual señala que debido a la gran cantidad de carreteras y avenidas en mal estado, en el Cercado de Lima, nace la necesidad de realizar este estudio, en el que nos centraremos en mejorar la carpeta asfáltica de las avenidas, principalmente en el jirón Huallaga, es por ello que con este estudio, se busca lograr que la municipalidad de Lima tome en cuenta los hallazgos encontrados, ya que además de que el uso de polímeros en la carpeta asfáltica es beneficioso para el medio ambiente, también utiliza bajos recursos económicos.

De igual manera también se tomó en cuenta la justificación metodológica, la cual señala que esta investigación quiere producir nuevos estudios que sean fidedignos con un método que pueda instruir a futuros profesionales que están a puertas de terminar su carrera profesional y empezar a desarrollar investigaciones, el método empleado es el método científico donde se emplea la observación como punto esencial, después identifica el problema, plantea una hipótesis, en la experimentación incluye todo lo que es ensayos de laboratorio) para que por último obtengamos nuevos conocimientos.

También se tomó en cuenta la justificación práctica la cual en lo mejor de los casos estos resultados ayudaran a resolver los problemas que se presenten en un pavimento flexible o a menos ayudará a proponer una estrategia que cuando se ponga en práctica contribuirá en la solución de dicho problema. Y por último se consideró también la justificación económica, la cual señala que incorporar fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica caliente a largo plazo va a generar un ahorro de dinero, porque se va a obtener una mezcla asfáltica modificada más resistente, con

ello permitirá mantener la carpeta asfáltica del jirón Huallaga por más tiempo, evitando costos de mantenimientos.

Este proyecto tiene como objetivo general, analizar si la incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejora su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020. Se mencionan también los objetivos específicos. Determinar la influencia del uso de las poliamidas en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente. También determinar la diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, con la mezcla modificada incorporándole poliamidas. Por último, Determinar la diferencia en el comportamiento de la mezcla en función de las propiedades de los ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole poliamidas. Para la siguiente investigación es necesario exponer la siguiente Hipótesis, la cual tiene como Hipótesis general, la incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejora su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020. También siendo las Hipótesis específicas. La poliamida influye en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente. Existe diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas y por último existe diferencia en el comportamiento de la mezcla en función de las propiedades de los ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamida.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de las investigaciones previas de carácter internacional, se puede citar el estudio de (BARRERA, y otros, 2017), que llevó a cabo un estudio para la titulación en la carrera de ingeniería civil, sustentada en la Universidad Católica de Colombia, el propósito fue evaluar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica del tipo MDC-19, a la que se le agregaron fibras de terlenka en forma de grano en diferentes concentraciones.. El estudio implicó la preparación y prueba de siete briquetas de asfalto modificadas con dosis de 4%, 5% y 6% de fibra terlenka, respectivamente. Se realizaron pruebas de compresión a las briquetas para evaluar su desempeño. Los resultados indicaron que el material convencional sirvió como referencia para las modificaciones y comparación. El proceso de modificación siguió el método Marshall, permitiendo determinar el contenido de asfalto, el cual resultó ser del 5%.

(VELASCO, y otros, 2019), en su estudio para optar al título de Ingeniero Civil, en la Universidad Católica de Colombia, el propósito fue determinar si la presencia de fibras de nailon y polipropileno en probetas del Cantábrico en condiciones secas y húmedas afectaba o no a la abrasión y al desgaste, y se llegó a la siguiente conclusión, los hallazgos indican que la incorporación de fibras de nailon en material bituminoso poroso tiene un efecto beneficioso sobre su resistencia al desgaste y a la abrasión, lo que resulta en una reducción de la pérdida de partículas que oscila entre el 10% y el 61%; en relación a los diseños inalterados, se ha deducido que en las condiciones de ensayo húmedas del Cantábrico, la incorporación de fibras de Nylon a mezclas asfálticas porosas presenta un impacto beneficioso sobre la resistencia al desgaste y a la abrasión. Esto da como resultado una reducción de la pérdida de partículas que oscila entre el 17% y el 27% en comparación con diseños que no han sido modificados.

(CALDERON, y otros, 2020), realizó una investigación sustentada en la Universidad Central del Ecuador, el propósito fue mejorar las propiedades físicas así como mecánicas de mezclas asfálticas convencionales en caliente mediante la incorporación de un aditivo derivado de organosilanos. Al comparar el costo de fabricación para un mismo espesor de capa de rodadura, los resultados mostraron

que una mezcla asfáltica tradicional tenía menores costos de producción que una mezcla asfáltica modificada. Sin embargo, los gastos asociados con la producción de una mezcla mejorada con organosilanos son relativamente sustanciales cuando se calculan por metro cuadrado de mezcla. Sin embargo, cuando se mide por metro cúbico, este costo se vuelve insignificante. Se sugiere que la utilización de este aditivo es más beneficiosa en mezclas asfálticas que exhiben una alta resistencia al daño inducido por la humedad, específicamente aquellas con un resultado de prueba de tracción indirecta inferior al 80%. Este umbral significa una inferior calidad tanto del agregado pétreo como de los componentes asfálticos. En el contexto del estudio de tracción indirecta, es importante garantizar que la muestra no supere el 80% del nivel de saturación de agua. Si se supera este umbral, será necesario sustituir el asfalto por áridos pétreos.

(JURADO, y otros, 2018) realizó una investigación, cuya sustentación se realizó en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, el propósito fue descubrir si la reactivación de una vieja capa de asfalto con la sustancia WD200 mejora sus cualidades mecánicas. Se concluye que cuando la temperatura del pavimento es inferior y por tanto más húmeda, su fricción disminuye. Como resultado, es posible que los neumáticos de vehículos no se adhieran eficazmente al pavimento, lo que provoca accidentes. Este fenómeno se conoce comúnmente como aquaplaning.

Con la intención de conocer más sobre las variables de esta investigación se indago a investigadores del ámbito nacional, donde destaca el proyecto de (GONZÁLES, y otros, 2019) realizó un estudio para conseguir el título profesional de Ingeniero Civil, desarrollada en la Universidad Ricardo Palma, el propósito fue que se debía mejorar el comportamiento mecánico del material bituminoso convencional a fin de que dure aún más a través de la adición de partículas acrílicas. En cuanto a la población, se puede observar que se está utilizando la mezcla asfáltica convencional, agregándose diferentes proporciones de fibra acrílica para evaluar las propiedades mecánicas del material. Como resultado, el artículo indica que agregar fibra acrílica a la mezcla de proceso seco modificada mejora significativamente sus cualidades mecánicas en comparación con la mezcla asfáltica estándar.

(ALVAREZ, y otros, 2017) presento una estudio para optar el título de Ingeniero Civil, la cual fue desarrollada en la Universidad Privada Antenor Orrego, buscó utilizar la técnica Marshall para determinar qué impacto tiene el empleo de restos de neumáticos triturados en las cualidades físicas de las mezclas asfálticas, validar su papel en el desarrollo de pavimentos flexibles. Los hallazgos indican que las briquetas, que sirven como muestra en este estudio, demuestran una estabilidad óptima cuando contienen porcentajes de caucho reciclado entre 1,5% y 2,0%. Se recomienda que el proceso de compactación de cada briketa se ejecute con la máxima precisión, considerando que la Escoria Granulada de Alto Horno (GCR) Molida presenta una flexibilidad superior a otros agregados y ofrece un mayor volumen de muestra, permite obtener mediciones de permeabilidad más precisas al ser sometida a inmersión en el baño denominado "María" previo a su realizando la prueba. El individuo en cuestión es Marshall.

(MEZA, 2019) realizó una investigación en la Universidad de Huánuco, el propósito fue determinar si la fibra de cabuya podría usarse o no para incrementar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica caliente. Se concluye que existe un inferior valor de estabilidad y un mayor valor de fluidez en las mezclas asfálticas tratadas con fibra de cabuya en concentraciones de 0.3%, 0.5% y 0.7%. Finalmente, se puede decir que 0,5% de fibra es el valor más alto permitido para una mezcla asfáltica. También se sugiere que una sola persona realice el proceso de moldeo de cada conjunto de briquetas para garantizar que el tiempo de compactación sea constante en todas las muestras.

(ADAUTO, 2019) llevó a cabo un estudio para optar el grado Académico de Maestro en Ingeniería Vial, en la Universidad Ricardo Palma ubicada en Lima, el propósito fue conocer el efecto de la adición de ceniza de maíz a material bituminoso caliente sobre las propiedades mecánicas del pavimento resultante. Para este fin, se fabricaron briquetas utilizando diversas concentraciones de ceniza de caña de maíz y el estudio concluyó que la ceniza de caña de maíz tenía Cualidades puzolánicas porque mejora las prestaciones mecánicas del material bituminoso en caliente. Para lograr la concentración óptima de aglutinante asfáltico del 6,0%, se encontró

que lo ideal era una adición de 0,5% de ceniza.

También (GRANADOS, 2017) desarrolló su investigación para lograr el grado académico de Maestro en ingeniería vial, en la Universidad Ricardo Palma que está ubicada en Lima, el propósito fue comparar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica estándar con una que había sido modificada utilizando un método seco y gránulos de caucho. Para llegar allí, se elaboraron 132 muestras utilizando 5%, 5,5%, 6% y 6,5% de asfalto y 0,5%, 1%, 1,5% y 2% de caucho a 150°C, 160°C, 170°C y 180°C durante dos horas cada uno, se concluye que el comportamiento mecánico óptimo de la combinación se tiene con la mezcla modificada incluyendo la proporción ideal de asfalto de 5.5% y con 0.5% de caucho, coincidiendo con los parámetros establecidos por el MTC.

(ROBLES, 2018), realizó un estudio, la cual fue sustentada en la Universidad Cesar Vallejo sede Ate, el propósito fue examinar el efecto de agregar fibras de caucho recicladas a una mezcla asfáltica estándar para usar en los pavimentos flexibles de Ate, cuya población total es igual al número de briquetas de mezcla asfáltica utilizadas en este proyecto (33), la muestra está compuesta por 32.94 briquetas de mezcla asfáltica en caliente, donde el 15% se utilizará para incorporar partículas de caucho en concentraciones de 4.5, 5.5, 5.6 , 6,7 y 7,2 %, respectivamente. Se ha establecido que sólo la indicación relativa a la estabilidad en pavimentos flexibles se ve considerablemente impactada por la adición de fibras de caucho a la mezcla asfáltica tradicional.

Dentro de las teorías que están relacionadas a la investigación, se cita definiciones como la que nos puede dar (ZUÑIGA, 2015 pág. 67), es un material bituminoso que está conformado por la composición de áridos con un ligante, además, las cantidades de estos son las que definen las características físicas de la mezcla. El agregado y el aglutinante se calientan a altas temperaturas durante la producción y luego la mezcla resultante se extiende sobre la superficie del asfalto. También según (MONTEJO, 2002 pág. 455), el material bituminoso en caliente es la combinación de material pétreo mezclados de forma uniforme y cubiertos por cemento asfáltico, el agregado así como el asfalto deben ser calentados antes del

mezclado para poder lograr mejor fluidez y trabajabilidad, de ahí es de donde proviene el termino mezclas en caliente.

Figura N° 01. Se visualiza la mezcla asfáltica en caliente puesta en obra.



Fuente: Internet

Así mismo (FRANCO, 2014 pág. 7), comenta que para realizar el esquema de una mezcla asfáltica se considera lo siguiente: analizar las condiciones en las que se trabajara la mezcla, determinar las propiedades de la mezcla, contar con los componentes a utilizar, tener en cuenta la elección de los agregados pétreos y el tipo de ligante, además exigencia de seguridad vial, estructura del pavimento, etc. De igual modo (BAUTISTA, 2012 pág. 2), nos dice que el comportamiento del material bituminoso es influenciado por aquellas propiedades de los elementos por los cuales está constituido. Además, comenta que el material bituminoso hecho con asfalto modificado tiende a soportar trabajos superiores. (VIDAL, 2006 pág. 72) también nos da a conocer que la conducta dinámica del material bituminoso se conceptualiza por la variación de la temperatura y frecuencia al aplicar la carga, así también por la propiedad del asfalto y el agregado, para determinar las propiedades dinámicas se elaboran probetas cilíndricas. Y con respecto a la densidad de lamezcla (ZUÑIGA, 2015 pág. 51), nos dice que la densidad que se tiene de lasprobetas mediante los ensayos de laboratorio es utilizada para hallar el porcentaje decompactación. La fórmula utilizada para determinar el % de compactación en

el laboratorio consiste en la división de la densidad de terreno entre la densidad de laboratorio por cien.

También (ZUÑIGA, 2015 pág. 50), nos dice que los vacíos de aire también conocido como huecos en la mezcla son bolsas de aire de pequeños tamaños que están dentro de las partículas del agregado cubiertos con asfalto.

De tal modo también (ZUÑIGA, 2015 pág. 52), explica que el volumen de los huecos de aire y la sustancia viscosa efectiva contenida entre las partículas de árido de un material bituminoso compactado corresponden a los huecos del árido mineral.

Cuadro N° 1 Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral.

Tamiz	Tamaño máx. nominal de partículas		Mínimo % de vacíos VAM
	Pulgadas	mm	
No. 16	0,0469	1,18	23,5
No. 8	0,093	2,36	21,0
No. 4	0,187	4,75	18,0
¾	0,375	9,5	16,0
½	0,500	12,5	15,0
¼	0,750	19,0	14,0
1	1,0	25,0	13,0
1½	1,5	37,5	12,0
2	2,0	50,0	11,5
2½	2,5	63,0	11,0

Fuente: <https://www.cuevadecivil.com/2015/04/determinacion-del-contenido-optimo-de.html>

Para el procedimiento de la prueba Marshall (FRANCO, 2014 pág. 18), señala que es una técnica popular porque fue desarrollada por Bruce Marshall e implica un experimento de laboratorio para producir material bituminoso a altas temperaturas, incluido el estudio de estabilidad, fluencia, densidad y huecos; Los resultados de este análisis garantizan que el volumen de la mezcla se encuentre dentro de los parámetros ideales que garantizan que la mezcla durará para el propósito previsto. El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 pág. 584), muestra lo crucial que es hacer una prueba de estabilidad antes de calcular el flujo Marshall para usarlo como índice de distorsión para compuestos bituminosos. Un flujo por encima del límite superior en el contenido óptimo indica que la combinación es demasiado

plástica o inestable, mientras que un flujo por debajo del límite inferior indica que la combinación es demasiado dura.

Cuadro N° 2 Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 KN	5.44 KN	4.53 KN
3. Flujo 0.01* (0.25 mm)	8 - 14	8 -16	8 - 20
4. Porcentajes de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2.1	2.1	1.4
2. Resistencia retenida% (mín.)	75	75	75
Relación Polvo - Asfalto (2)	0.6-1.3	0.6-1.3	0.6-1.3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 min.		

Fuente: Tabla 423-06 (MTC 2013).

Por otro lado (BERMUDEZ, 1998 pág. 7) nos dice que las poliamidas son un grupo muy importante de los polímeros que poseen nitrógeno, estos polímeros contienen en común la presencia del grupo amida -NHCO- en la cadena. El comportamiento de las poliamidas viene influido tanto por la relación entre el número de grupos amidas y el número de grupos alifáticos. Las poliamidas se caracterizan por ser naturales o sintéticas.

Figura N° 02. Se visualiza un tipo de poliamida o fibra sintética conocido también como el Nylon.



Fuente: elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Según (HERNADEZ, 2014) en su libro Metodología de la Investigación nos plasma una idea sobre el tipo y diseño de esta investigación. Este proyecto cuenta con una investigación cuantitativa que es a la vez explicativa y transversal en alcance y tiempo, además es un estudio de tipo **experimental**.

Esquema:

AB1	- - -	M1
AB2	Y2	M2
AB3	Y3	M3
AB4	Y4	M4

AB = Grupo de muestra aleatorio.

AB1 = Grupo sin fibras de poliamidas.

AB2 = Grupo con el 0.5 % de fibras de poliamidas.

AB3 = Grupo con el 1.5 % de fibras de poliamidas.

AB4 = Grupo con el 2.5 % de fibras de poliamidas.

Y = Enfoque Experimental.

M = Cálculo del efecto sobre la variable dependiente

M1 = Cálculo del efecto con fibras de poliamidas.

M2 = Cálculo del efecto con el 0.5 % de fibras de poliamidas.

M3 = Cálculo del efecto con el 1.5 % de fibras de poliamidas.

M4 = Cálculo del efecto con el 2.5 % de fibras de poliamidas.

3.2. Variables y Operacionalización Definición Conceptual:

(V.I.) Poliamidas:

Según (BERMUDEZ, 1998) nos dice que las poliamidas son un grupo muy importante de los polímeros que poseen nitrógeno, estos polímeros contienen en común la presencia del grupo amida -NHCO- en la cadena. El comportamiento de las poliamidas viene influido tanto por la relación entre el número de grupos amidas y el número de grupos alifáticos. Las poliamidas se caracterizan por ser naturales o sintéticas. (p.7)

(V.D.) Mezcla asfáltica en caliente:

Según (ZUÑIGA, 2015), es un material bituminoso que está conformado por la composición de áridos con un ligante, además las cantidades de estos constituyen la propiedad física de esta mezcla, para la fabricación de esta mezcla se calienta el agregado y el ligante a altas temperaturas, luego esta mezcla se coloca en la obra o carpeta asfáltica. (p.67)

Definición Operacional:

- Se va a adherir las fibras de poliamidas procesadas en tres porcentajes los cuales serán el 0.5 %, 1.5% y 2.5 % que va a estar con relación al peso del molde de la briqueta.
- Para esta investigación se aplicará el sistema Marshall para el bosquejo de mezcla en caliente con el fin de obtener una nueva mezcla modificada con fibras de poliamidas, con su porcentaje.

Indicadores y escala de medición.

- Vacíos de Agregado mineral.
- Adición de fibras de Poliamidas.
- Vacíos llenos de asfalto.
- Estabilidad.
- Peso Unitario.
- Vacíos de aire.
- Fluidez.

Operacionalización de las Variables Cuadro 3. Matriz de Operacionalización

Operacionalización de las variables: VARIABLE 1					
POLIAMIDAS					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	GRADO DE MEDICIÓN
POLIAMIDAS	Según (BERMUDEZ, 1998) nos dice que las poliamidas son un grupo muy importante de los polímeros que poseen nitrógeno, estos polímeros contienen en común la presencia del grupo amida -NHCO- en la cadena. El comportamiento de las poliamidas viene influido tanto por la relación entre el número de grupos amidas y el número de grupos alifáticos. Las poliamidas se caracterizan por ser naturales o sintéticas. (p.7)	<ul style="list-style-type: none"> • Se va a incorporar poliamidas procesadas en tres porcentajes los cuales serán el 0.5 %, 1.5% y 2.5 % que va a estar en relación con el peso del molde de la briqueta. 	Porcentajes	Adición de Poliamidas (0.5%, 1.5% y 2.5%)	Razon
Operacionalización de las variables: SEGUNDA VARIABLE					
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL		DIMENSIÓN	GRADO DE MEDICIÓN
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	Según (ZUÑIGA, 2015), es un material bituminoso que está conformado por la composición de áridos con un ligante, además las cantidades de estos constituyen las propiedades físicas de esta mezcla, para la fabricación de esta mezcla se calienta el agregado y el ligante a altas temperaturas, luego esta mezcla se coloca en la obra o carpeta asfáltica. (p.67)	Para esta investigación se aplicará el sistema Marshall para el bosquejo de mezcla en caliente con el propósito de obtener una nueva mezcla modificada con poliamidas, con su porcentaje.	Ensayos	Estabilidad Fluidez vacíos de Aire (Va) contenido de agregado mineral vacíos Peso Unitario	NOMINAL NOMINAL RAZÓN RAZÓN RAZÓN NOMINAL

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Estará formada por 48 moldes o briquetas

Muestra:

Para (BEJAR, 2008) una muestra es una parte de la población. Es un subconjunto de personas u objetos tomadas de un universo, para que esta muestra sea confiable debe ser representativa. Se debe elaborar un plan y justificar la población, el tamaño de muestra, los métodos a emplear y el procedimiento para seleccionar las unidades de análisis. El tamaño de la población muy pocas veces puede ser definida, es por ello por lo que existen fórmulas matemáticas que nos permitirán calcular el tamaño de la muestra representativa para universos infinitos.

Mi muestra es la siguiente:

- 3 calicatas y 12 moldes que serán utilizados en el ensayo Marshall: 12 moldes que serán utilizados para obtener un patrón de boceto del material bituminoso en caliente.
- Se elaborará 12 moldes y sus respectivas briquetas para la elaboración del ensayo Marshall incorporándole fibras de poliamidas a un 0.5 % con respecto al peso de la briqueta.
- Se elaborará 12 moldes con sus respectivas briquetas para la realización del ensayo Marshall incorporándole fibras de poliamidas a un 1.5 % con respecto al peso de la briqueta.
- Se elaborará 12 moldes con su respectiva briqueta para la ejecución del ensayo Marshall incorporándole fibras de poliamidas a un 2.5 % con respecto al peso de la briqueta.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

(BEJAR, 2008) nos dice que el estudio no tiene sentido si no se consideran las técnicas de recolección de información. Las técnicas que se emplean en la recolección de datos conducirán a la validez del problema. Los diferentes tipos de investigación determinan las técnicas que se van a emplear, así como sus herramientas, instrumentos o medios. (p.55)

(BEJAR, 2008) nos dice que la observación consiste en registrar sistemáticamente, validar y determinar la confiabilidad del comportamiento o conducta manifiesta. (p.68)

Se utilizará la observación como procedimiento para recolectar los datos.

Instrumento.

Ensayo de laboratorio de suelos, briquetas o moldes, el método Marshall.

- Contenido de Humedad del agregado grueso y fino (ASTM D-2216).
- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino (ASTM C 136-06).
- Gravedad específica y absorción agregado grueso y fino (ASTM C-127).
- Ensayo Marshall AASHTO T-245 ASTM D-1559.

3.5. Métodos de análisis de datos

Análisis descriptivo

Etapas Iniciales

En esta etapa estará la recolección de información mediante bibliografías, las actividades que son simplemente para elaborar en gabinete, la organización de las actividades de campo, cada tarea con su respectiva fecha.

Etapas de Campo

Consistirá en salir al lugar propuesto inicialmente, la cual es el Jr. Huallaga, localizado en el Cercado de Lima, en esta calle se realizará las calicatas y se tomarán muestras, que serán llevadas después al laboratorio.

Etapa de Laboratorio

Constará de llevar las muestras al laboratorio para llevar a cabo los respectivos ensayos de mecánica de suelos. En esta etapa se le va a incorporar la mezcla asfáltica los porcentajes de 0.5 %, 1.5 % y 2.5 % de fibras de poliamidas, la cual nos dará como resultado una muestra de asfalto modificado con fibras de poliamidas.

3.6. Aspectos éticos

Los siguientes deberes éticos que cumple esta investigación:

- Garantizará completa originalidad de la investigación presente.
- Se respetará los datos que se tienen en cada etapa del desarrollo de la investigación.
- Se considerará los hallazgos encontrados.

IV. RESULTADOS

a. Memoria Descriptiva

Obtención de los materiales para la presente investigación
Cantera: PLANTA DE ASFALTO – Batangrande

La cantera Planta de Asfalto, se encuentra ubicada a 60Km de la ciudad de Chiclayo, donde se encuentra la sede del Gobierno Regional de Lambayeque, está situada en el sector “La Pluma” – Batangrande del distrito de Pitipo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque, tiene años de experiencia en la extracción de agregados, la cual para esta investigación nos brindó el agregado grueso y fino, esta cantera está ubicado en Batangrande – Lambayeque, sus coordenadas UTM.

Figura N° 3. Ubicación geográfica de la cantera.



Fuente: Google maps

Asfalto

El asfalto para utilizar en las muestras se obtuvo de la cantera de Asfalto en Batangrande, el material bituminoso a utilizar es el PEN 60 – 70 la cual se aprecia en la figura N° 05, las siglas PEN es debido a su grado de penetración del asfalto y el clima definida entre 12° a 28° C, siendo la más utilizada en el Perú.

Figura N° 4. Se visualiza el asfalto PEN 60-70.



Fuente: Google maps

Laboratorio

Ubicado en la extensión Bolognesi Milla 3.5 Pimentel - Lambayeque, LEMS W&C. es un Laboratorio de Ensayos de Suelos, Concretos y Materiales con años de experiencia y técnicos calificados para los diversos ensayos que se requieren, así como certificación, calibración y regulación por normas estándares internacionales como ASTM y AASHTO.

Figura N° 5. Se visualiza el Laboratorio de suelos LEMS



W&C.

Fuente: Elaboración propia

Poliamida

Para el estudio y como material principal para el siguiente ensayo de mezcla asfáltica y agente modificador se usó la poliamida, es un material sintético que se encuentra en las redes de nylon, proporcionado por empresa que se dedica a elaborar redes de pesca. En una cantidad de 1000 gr.

Figura N° 6. Se visualiza las poliamidas – redes de pesca elaborados de nylon.



Fuente: Elaboración propia

Agregado Grueso

El agregado Grueso en una cantidad de 1174 gr, se llevó a la malla serie americana de 3/4 la cual el 100% del agregado fue el pasante, en la malla de 1/2 el agregado retenido fue de 787 gr la cual representa el 44.363%, en la malla de 3/8 el agregado retenido fue de 513 gr la cual representa el 28.918 %, en la malla N° 4 el agregado retenido fue de 426 gr la cual representa el 24.014%, en la malla N° 8 el agregado retenido fue de 40 gr la cual representa 2.255%, en el resto de mallas el porcentaje de agregado que retiene varía entre 0.1% a 0.00%.

Figura N° 7. Se visualiza el agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físicos y químico de los Materiales

Ensayos de agregado Grueso

A lo largo de las pruebas de agregado grueso se han cumplido los requisitos mínimos y máximos del manual de pruebas MTC EG 2013 para la prueba Marshall, así como el proceso establecido por las normas estándar mundiales ASTM. Como se puede ver en las siguientes imagenes obtenidas en el laboratorio, se separaron muestras representativas de material para cada prueba.

Figura N° 08. Taras con las muestras para hacer los ensayos requeridos.



Fuente: Elaboración propia

Ensayo para determinar el contenido de humedad

La diferencia entre el contenido de humedad del agregado grueso al aire libre y la absorción después del secado en horno es igual al contenido de humedad. El enfoque MTC E 206 permite el cálculo de la absorción. La muestra se seca en un horno durante aproximadamente 24 horas para proporcionar una lectura precisa del porcentaje de humedad.

Figura N° 9. Se visualiza las muestras en el Horno Eléctrico.



Fuente: Elaboración propia

Peso Específico y absorción del agregado grueso

La prueba consiste en pesar una muestra de 3292 gramos que se secó al aire y luego se sumergió en agua; Luego, la muestra se seca nuevamente a 110 grados Celsius durante 24 horas. Los detalles utilizados para calcular la tasa de absorción general se muestran en la Tabla No. 01.

Cuadro N° 4. Datos del ensayo de absorción del agregado Grueso.

I. DATOS

1.- Masa de la muestra secada alhorno	(gr)	3226	2225
2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	3252	2249
3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2088	2455
4.- Masa de la canastilla	(gr)	1021	1023
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1067	1432

**II.-
RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DEMASA	(gr/cm ³)	1.476	2.723
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADOSUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	1.488	2.753
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.494	2.806
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.8	1.1

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.100
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.94

Fuente: elaboración propia

Explicación: La absorción se estableció en 0.94%, la cual se encuentra dentro del rango especificado en un máximo de 1% según la Norma MTC E, y el peso específico del agregado grueso resultó ser de 2,100 gr/cm³, como se muestra en la tabla anterior para la muestra representativa proporcionada.

Granulometría del Agregado grueso

La granulometría del material de grava se determinó tamizando una muestra representativa a través de varios tamaños de malla, desde 1/2 milímetro hasta 200 milímetros, para llegar a una relación óptima de finura y aspereza del agregado para el diseño de la mezcla asfáltica, como se muestra en la mesa de abajo.

Cuadro N° 5. Datos del ensayo granulométrico del agregado grueso.

Malla		Masa Retenido	%	%	%
Pulg.	(mm.)				
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.000	0.00	100.00
3/4"	19	0	0.000	0.00	100.00
1/2"	12.5	787	44.363	44.36	55.64
3/8"	9.5	513	28.918	73.28	26.72
N° 4	4.75	426	24.014	97.29	2.71
N° 8	2.36	40	2.255	99.55	0.45
N° 10	2	0.25	0.014	99.56	0.44
N° 16	1.18	0.31	0.017	99.58	0.42
N° 20	0.850	0.1	0.007	99.59	0.41
N° 30	0.600	0.19	0.011	99.60	0.40
N° 40	0.425	0.10	0.006	99.60	0.40
N° 50	0.300	0.10	0.006	99.61	0.39
N° 80	0.180	0.10	0.006	99.62	0.38
N°100	0.150	0.00	0.000	99.62	0.38
N°200	0.075	0.12	0.007	99.62	0.38
FONDO		6.70	0.378	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Agregado fino

La cantidad de agregado fino con que se cuenta es de 150 kg, de la cual se tamizo una muestra de 1485 gr. de arena que fue tamizada por la malla N° 4 hasta la malla N° 200.

Granulometría

En este experimento se evaluó la granulometría del agregado fino tamizado. Se pesó el contenido de cada tamiz utilizando una balanza de precisión. Para implementar el diseño Marshall y determinar la gradación MAC, son necesarios los porcentajes máximos de tamaño nominal del agregado retenido.

Cuadro N° 6. Datos del ensayo granulométrico del agregado fino.

Malla		Masa Retenido	%	%	%
Pulg.	(mm.)				
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	7.9	0.53	0.53	99.47
N° 8	2.36	75.6	5.09	5.62	94.38
N° 10	2	81.9	5.52	11.14	88.86
N° 16	1.18	171.5	11.55	22.69	77.31
N° 20	0.850	102.8	6.92	29.61	70.39
N° 30	0.600	264.70	17.82	47.43	52.57
N° 40	0.425	199.50	13.43	60.87	39.13
N° 50	0.300	70.90	4.77	65.64	34.36
N° 80	0.180	156.30	10.53	76.17	23.83
N°100	0.150	85.50	5.76	81.93	18.07
N°200	0.075	163.90	11.04	92.96	7.04
FONDO		104.50	7.04	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico y absorción del agregado fino

El material fue elegido de acuerdo con el MTC (E 201). Se muestran los resultados de una prueba realizada al agregado fino, el cual se obtuvo por craqueo y secado en estufa a 110°C; La prueba consistió en llenar un matraz de laboratorio con 500 cm³ de agua, eliminar las posibles burbujas de aire y luego calcular el agua absorbida.

Cuadro N° 7. Datos del ensayo de absorción del agregado fino.

I. DATOS

		C-3	C-10
1.- Masa de la arena superficialmente seca + masa del frasco + masa del agua	(gr)	1001.5	1001.2
2.- Masa de la arena superficialmente masa + masa del frasco	(gr)	689.5	700.2
3.- Masa del agua	(gr)	312.0	301.0
4.- Masa de la arena secada al horno + masa del frasco	(gr)	682.5	692.7
5.- Masa del frasco	(gr)	189.5	200.2
6.- Masa de la arena secada al horno	(gr)	493.0	492.5
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0	500.0

II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.622	2.475
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.660	2.513
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.144	1.116
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.42	1.52

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.549
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.5

Fuente: elaboración propia

Existe un porcentaje mayor al permitido en la Prueba de Peso Específico y Absorción de Agregado Fino, según lo establece la sección 423 del manual MTC EG (2013).

Granulometría de Mezcla Asfáltica en caliente (MAC 2)

Este estudio recomendó el uso de un tamiz MAC 2 para la determinación de la gradación y definición de MAC (Hot Mix Asphalt); esto requirió ingresar datos y porcentajes de agregados que pasaron por los tamices. Esta tabla muestra la distribución de calificaciones finales.

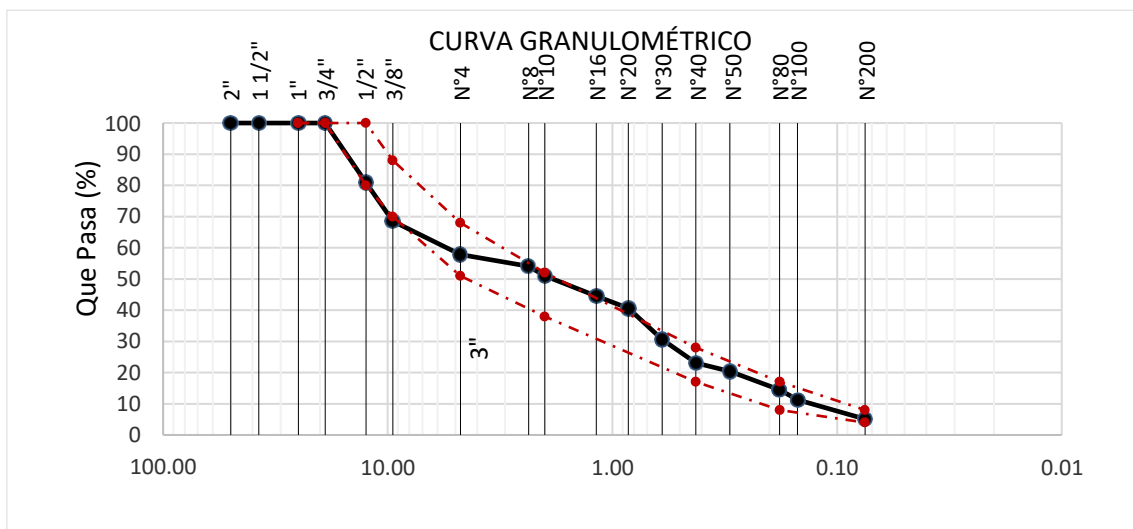
Cuadro N° 8. Resultados de Granulometría para MAC 2

Malla		43	56	1	100	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa				
Pulg.	(mm.)	Agregado Grueso	Agregado Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100
1/2"	12.500	55.6	100.0	100.0	80.9	80 - 100
3/8"	9.500	26.7	100.0	100.0	68.5	70 - 88
N° 4	4.750	2.7	99.5	100.0	57.9	51 - 68
N° 8	2.360	0.5	94.4	100.0	54.0	
N° 10	2.000	0.4	88.9	100.0	51.0	38 - 52
N° 16	1.180	0.4	77.3	100.0	44.5	
N° 20	0.850	0.4	70.4	100.0	40.6	
N° 30	0.600	0.4	52.6	100.0	30.6	
N° 40	0.425	0.4	39.1	100.0	23.1	17 - 28
N° 50	0.300	0.4	34.4	100.0	20.4	
N° 80	0.180	0.4	23.8	100.0	14.5	8 - 17
N°100	0.150	0.4	18.1	100.0	11.3	
N°200	0.075	0.4	7.0	100.0	5.1	4 - 8

Fuente: elaboración propia

Explicación: La aplicación granulométrica MAC-2 se basa en un tamaño nominal de 3/4 de pulgada (ver Tabla No. 8).

Gráfico N° 1. Resultado del ensayo granulométrico para MAC 2



Fuente: elaboración propia

Explicación: El gráfico No. 01 demuestra que los hallazgos granulométricos están dentro de la curva de gradación, por lo que conocemos la categorización, y los porcentajes de aprobación están dentro de los criterios MAC-2.

La siguiente tabla muestra los hallazgos de granulometría de los agregados gruesos y finos utilizados en el diseño.

Cuadro N° 9. Porcentajes de agregados para el diseño Marshall.

PROPORCIONES DE MEZCLAS RESULTANTES	
% piedra	43.00%
% arena	56.00%
% Filler	1.00%
	100.00%

Fuente: elaboración propia

Explicación: Los porcentajes agregados que deben sumar 100% se muestran en la Tabla 9. Los huecos en la sustancia espesa se llenarán con 1,00% de relleno.

Ensayo de mezcla asfáltica convencional

Elaboración de briquetas

Se crearon al menos tres lotes de briquetas de asfalto en cada uno de los cuatro porcentajes distintos (4,5%, 5,0%, 5,5% y 6,0%) especificados por MTC E-504. Cada briqueta debe pesar cerca de 1200 gr, y los áridos deben estar proporcionados de manera que la suma total sea igual. La investigación utilizó alrededor de 4 litros de asfalto. Para evitar que se produzca un choque de frío y calor en el punto de colisión entre las briquetas y los agregados, las muestras de agregados se precalientan a 145 grados Celsius y el asfalto se calienta a 150 grados Celsius.

Cuadro N° 10. Porcentajes de asfalto a 4.5%.

Porcentaje de Asfalto: 4.50%	
Masa briqueta	1200
% Asfalto	4.50%
Masa Asfalto	54.00
Masa briqueta - asfalto	1146.00
Masa piedra	492.78
Masa arena + Filler	653.22
Masa de Filler	11.46
Masa de Arena	641.76
Masa Final de Briqueta	1200.00

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia que todo está en función a la masa final dela briqueta.

Cuadro N° 11. Porcentajes de asfalto a 5.0%

Porcentaje de Asfalto: 5.00%	
Masa briqueta	1200
% Asfalto	5.00%
Masa Asfalto	60.00
Masa briqueta - asfalto	1140.00
Masa piedra	490.20
Masa arena + Filler	649.80
Masa de Filler	11.40
Masa de Arena	638.40
Masa Final de Briqueta	1200.00

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia que todo está en función a la masa final dela briqueta.

Cuadro N° 12. Porcentajes de asfalto a 5.5%

Porcentaje de Asfalto: 5.50%	
Masa briqueta	1200
% Asfalto	5.50%
Masa Asfalto	66.00
Masa briqueta - asfalto	1134.00
Masa piedra	487.62
Masa arena + Filler	646.38
Masa de Filler	11.34
Masa de Arena	635.04
Masa Final de Briqueta	1200.00

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia que todo está en función a la masa final dela briqueta.

Cuadro N° 13. Porcentajes de asfalto a 6.0%

Porcentaje de Asfalto: 6.00%	
Masa briqueta	1200
% Asfalto	6.00%
Masa Asfalto	72.00
Masa briqueta - asfalto	1128.00
Masa piedra	485.04
Masa arena + Filler	642.96
Masa de Filler	11.28
Masa de Arena	631.68
Masa Final de Briqueta	1200.00

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia que todo está en función a la masa final dela briqueta.

Gravedad especifica aparente y peso unitario

Las briquetas de mezcla asfáltica se compactan según la norma MTC 514 y el propósito de esta prueba es medir su gravedad específica y peso unitario.

Luego, cada briqueta se compactó en un martillo compactador Marshall antes de colocarse en el molde durante 16 horas. La proporción de asfalto utilizada y otra información se escribió en cada briqueta con tiza húmeda al día siguiente. La prueba requiere varios instrumentos, entre ellos un termómetro, un cronómetro, agua a 25 grados centígrados, una balanza electrónica y una balanza

hidrostática.

El siguiente paso es registrar tres pesos diferentes (peso de briqueta seca, peso saturado superficialmente seco y peso de briqueta con agua agregada) en la tabla No. 11. Durante 4 minutos, calentamos la briqueta en un baño de agua a 25 grados centígrados para eliminar cualquier resto de humedad.

Cuadro N° 14. Pesos específico y unitarios de las briquetas

PESO ESPECIFICO Y UNITARIO DE LAS BRIQUETAS				
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	Nº DE BRIQUETA	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	PESO DE LA BRIQUETA SUPERFICIALMENTE SECA	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA
4.50 %	1	1203	1208.6	680
	2	1200.5	1204	675
	3	1195.6	1198.1	671
5.00 %	1	1196.8	1200.3	667
	2	1194.1	1200.4	674
	3	1178.4	1180.9	685
5.50 %	1	1193.1	1199.4	686
	2	1201.7	1206.7	687
	3	1205.4	1210.7	689
6.00 %	1	1196.2	1198.2	688
	2	1198.1	1201.4	689
	3	1185.4	1187.6	679

Fuente: Elaboración propia

Explicación: Se muestran los resultados del pesaje de las briquetas una vez retiradas del molde, así como el peso de la briqueta cuando estuvo parcialmente sumergida en agua y cuando estuvo completamente sumergida. Las briquetas compactadas de manera diferente tienen diferentes pesos específicos y pesos unitarios.

Cuadro N° 15. Gravedad específica de las briquetas.

GRAVEDAD ESPECIFICA				
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C. A)	GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm ³)			
	1	2	3	PROMEDIO
4.50 %	2.276	2.269	2.268	2.271
5.00 %	2.244	2.268	2.376	2.296
5.50 %	2.324	2.312	2.311	2.316
6.00 %	2.345	2.338	2.331	2.338

Fuente: Elaboración propia

Explicación: La proporción promedio de asfalto en cada lote de briquetas, junto con el peso específico resultante, se muestran en la Tabla No. 15. De acuerdo con los datos adquiridos, se encuentra que el peso específico aumenta junto con la concentración de asfalto.

Peso específico teórico máximo (Rice)

Se utilizó el aparato de ensayo (balanza electrónica, cuchillas calibradas, platillos para la mezcla asfáltica y extractor) para determinar el peso específico de la mezcla sin compactar en el lugar donde se calculó el peso específico máximo teórico.

A continuación, se pesó la muestra, que debía estar entre 800 y 1000 g en el aire después de colocarla en el matraz de vidrio vacío. Luego era necesario calibrar el peso de las matras o fiola. El siguiente paso del proceso fue llenar el recipiente con agua destilada. Todo el material tuvo que ser sumergido en el agua. La siguiente fase fue succionar el aire de la mezcla no compactada, que fue el cuarto paso. El uso de una bomba extractora. matraz que contenía el líquido sin compactar, y luego se pesó después de 17 minutos de extracción de aire mediante una bomba con capacidad de 1/4 caballo de fuerza. La Tabla No. 16 muestra los hallazgos. El cual se categoriza según el porcentaje de asfalto.

Cuadro N° 16. Peso específico teórico máximo. (RICE)

RESUME N	% C ^o A	PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO (gr)
	4.50%	2.432
	5.00%	2.424
	5.50%	2.393
	6.00%	2.383

Fuente: elaboración propia

Explicación: Los datos obtenidos del ensayo Rice nos da a conocer el peso máximo obtenido de la mezcla asfáltica suelta, la cual se visualiza En la imagen N° 16, el cuadro muestra que a mayor contenido de asfalto, el peso específico teórico disminuye. Para calcular los porcentajes generales de vacíos en la mezcla asfáltica, estos datos son cruciales.

Vacíos de aire en la mezcla asfáltica (V.A)

Los datos sobre el peso específico y el peso específico teórico máximo se utilizan para calcular la cantidad de aire presente en la mezcla asfáltica, que no se basa en los resultados de ninguna prueba. La Tabla No. 17 y las especificaciones del manual del MTC detallan los parámetros de espacios vacíos permitidos.

Cuadro N° 17. Parámetros de vacíos de Aire

Especificaciones	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado	
	carpeta y base		carpeta y base		carpeta y base	
Porcentaje de vacíos	mínimo	máximo	mínim o 3	máxim o 5	mínimo	máximo
	3	5			3	5

Fuente: elaboración propia

Es necesario considerar cuidadosamente la cantidad de golpes para la compactación para proporcionar una mayor confiabilidad, ya que los espacios de aire en la mezcla compactada están directamente conectados con el tráfico proyectado. Los espacios más grandes hacen que la mezcla compactada sea más porosa a la infiltración de agua debido a la correlación entre los huecos y la permeabilidad bajo condiciones climáticas.

Cuadro N° 18. Porcentaje de vacíos de Aire

RESUMEN	% de C ^o A	PORCENTAJE DE VACIOS (%V,A)			
		1	2	3	PROMEDIO
	4.50 %	6.4	6.7	6.7	6.6
	5.00 %	7.4	6.4	2.0	5.3
	5.50 %	2.9	3.4	3.5	3.2
	6.00 %	1.6	1.9	2.2	1.9

Explicación: En la Tabla No. 18 podemos observar que la cantidad promedio de asfalto utilizado y el número de veces que se utilizó en la mezcla compactada es de 5.5%. Esta cifra es la más aproximada y ventajosa de las tres analizadas.

Densidad

Si duplica los resultados de la gravedad específica de la briqueta, tendrá la información que necesita para calcular la densidad de la mezcla compactada, lo cual es crucial para crear una obra vial duradera. La temperatura del agua a la que se realiza la prueba debe ser de 25°C, punto en el cual la densidad del agua es de 1 gr/cm³.

Cuadro N° 19. Relación de peso específico y densidad.

RELACION DE PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD		
% C.A	PESO ESPECIFICO gr/cm ³	DENSIDAD kg/cm ³
4.50%	2.271	2.27
5.00%	2.296	2.30
5.50%	2.316	2.32
6.00%	2.338	2.34

Fuente: Elaboración propia

Vacíos en aire en el agregado mineral (V.M.A)

Aquí, hablaremos sobre cómo calcular cuánto aire queda después de mezclar asfalto en una mezcla compactada, además de cuánto aire queda en el agregado mineral. Las especificaciones para el valor nominal máximo de 19,0 mm, en el que se categoriza, los áridos utilizados deben tener al menos un 14% de huecos, se encuentran en el recuadro no. 20 y describa los parámetros permitidos para la granulometría del agregado grueso que se utilizó en la prueba.

Cuadro N° 20. Requerimientos de vacíos mínimos en el agregado mineral.

Tamiz	Vacíos mínimos de agregado mineral
	Marshall
2.36mm (N° 8)	21
4.75mm (N° 4)	18
9.50mm (3/8)	16
12.5mm (1/2)	15
19.0mm (3/4)	14
25.0mm (1")	13
37.5mm (1 1/2")	12
50.0mm (2")	11.5

Fuente: MTC 423-08

Se aprecian los hallazgos de los vacíos del agregado mineral (V.M.A), el promedio alcanzado en la mezcla típica y el número de repeticiones por cantidad de CoA, todo lo cual se describe en la sección de técnicas de análisis de datos.

Cuadro N° 21. Vacíos de agregado mineral en las briquetas.

RESUMEN	% de C°A	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN EL AGREGADOMINERAL (%V.M.A)			
		1	2	3	PROMEDIO
	4.50 %	23.7	23.9	23.9	23.8
	5.00 %	25.1	24.3	20.7	23.4
	5.50 %	22.9	23.3	23.3	23.2
	6.00 %	22.6	22.8	23.1	22.8

Explicación: Según los resultados, no están relacionados con los valores más bajos aceptables de % de CoA en cada escenario dado. Para maximizar la durabilidad del asfalto y el espesor de la película de agregado, la MTC sugiere mantener el porcentaje de espacios de aire en el agregado mineral por debajo del nivel recomendado. El aumento de los costos puede resultar de la mayor cantidad de asfalto que se necesitará para reparar la carretera en caso de un valor elevado.

Vacíos de aire llenos de asfalto (V.F.A)

El propósito es determinar los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica compactada, los cuales están conectados con los porcentajes de vacíos del agregado mineral (V.M.A), ya que un mayor porcentaje de vacíos en el agregado mineral indica un mayor porcentaje de vacíos rellenos en el asfalto. Para compilar este rango se utilizó la Tabla No. 22 del Manual de Diseño de Carreteras del MTC, que detalla los requisitos mínimos permitidos.

Cuadro N° 22. Valores permisibles del V.F.A.

Especificaciones	tráfico ligero		tráfico medio		tráfico pesado	
	carpeta y base		carpeta y base		carpeta y base	
Porcentaje de Vacíos rellenos de asfalto	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	70	80	65	78	65	75

Fuente: elaboración propia

Los hallazgos de la Tabla No. 23 se calcularon utilizando procedimientos probados y verdaderos; además, se calculó el promedio general para cada % de asfalto para garantizar la precisión.

Cuadro N° 23. Vacíos llenos de asfalto en las briquetas.

RESUMEN	% de C ^o A	PORCENTAJE DE VACIOS LLENOS DE ASFALTO (%V.F. A)			
		1	2	3	PROMEDIO
	4.50 %	72.8	72.0	71.8	72.2

5.00 %	70.6	73.7	90.6	78.3
5.50 %	87.3	85.5	85.2	86.0
6.00 %	92.9	91.8	90.5	91.8

Fuente: elaboración propia

Explicación: Según los datos recopilados, sabemos que la MTC permite un máximo de 4,5 % de asfalto en peso cuando se utiliza con agregados. Como resultado, el impacto principal de los huecos rellenos de asfalto es restringir los niveles de VMA y al mismo tiempo aumentar la densidad del asfalto. Según los datos permitidos para tráfico moderado, se requiere un porcentaje mínimo de huecos para evitar fallas, siendo las deformaciones permanentes la principal preocupación; Los criterios VFA ayudan a evitar que la mezcla compactada tenga un rendimiento deficiente en escenarios de tráfico moderado.

Estabilidad y flujo

Esta prueba se realiza a una temperatura de 60 °C para comprobar la máxima resistencia y deformación de las briquetas en su punto de máxima carga. Un pavimento estable es aquel que, una vez construido, puede mantener su forma y rugosidad incluso después de haber sido sometido a varias cargas de tráfico. Los datos sobre estabilidad y flujo se tienen rompiendo la briketa con un dispositivo Marshall después de comprimir la mezcla. Se presentan los parámetros mínimos de estabilidad; sin embargo, no se suministra la estabilidad máxima permitida, que debe estar en la relación estabilidad-flujo.

Cuadro N° 24. Valores permisibles de Estabilidad y Flujo para tráfico medio.

Especificaciones	tráfico medio	
	carpeta y base	
compactación, número de golpes en cada cara	Mínimo	Máximo
		50
Estabilidad (N) kg	5338 534	
Flujo (0.25 mm) (0.01 in)	8	16

Fuente: elaboración propia.

Para comenzar a recopilar esta información, la mezcla asfáltica se calienta a 60 grados centígrados para imitar la temperatura del pavimento en condiciones climáticas normales durante 30 minutos. Luego, cada briqueta se seca al aire antes de envasarse. Se necesitan unos 10 segundos para este procedimiento. Las briquetas se descomponen por última vez y se recogen datos sobre su estabilidad. Los hallazgos se muestran en la tabla 25.

Cuadro N° 25. Resultados generales para cada briqueta

Estabilidad – Flujo

ESTABILIDAD - FLUJO					
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	NUMERO DE BRIQUETAS	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	FACTOR DE ESTABILIDAD	ESTABILIDAD CORREGIDA	FLUJO
4.50%	1	1048	0.96	1005.71	9.2
	2	1148	0.96	1102.21	5.2
	3	1048	0.96	1005.71	7.3
	PROMEDIO				1037.87
5.00%	1	1122	0.96	1076.82	7.9
	2	1116	0.96	1071.74	7.4
	3	1101	1.09	1199.57	8.4
	PROMEDIO				1116.04
5.50%	1	1116	1	1116.39	9.0
	2	1116	1	1116.39	8.6
	3	1111	1	1111.10	7.9
	PROMEDIO				1114.63
6.00%	1	1026	1	1026.44	8.6
	2	1016	1	1015.86	8.4
	3	1063	1.04	1106.02	9.0
	PROMEDIO				1049.44

Explicación: Podemos ver los hallazgos de la prueba de Estabilidad Marshall en la Tabla No. 25; allí podemos ver el factor de corrección de estabilidad que debe tener en relación a la altura promedio de cada briqueta; esto muestra que la estabilidad tiene un valor bajo cuanto mayor es el porcentaje de asfalto, entonces podemos ver que hay un aumento del 5.0%; esto demuestra que es el punto más elevado, donde el contenido de asfalto endurece la briqueta.

Relación de estabilidad – flujo

Se puede obtener una aproximación a la estabilidad máxima permisible respecto a la mezcla asfáltica, interpretando como parámetro objetivo la relación estabilidad-flujo, que se sitúa entre 1700 y 4000 kg/cm. caliente.

Cuadro N° 26. Resultados de la relación Estabilidad – Flujo

FACTOR DE RIGIDEZ					
ESPECIFICACIONES	%C ^o A	NUMERO DE REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	
RELACION ESTABILIDAD - FLUJO	4.50%	2778.1 9	5350.5 2	3492.0 4	3873.5 8
	5.00%	3451.3 3	3657.8 1	3613.1 6	3574.1 0
	5.50%	3153.6 5	3302.9 4	3561.2 3	3339.2 7
	6.00%	3018.9 5	3078.3 6	3115.5 6	3070.9 6

Fuente: Elaboración Propia

Explicación: Según los datos proporcionados, el factor de rigidez disminuye al aumentar el contenido de asfalto, lo que sugiere que el diseño de mejor rendimiento de la briqueta requiere seleccionar un porcentaje de contenido donde las características sean las más cercanas a los valores ideales. de acuerdo con todas las especificaciones permitidas enumeradas en la guía de pruebas de materiales de MTC.

Parámetros óptimos de la mezcla asfáltica convencional

Con el uso de las pruebas de caracterización de Marshall, podemos concentrarnos en el parámetro de composición del asfalto que mejor representa las otras pruebas realizadas. Todos los ensayos realizados sobre asfalto no modificado que servirán como base para evaluar el comportamiento del asfalto tratado con poliamidas. La información relevante se incluye en la Tabla 27.

Cuadro Nº 27. Resumen del contenido óptimo de asfalto convencional

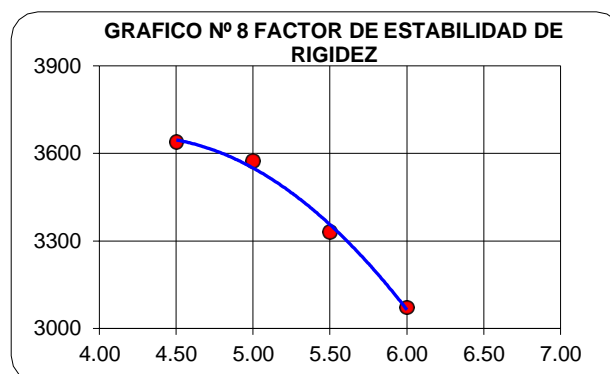
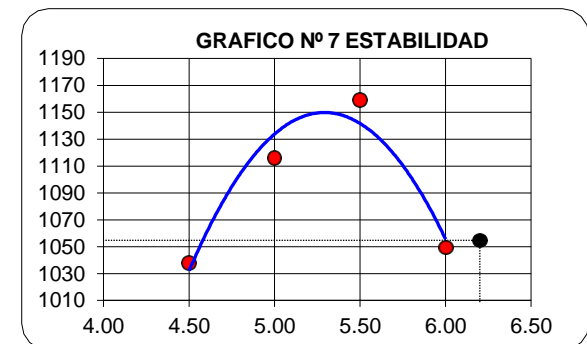
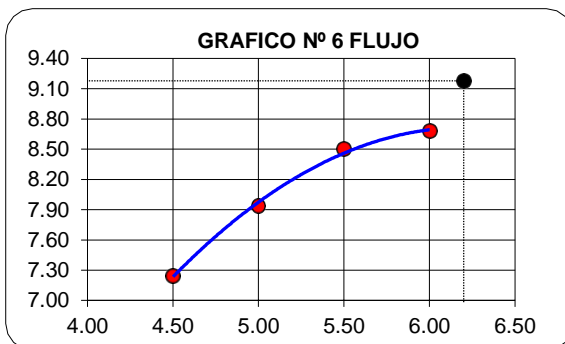
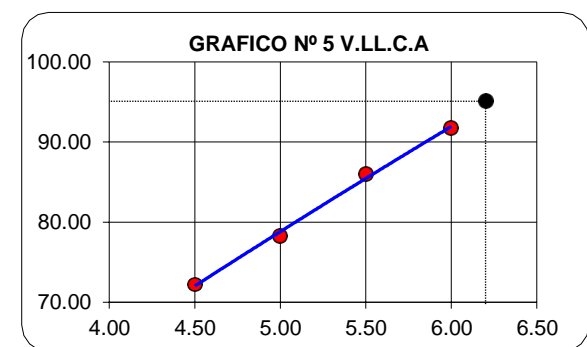
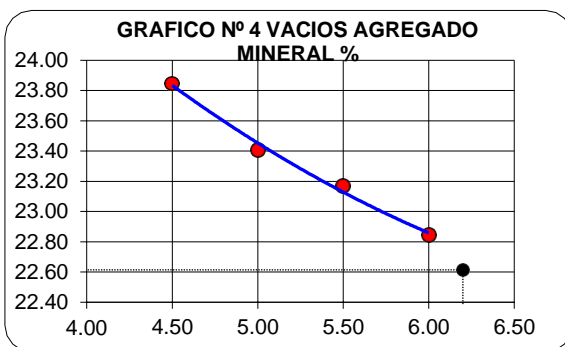
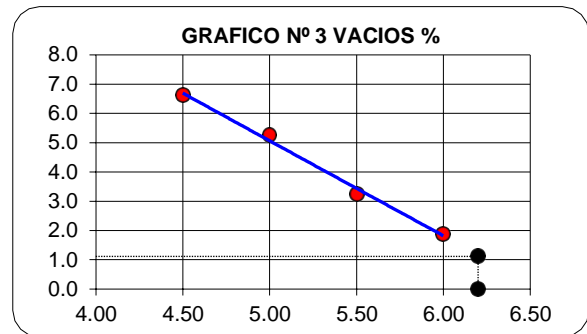
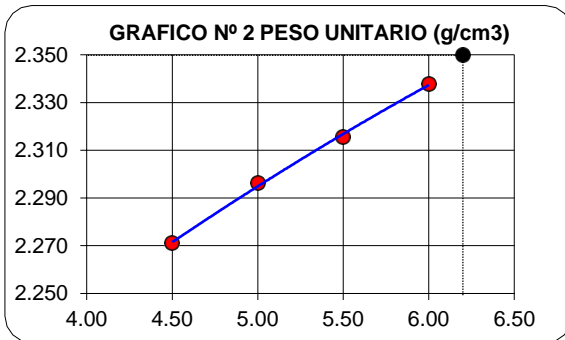
CUADRO RESUMEN DISEÑO OPTIMOCONVENCIONAL - 6.2 ASFALTO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	
		MIN	MAX	Teórico	Verificación 5.8
Piedra Chancada	%			43.00	43.00
Arena Chancada	%			56.00	56.00
Filler	%			1.00	1.00
Cemento Asfáltico	%			6.20	6.20
Peso Específico Probeta	Kg/cm ³			2.35	2.35
Vacios	%	3	5	1.11	1.11
Vacios Agregado Mineral	%	16		22.61	22.61
Vacios Llenados con C.A.	%	65	78	95.09	95.09
Flujo	mm.	8	16	9.18	9.18
Estabilidad	Kg.	534		1054.66	1054.66
Factor de rigidez	Kg/cm.	1700	4000	2918.81	2918.81

Fuente: elaboración propia

Explicación: Es necesario tener en cuenta un contenido de asfalto de +2 por ciento, ya que el resultado obtenido determina el parámetro ideal para la especificación y, por tanto, también para su empleo en obra.

Ensayo para medir la resistencia de mezclas asfálticas usando el método Marshall

Gráficos



Fuente: elaboración propia

Explicación: Los siguientes diagramas muestran los resultados de encontrar los mejores valores en los parámetros de porcentaje de asfalto.

Ensayo de mezclas asfálticas modificada con Poliamidas (0.5%,1.5% y 2.5%)

Dosificación de la poliamida – red de nylon

Para realizar los ensayos se procedió a cortar la red de nylon en pequeñasproporciones un total de 1000 gr.

Figura N° 10. Se visualiza las redes de pesca elaborados de nylon



Fuente: elaboración propia

Figura N° 11. Se visualiza las redes de pesca en pequeñas proporciones.



Fuente: elaboración propia

Elaboración de briquetas modificadas con poliamidas.

Tras establecer el diseño estándar, se producen briquetas de 0,5, 1,5 y 2,5%. El método sigue el mismo patrón que el diseño estándar. Había un total de 36 briquetas, cada una de las cuales tenía un desglose porcentual único.

Figura N° 12. Se visualiza las 36 briquetas con poliamidas.



Fuente: elaboración propia

Gravedad específica aparente y peso unitario

Una vez completado el diseño estándar, se siguen los mismos pasos para la mezcla asfáltica caliente, pero las poliamidas adheridas se agregan al 0,5, 1,5 y 2,5%, como se muestra en la tabla 28. La gravedad específica y el peso unitario de los dos asfaltos modificados Las mezclas han sido calculadas y mostradas.

Cuadro N° 28. Peso Específico y Unitario al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

PESO ESPECIFICO Y UNITARIO DE LAS BRIQUETAS										
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	N° DE BRIQUETA	0.5 % de POLIAMIDAS			1.5% de POLIAMIDAS			2.5% de POLIAMIDAS		
		PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr)	PESO DE LA BRIQUETA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA (gr)	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr)	PESO DE LA BRIQUETA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA (gr)	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr)	PESO DE LA BRIQUETA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA (gr)
4.50%	1	1199.4	1202	669	1203.1	1207.8	645	1193.6	1198.4	645
	2	1172	1175.8	640	1195.2	1202.8	652	1194.5	1201.5	633
	3	1203.6	1207.2	668	1199.4	1204	645	1195.5	1203.5	631
5.00%	1	1204.5	1209.8	669	1203.6	1205	652	1197.9	1204.7	647
	2	1196.6	1199.6	669	1203.6	1209.2	652	1197.5	1203.4	645
	3	1200.3	1203.7	668	1202.7	1209.6	658	1195.1	1203.2	632
5.50%	1	1205.2	1211.3	670	1197	1203	661	1200.7	1210.1	652
	2	1194.5	1196.9	680	1196.7	1200.3	654	1196.7	1203.8	653
	3	1193	1196.2	661	1199.3	1204.6	653	1192.8	1199.3	649
6.00%	1	1204.2	1205.7	678	1206.6	1211.9	668	1199.9	1215.3	663
	2	1202.2	1203.5	679	1204	1210	662	1195.3	1207.6	664
	3	1190.1	1192.8	667	1200.8	1209.1	665	1202.3	1214.5	667

Fuente: elaboración propia

Explicación: La Tabla 28 muestra las cantidades relativas de briquetas modificadas con poliamida (0,5 %, 1,5 % y 2,5 %) en una mezcla asfáltica caliente. Después de ser retiradas del molde utilizando el extractor de briquetas, se pesaron estas briquetas, así como tanto la versión seca como la húmeda de la misma briqueta.

En la imagen N° 29 se logra visualizar los datos obtenidos de los ensayos para cada porcentaje de asfalto.

Cuadro N° 29. Gravedad específica al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

GRAVEDAD ESPECIFICA												
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	0.5 % de POLIAMIDAS				1.5 % de POLIAMIDAS				2.5 % de POLIAMIDAS			
	GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm3)				GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm3)				GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm3)			
	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
4.50%	2.250	2.187	2.232	2.223	2.138	2.170	2.146	2.151	2.157	2.101	2.088	2.115
5.00%	2.227	2.255	2.241	2.241	2.176	2.160	2.180	2.172	2.148	2.145	2.092	2.128
5.50%	2.226	2.311	2.229	2.255	2.208	2.191	2.174	2.191	2.151	2.173	2.168	2.164
6.00%	2.282	2.292	2.263	2.279	2.218	2.197	2.207	2.207	2.173	2.199	2.196	2.189

Fuente: elaboración propia.

Explicación: El cuadro N° 29 podemos visualizar los promedios, la cual indican que existe una varianza, en consecuencia, existe una diferencia preferible entre el nivel ideal del 6% y el contenido más bajo del 0,5% para ambos casos de mezcla asfáltica con 0,5%, 1,5% y 2,5% de CoA.

Peso específico teórico máximo (RICE)

En la Tabla No. 30 se muestran los pesos de la mezcla suelta al 0.5%, 1.5% y 2.5% de asfalto para poder realizar comparaciones y trazar la curva de comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con poliamidas.

Cuadro N° 30. Peso específico teórico máximo al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

Peso específico teórico máximo al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.				
RESUMEN	% C°A	0.5 % de POLIAMIDAS	1.5 % de POLIAMIDAS	2.5 % de POLIAMIDAS
		PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO (gr)	PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO (gr)	PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO (gr)
	4.50 %	2.460	2.431	2.452
	5.00 %	2.443	2.415	2.448
	5.50 %	2.433	2.410	2.441
	6.00 %	2.394	2.405	2.437

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se muestra que para los tres tipos de mezcla asfáltica modificada con poliamidas al 0.5%, 1.5% y 2.5%, los datos adquiridos disminuyen a medida que aumenta proporcionalmente el contenido de asfalto. Entonces, una combinación modificada que contiene 0,5% de poliamidas parece funcionar mejor con 6% de asfalto.

Vacíos de Aire en la mezcla asfáltica (V.A)

Los resultados de las pruebas realizadas para determinar el porcentaje de huecos en mezclas asfálticas modificadas con poliamidas en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5% se muestran en la tabla No. 31. Estos valores incluyen el peso específico, el peso unitario y el peso máximo. peso específico teórico (Arroz).

Cuadro N° 31. Vacíos de Aire en la mezcla asfáltica al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

VACIOS DE AIRE EN LA MEZCLA ASFALTICA AL 0.5%, 1.5% Y 2.5% DE POLIAMIDAS													
RESUMEN	% de C°A	0.5 % de POLIAMIDAS				1.5 % de POLIAMIDAS				2.5 % de POLIAMIDAS			
		PORCENTAJE DE VACIOS (%V.A)				PORCENTAJE DE VACIOS (%V.A)				PORCENTAJE DE VACIOS (%V.A)			
		1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
		4.50%	8.5	11.1	9.3	9.6	12.1	10.7	11.7	11.5	12.0	14.3	14.8
5.00%	8.8	7.7	8.3	8.3	9.9	10.6	9.7	10.1	12.3	12.4	14.5	13.1	
5.50%	8.5	5.0	8.4	7.3	8.4	9.1	9.8	9.1	11.9	11.0	11.2	11.4	
6.00%	4.7	4.3	5.5	4.8	7.8	8.6	8.2	8.2	10.9	9.8	9.9	10.2	

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia el porcentaje promedio de huecos de aire y el porcentaje de mezcla asfáltica que fue modificada con poliamidas al 0,5%, 1,5% y 2,5% en la tabla no. 31. El porcentaje óptimo de asfalto para 0,5% de poliamidas fue 6,00%.

Densidad

El cuadro N° 32 Se aprecia los datos del peso específico del cual se puede obtener la densidad.

Cuadro N° 32. Relación de peso específico y densidad al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

RESUMEN	RELACION DE PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD						
	% C.A	0.5% de POLIAMIDAS		1.5% de POLIAMIDAS		2.5% de POLIAMIDAS	
		PESO ESPECIFICO gr/cm ³	DENSIDAD gr/cm ³	PESO ESPECIFICO gr/cm ³	DENSIDAD gr/cm ³	PESO ESPECIFICO gr/cm ³	DENSIDAD gr/cm ³
4.50 %	2.223	2.22	2.151	2.15	2.115	2.12	
5.00 %	2.241	2.24	2.172	2.17	2.128	2.13	
5.50 %	2.255	2.26	2.191	2.19	2.164	2.16	
6.00 %	2.279	2.28	2.207	2.21	2.189	2.19	

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se muestra que la mezcla asfáltica se reduce al aumentar el contenido de asfalto de los porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%, todo lo cual impacta directamente en la durabilidad del pavimento flexible. Al compararlo con asfalto con 6% de sólidos, los mejores resultados se muestran con asfalto y 0,5% de poliamidas.

Vacíos de aire en el agregado mineral (V.M.A)

Luego de obtener los espacios de aire en la mezcla asfáltica compactada, se utiliza la fórmula para determinar los huecos de aire en el agregado mineral.

Cuadro N° 33. Resultados de Vacíos de aire en el Agregado Mineral al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

RESULTADOS DE VACÍOS DE AIRE EN EL AGREGADO MINERAL AL 0.5%, 1.5% Y 2.5% DE POLIAMIDAS.													
RESUMEN	% de C°A	0.5 % de POLIAMIDAS				1.5 % de POLIAMIDAS				2.5 % de POLIAMIDAS			
		PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN EL AGREGADO MINERAL (%V.M.A)				PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN EL AGREGADO MINERAL (%V.M.A)				PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN EL AGREGADO MINERAL (%V.M.A)			
		1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
		4.50%	24.5	26.7	25.2	25.5	28.3	27.2	28.1	27.9	27.7	29.5	30.0
5.00%	25.7	24.8	25.3	25.3	27.4	28.0	27.3	27.6	28.4	28.5	30.2	29.0	
5.50%	26.1	23.3	26.0	25.1	26.7	27.3	27.9	27.3	28.6	27.9	28.1	28.2	
6.00%	24.7	24.4	25.3	24.8	26.8	27.5	27.2	27.2	28.3	27.4	27.5	27.7	

Fuente: elaboración propia

Explicación: Existen diferentes y cercanos promedios en valor numérico para las mezclas asfálticas modificadas con poliamidas al 0,5%, 1,5% y 2,5%, por lo que el porcentaje óptimo del 6% se da con la mezcla asfáltica con 0,5% de poliamidas. También se hace hincapié en que los espacios de aire de los agregados minerales deben minimizarse en aras de la estabilidad.

Vacíos de aire llenos de asfalto (V.F.A)

Lo que se busca es hallar son los porcentajes de vacíos llenos de asfalto en la mezcla asfáltica modificada con poliamidas en sus porcentajes 0.5%, 1.5% y 2.5%.

Cuadro N° 34. Resultados de Vacíos de aire llenos de asfalto al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

RESULTADOS DE VACÍOS DE AIRE LLENOS DE ASFALTO AL 0.5%, 1.5% Y 2.5% DE POLIAMIDAS.													
RESUMEN	% de C ^o A	0.5 % de POLIAMIDAS				1.5 % de POLIAMIDAS				2.5 % de POLIAMIDAS			
		PORCENTAJE DE VACIOS LLENOS DE ASFALTO (%V.F.A)				PORCENTAJE DE VACIOS LLENOS DE ASFALTO (%V.F.A)				PORCENTAJE DE VACIOS LLENOS DE ASFALTO (%V.F.A)			
		1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
		4.50 %	65.3	58.4	63.2	62.3	57.4	60.6	58.2	58.7	56.5	51.6	50.5
5.00 %	65.6	68.9	67.1	67.2	64.0	62.2	64.4	63.5	56.7	56.4	51.8	55.0	
5.50 %	67.4	78.4	67.7	71.2	68.7	66.7	64.9	66.8	58.5	60.6	60.1	59.7	
6.00 %	81.0	82.5	78.4	80.6	71.0	68.5	69.7	69.7	61.6	64.4	64.0	63.3	

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia los hallazgos encontrados del porcentaje de vacíos llenos de asfalto, la cual deben estar en un rango de 65% y 78% según el MTC.

Estabilidad y flujo

La información recopilada proporcionó información sobre la dinámica y la regulación de las mezclas asfálticas calientes. Los resultados de la prueba del aparato Marshall, que realizamos para determinar las características de estabilidad y fluidez de la mezcla asfáltica que contiene 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

Cuadro N° 35. Resultados de estabilidad y flujo al 0.5%, de poliamidas.

Resultados de estabilidad y flujo					
0.5 % de POLIAMIDAS					
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	NUMERO DE BRIQUETAS	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	FACTOR DE ESTABILIDAD	ESTABILIDAD CORREGIDA	FLUJO
4.50%	1	104 8	0.96	1006	9.2
	2	114 8	0.96	1102	5.2
	3	104 8	0.93	975	7.3
	PROMEDIO			1028	7.25
5.00%	1	112 2	0.93	1043	7.9
	2	111 6	0.96	1071	7.4
	3	110 1	0.96	1057	8.4
	PROMEDIO			1057	7.93
5.50%	1	111 6	0.93	1038	9.0
	2	111 6	1	1116	8.6
	3	111 1	0.96	1067	7.9
	PROMEDIO			1073	8.50
6.00%	1	102 6	0.96	984.96	8.6
	2	101 6	0.96	975.36	8.4
	3	106 3	0.96	1020.48	9.0
	PROMEDIO			993.60	8.68

Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecian los resultados de agregar 0,5% de poliamidas a la mezcla asfáltica; de esto podemos inferir que la variación de estabilidad va aumentando, alcanzando un valor máximo de estabilidad con 5.5% de asfalto; en cambio, respecto a la adición de poliamidas en mayor proporción del contenido de asfalto, se nota un incremento para todo. Los resultados de la prueba Marshall realizada con el aparato Marshall deben multiplicarse por un factor de estabilidad que tenga en cuenta la altura de las briquetas individuales.

Cuadro N° 36. Resultados de estabilidad y flujo al 1.5%, de poliamidas.

Resultados de estabilidad y flujo					
1.5 % de POLIAMIDAS					
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	NUMERO DE BRIQUETAS	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	FACTOR DE ESTABILIDAD	ESTABILIDAD CORREGIDA	FLUJO
4.50%	1	1042	0.86	896	9.0
	2	1159	0.89	1032	5.1
	3	1053	0.89	937	7.2
	PROMEDIO			955	7.10
5.00%	1	1122	0.89	999	7.9
	2	1116	0.89	993	7.4
	3	1101	0.89	980	8.4
	PROMEDIO			991	7.93
5.50%	1	1122	0.93	1043	9.0
	2	1101	0.93	1024	8.5
	3	1116	0.89	993	8.0
	PROMEDIO			1020	8.50
6.00%	1	1026	0.93	954.18	8.6
	2	1016	0.89	904.24	8.4
	3	1063	0.93	988.59	9.0
	PROMEDIO			949.00	8.68

Fuente: elaboración propia

Explicación: La Imagen 36 muestra una relación de 1.5% poliamidas a asfalto, de la cual se puede inferir que la varianza de estabilidad va aumentando hacia el valor más elevado de estabilidad con 5.5% de asfalto, mientras que por otro lado, con respecto a la adición de poliamidas en A mayor proporción del contenido de asfalto se nota un aumento en todo. Los resultados de la prueba Marshall realizada con el aparato Marshall deben multiplicarse por un factor de estabilidad que tenga en cuenta la altura de las briquetas individuales.

Cuadro N° 37. Resultados de estabilidad y flujo al 2.5%, de poliamidas.

Resultados de estabilidad y flujo					
2.5 % de POLIAMIDAS					
PORCENTAJE DE ASFALTO (%C.A)	NUMERO DE BRIQUETAS	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	FACTOR DE ESTABILIDAD	ESTABILIDAD CORREGIDA	FLUJO
4.50%	1	1042	0.89	927	9.3
	2	1159	0.86	997	5.2
	3	1042	0.86	896	7.3
	PROMEDIO			940	7.27
5.00%	1	1122	0.89	999	7.9
	2	1116	0.89	993	7.4
	3	1101	0.86	947	8.4
	PROMEDIO			980	7.93
5.50%	1	1127	0.89	1003	9.1
	2	1122	0.89	999	8.5
	3	1106	0.89	984	8.0
	PROMEDIO			995	8.53
6.00%	1	1026	0.89	913.1	8.6
	2	1016	0.93	944.8	8.4
	3	1063	0.89	946.0	9.0
	PROMEDIO			934.7	8.68

Fuente: elaboración propia

Explicación: La imagen 37 muestra una mezcla de asfalto y poliamidas en una concentración del 2,5%; de esto, podemos inferir que la variación de estabilidad está aumentando hacia el valor máximo de estabilidad de la mezcla con 5,5% de asfalto; en cambio, respecto a la deformación (flujo), se nota un aumento para todo a medida que aumenta la concentración de poliamidas. Los resultados de la prueba Marshall realizada con el aparato Marshall deben multiplicarse por un factor de estabilidad que tenga en cuenta la altura de las briquetas individuales. Mayores niveles de asfalto se muestran en la investigación sobre la adición de poliamidas a la mezcla asfáltica en caliente (0,5%, 1,5% y 2,5%), destacando la estabilidad con 0,5% de poliamidas con 1073 kg de resistencia y 8,5 por ciento de deformación en la briketa.

Relación de estabilidad – flujo

Las fracturas precipitadas o los hundimientos son indicadores de la flexibilidad de la mezcla asfáltica caliente, que es función de la conexión entre estabilidad y fluidez. Los hallazgos correlacionales se mostrarán en la Figura 38.

Cuadro N° 38. Resultados de relación estabilidad- flujo al 0.5%, 1.5% y 2.5% de poliamidas.

RELACION ESTABILIDAD – FLUJO						
ESPECIFICACIONES	%C^oA	0.5 % de POLIAMIDAS				PROMEDIO
		NUMERO DE REPETICIONES				
		1	2	3		
RELACION ESTABILIDAD – FLUJO	4.50%	2778.00	5351.00	3383.00	3837.33	
	5.00%	3343.00	3658.00	3182.00	3394.33	
	5.50%	2933.00	3303.00	3419.00	3218.33	
	6.00%	2898.00	2955.00	2876.00	2909.67	
	%C^oA	1.5 % de POLIAMIDAS				PROMEDIO
		NUMERO DE REPETICIONES				
		1	2	3		
	4.50%	2532.00	5103.00	3311.00	3648.67	
	5.00%	3200.00	3391.00	2950.00	3180.33	
	5.50%	2955.00	3046.00	3154.00	3051.67	
	6.00%	2808.00	2740.00	2786.00	2778.00	
	%C^oA	2.5 % de POLIAMIDAS				PROMEDIO
		NUMERO DE REPETICIONES				
		1	2	3		
	4.50%	2535.00	4909.00	3102.00	3515.33	
	5.00%	3200.00	3391.00	2851.00	3147.33	
	5.50%	2810.00	2980.00	3124.00	2971.33	
	6.00%	2687.00	2863.00	2666.00	2738.67	

Fuente: elaboración propia

Explicación: Los datos de estabilidad-flujo de la mezcla asfáltica tratada con poliamidas al 0,5%, 1,5% y 2,5% se muestran en la figura No. 38. El contenido asfáltico ideal para combinaciones tratadas con poliamidas es del 6%, aunque este debe alcanzarse en un plazo muy ciertas limitaciones.

Parámetros óptimos de la mezcla asfáltica modificada con 0.5%, 1.5% y 2.5%

Cuadro N° 39. Resultados del contenido óptimo de asfalto modificado al 0.5%.

CUADRO RESUMEN DISEÑO OPTIMO 0.5% POLIAMIDAS – 6.2 ASFALTO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	
		MIN	MAX	Teórico	Verificación 5.8
Piedra Chancada	%			43.00	43.00
Arena Chancada	%			56.00	56.00
Filler	%			1.00	1.00
Cemento Asfáltico	%			6.20	6.20
Peso Específico Probeta	Kg/cm ³			2.28	2.28
Vacios	%	3	5	4.47	4.47
Vacios Agregado Mineral	%	16		24.83	24.83
Vacios Llenados con C.A.	%	65	78	82.13	82.13
Flujo	mm.	8	16	9.97	9.97
Estabilidad	Kg.	534		1150.17	1150.17
Factor de rigidez	Kg/cm.	1700	4000	2931.61	2931.61

Fuente: elaboración propia

Explicación: Los resultados de los datos ideales para el uso y manejo en sitio de asfalto modificado con poliamida al 0,5% a temperaturas entre 140 y 150 grados Celsius se muestran en la Tabla No. 39.

Cuadro N° 40. Resultados del contenido óptimo de asfalto modificado al 1.5%.

CUADRO RESUMEN DISEÑO OPTIMO 1.5% POLIAMIDAS – 6.2 ASFALTO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	
		MIN	MAX	Teórico	Verificación 5.8
Piedra Chancada	%			43.00	43.00
Arena Chancada	%			56.00	56.00
Filler	%			1.00	1.00
Cemento Asfáltico	%			6.20	6.20
Peso Específico Probeta	Kg/cm ³			2.22	2.22
Vacios	%	3	5	7.05	7.05
Vacios Agregado Mineral	%	16		26.89	26.89
Vacios Llenados con C.A.	%	65	78	73.81	73.81
Flujo	mm.	8	16	8.71	8.71
Estabilidad	Kg.	534		1023.48	1023.48
Factor de rigidez	Kg/cm.	1700	4000	2983.92	2983.92

Fuente: elaboración propia

Explicación: Para asfalto modificado con 1,5% de poliamidas, donde la temperatura típica de operación oscila entre 140oC y 150oC, los datos ideales para uso y control en obra se muestran en la Tabla No. 40.

Cuadro N° 41. Resultados del contenido óptimo de asfalto modificado al 2.5%.

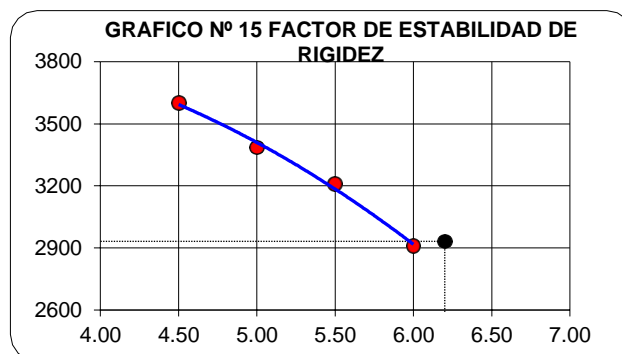
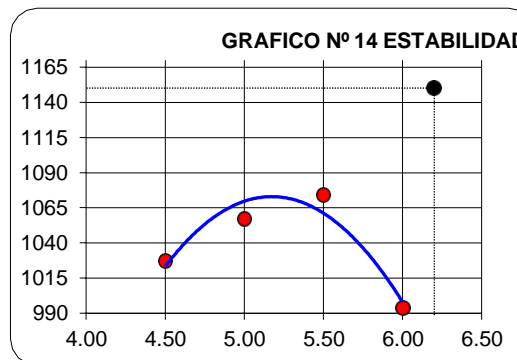
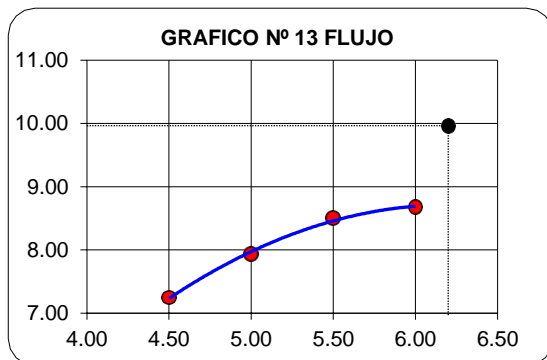
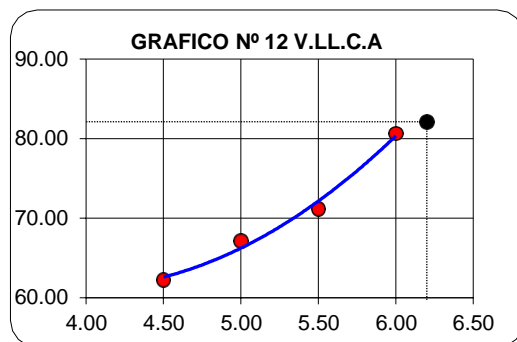
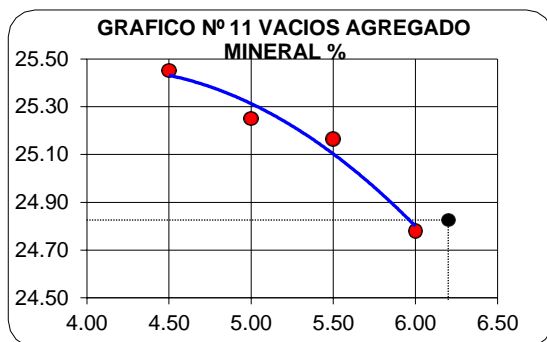
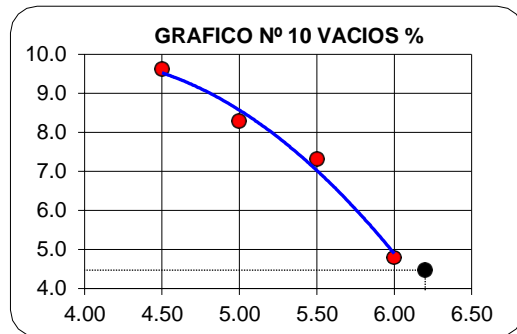
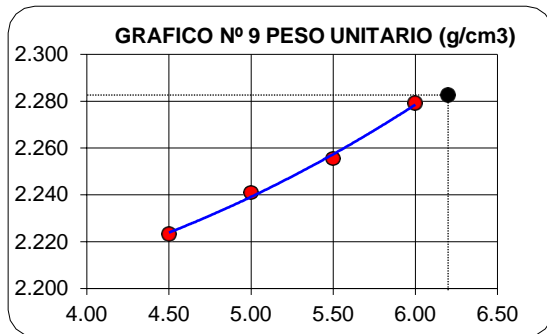
CUADRO RESUMEN DISEÑO OPTIMO 2.5% POLIAMIDAS – 6.2 ASFALTO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	
		MIN	MAX	Teórico	Verificación 5.8
Piedra Chancada	%			43.00	43.00
Arena Chancada	%			56.00	56.00
Filler	%			1.00	1.00
Cemento Asfáltico	%			6.20	6.20
Peso Específico Probeta	Kg/cm ³			2.20	2.20
Vacios	%	3	5	9.69	9.69
Vacios Agregado Mineral	%	16		27.67	27.67
Vacios Llenados con C.A.	%	65	78	65.00	65.00
Flujo	mm.	8	16	8.70	8.70
Estabilidad	Kg.	534		1004.84	1004.84
Factor de rigidez	Kg/cm.	1700	4000	2935.26	2935.26

Fuente: elaboración propia

Explicación: Los hallazgos de los datos ideales para el uso y manejo en obra con asfalto modificado con poliamida al 2,5% a temperaturas que oscilan entre 140oC y 150oC se muestran en la Tabla No. 41.

Ensayo para medir la resistencia de la mezcla asfáltica adicionando el 0.5% de poliamidas usando el método Marshall.

GRAFICOS

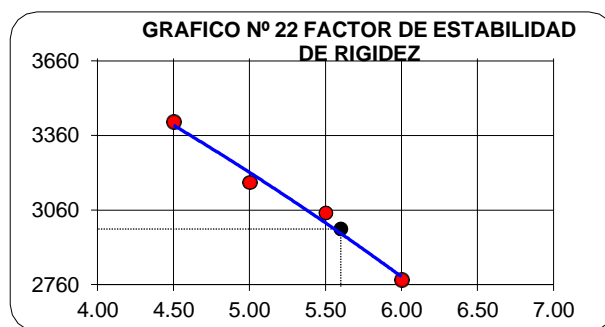
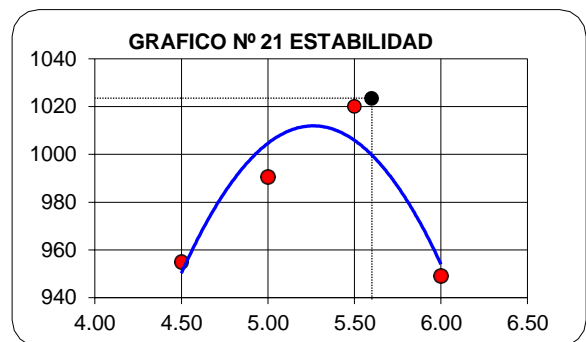
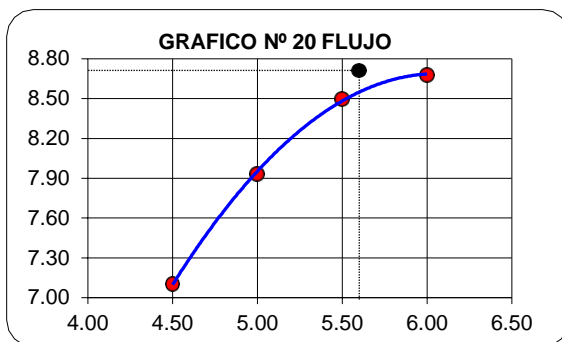
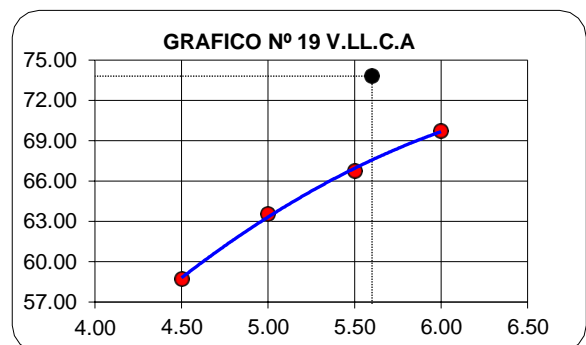
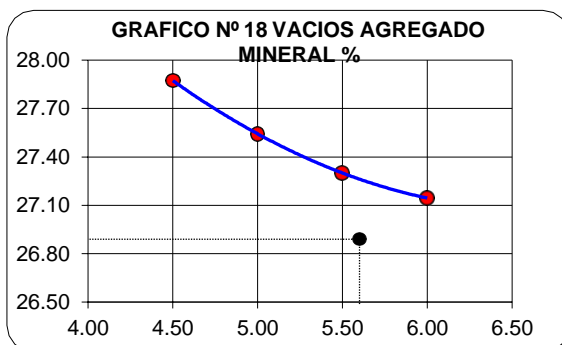
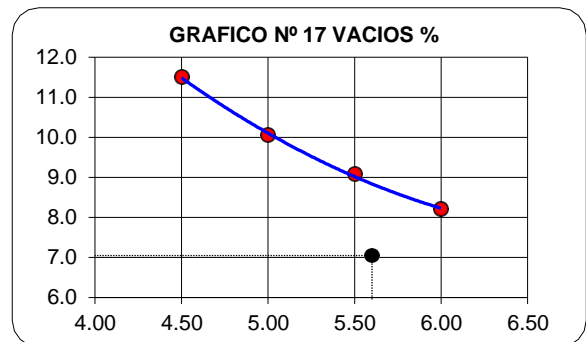
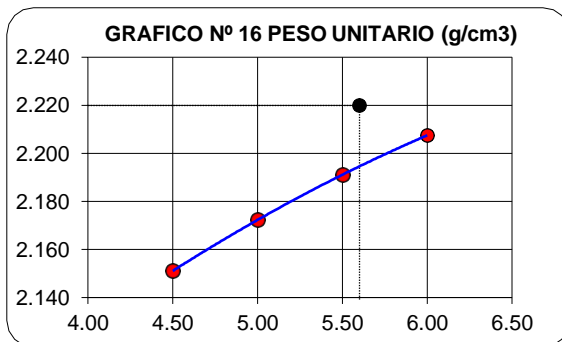


Fuente: elaboración propia

Explicación: Los gráficos mostrados se basan en los hallazgos de las pruebas de una mezcla asfáltica que contiene 0,5% de poliamida.

Ensayo para medir la resistencia de la mezcla asfáltica adicionando el 1.5% de poliamidas usando el método Marshall.

GRAFICOS

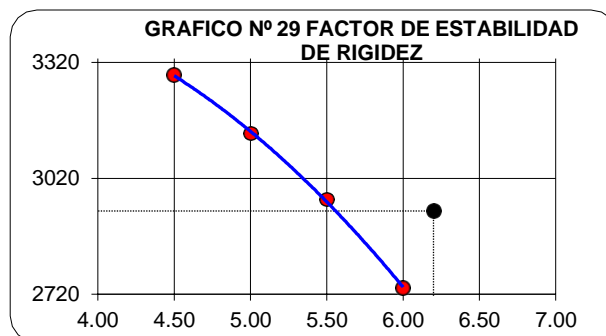
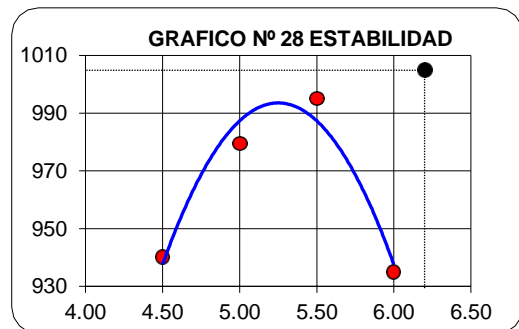
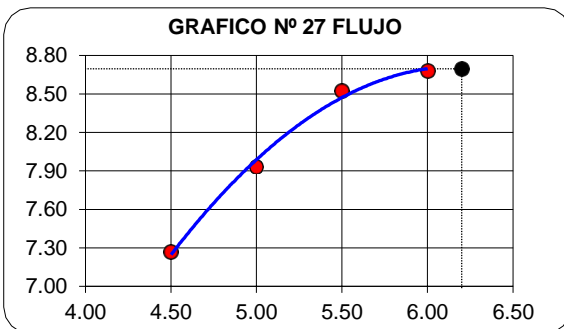
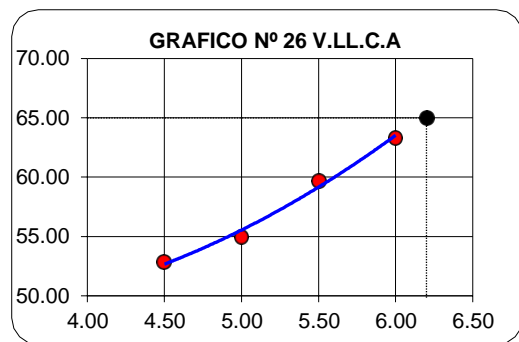
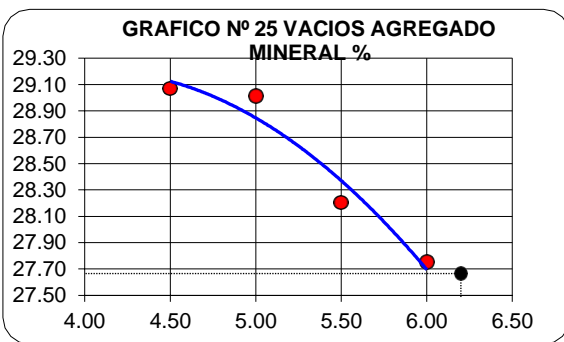
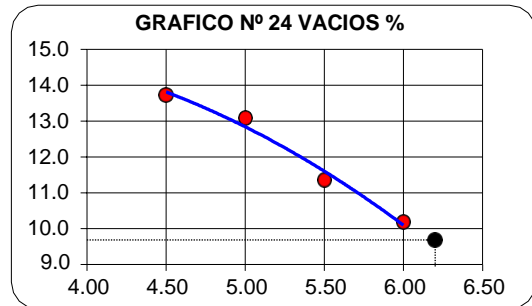
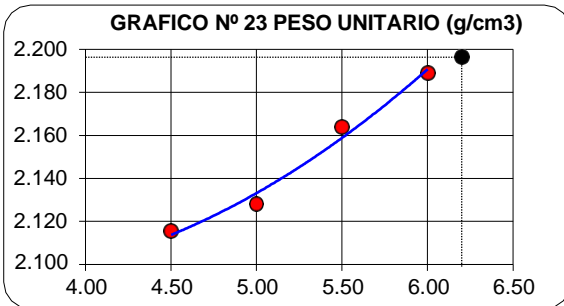


Fuente: elaboración propia

Explicación: Las imágenes que se muestran son el resultante de las curvas referente a los ensayos de mezcla asfáltica al 1.5% de poliamidas.

Ensayo para medir la resistencia de la mezcla asfáltica adicionando el 2.5% de poliamidas usando el método Marshall.

GRAFICOS

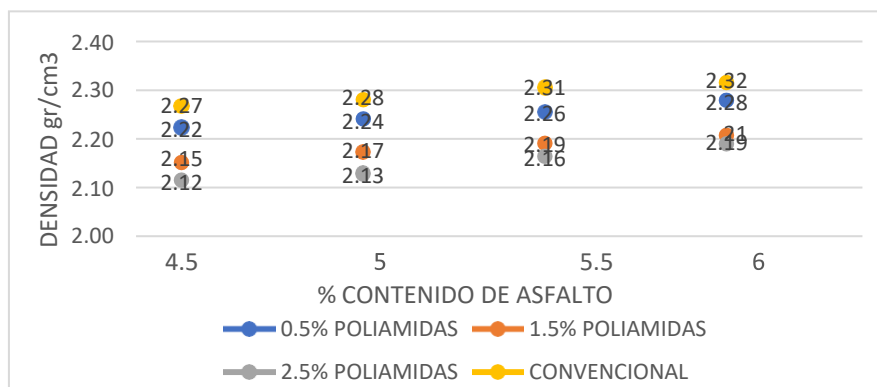


Fuente: elaboración propia

Explicación: Las imágenes que se muestran son el resultante de las curvas referente a los ensayos de mezcla asfáltica al 2.5% de poliamidas.

Análisis estadístico y comparativo de resultados de mezclas asfálticas convencional y mezclas modificadas con poliamidas.

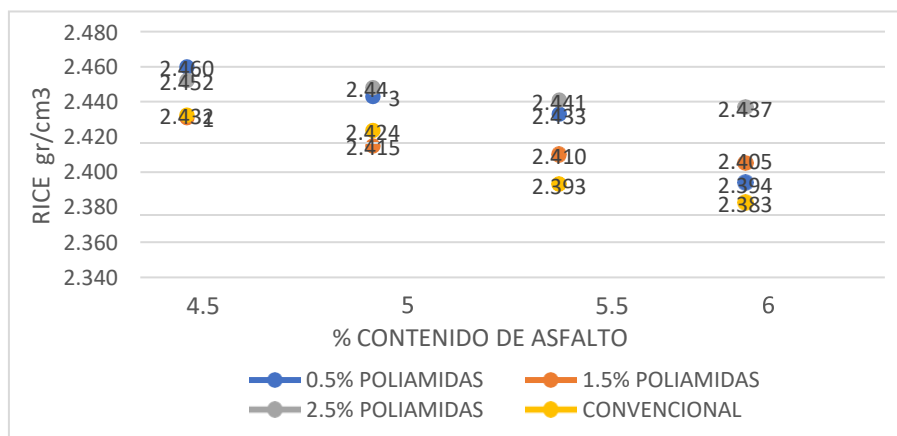
Gráfico N° 30. Comportamiento de la densidad con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: En la imagen N° 30. La densidad de la mezcla modificada es claramente visible al contenido de asfalto del 2,5%, y también podemos ver los porcentajes de asfalto convencional y asfalto modificado con poliamidas al 0,5%, 1,5% y 2,5%. La densidad, o peso específico aparente, se calcula multiplicando el peso específico por la densidad del agua (1 g/cm³), lo que da un valor de 2,12 gr/cm³. Vale la pena señalar que cuanto mayor sea la densidad, más durará el rendimiento.

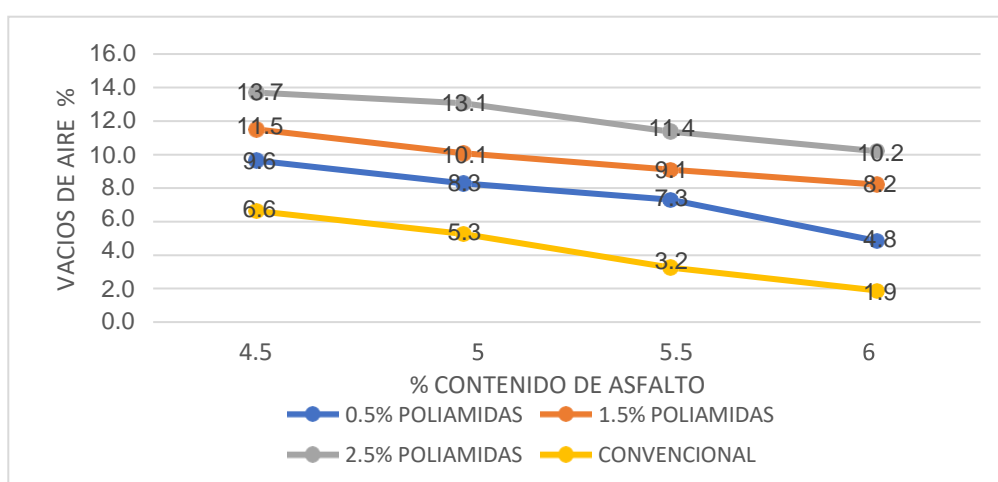
Gráfico N° 31. Comportamiento del RICE con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: En la imagen N° 31 podemos visualizar el peso teórico máximo o RICE con respecto a la mezcla asfáltica suelta modificada con poliamidas al 0.5%, 1.5% y 2.5% así como también del convencional. De los datos mostrados, podemos inferir que la variabilidad disminuye al incrementar el contenido de asfalto. La mezcla asfáltica modificada con 0,5% de poliamidas es superior a la mezcla estándar, como se muestra en los datos, y la proporción ideal es 2.424 gr/cm³.

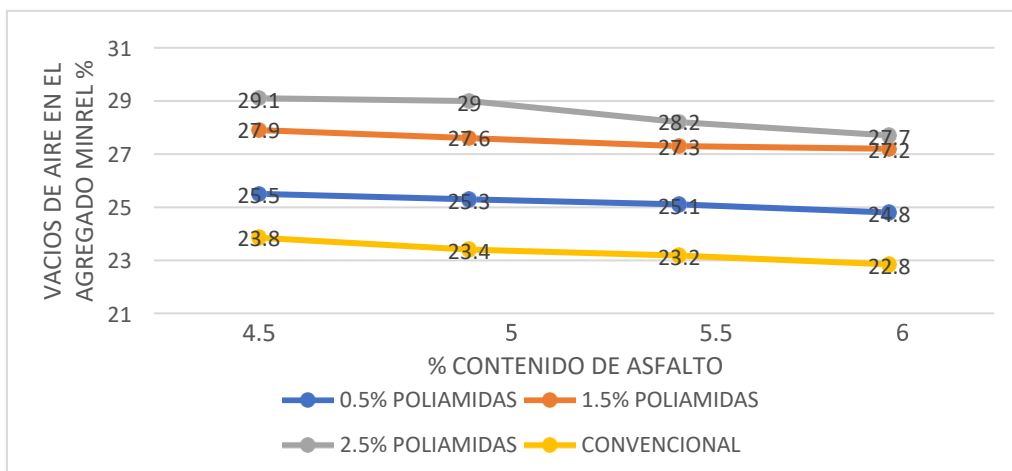
Gráfico N° 32. Comportamiento del Vacíos de aire con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: Se puede apreciar que los espacios de aire en la briqueta se reducen a medida que aumenta el porcentaje de asfalto, alcanzando un máximo con un contenido de asfalto del 4,5% (foto 32), ya que el asfalto no llena completamente los espacios. De la comparación de las 4 curvas se desprende claramente que la mezcla asfáltica modificada con un 0,5% de poliamidas sigue estando por encima de la línea base. La MTC especifica un porcentaje máximo de vacíos del 5 %, y cualquier cantidad superior a eso podría provocar problemas en la capa de asfalto, como separación, desgaste y piel de cocodrilo. Aún más importante, porcentajes de vacíos inferiores al 3% provocarían problemas de formación de surcos en la capa de asfalto, reduciendo la longevidad del pavimento. Por lo tanto, es lógico que a medida que aumente el tráfico de vehículos, la fracción de vacantes disminuya.

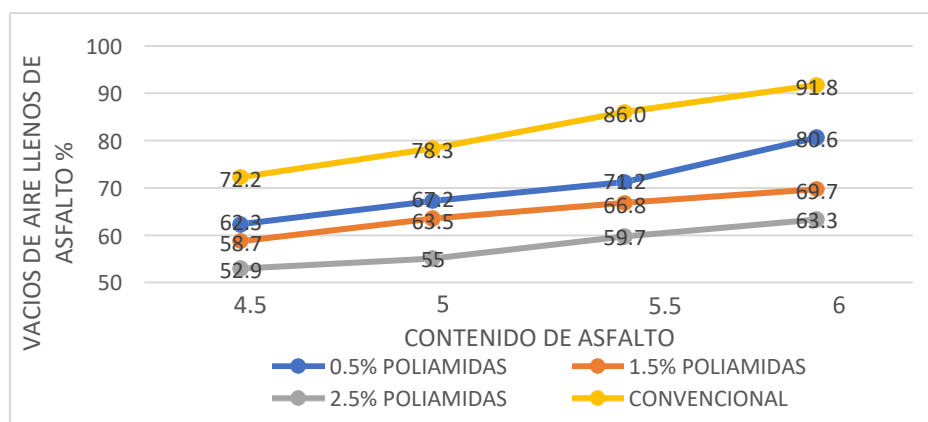
Gráfico N° 33. Comportamiento del Vacíos de aire en el agregado mineral con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: Como se muestra en la Figura 33, el espacio de aire en el agregado mineral va disminuyendo con la adición de poliamidas, al igual que ocurre con el asfalto convencional. El asfalto modificado contiene 0,5%, 1,5% y 2,5% de poliamidas. También se muestra que el porcentaje de agregado mineral aumenta al aumentar el contenido de asfalto hasta alcanzar el % de asfalto de trabajo, después del cual los valores disminuyen. Como resultado, la energía de compactación está ligada a los porcentajes de árido mineral. Por lo tanto, es esencial enfatizar que los huecos demasiado grandes dentro de los agregados minerales pueden ser perjudiciales al causar problemas de estabilidad.

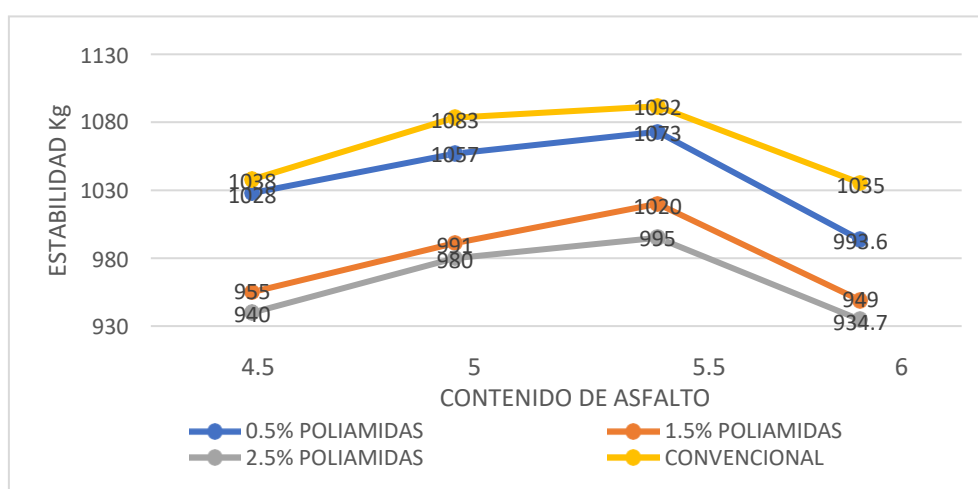
Gráfico N° 34. Comportamiento del Vacíos llenos de asfalto con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: La información obtenida se aprecia En la imagen N° 34 la cual nos muestra que existe un ascenso para cada diseño, convencional y modificado con 0.5%, 1.5% y 2.5%, la cual el 0.5% y el 1.5% de poliamidas están en el rango permisible por el MTC. Además, el comportamiento de la capa asfáltica de un pavimento flexible puede predecirse por la presencia de espacios de aire, huecos en el agregado mineral y huecos llenos de asfalto, proporcionando estos últimos un factor de seguridad adicional.

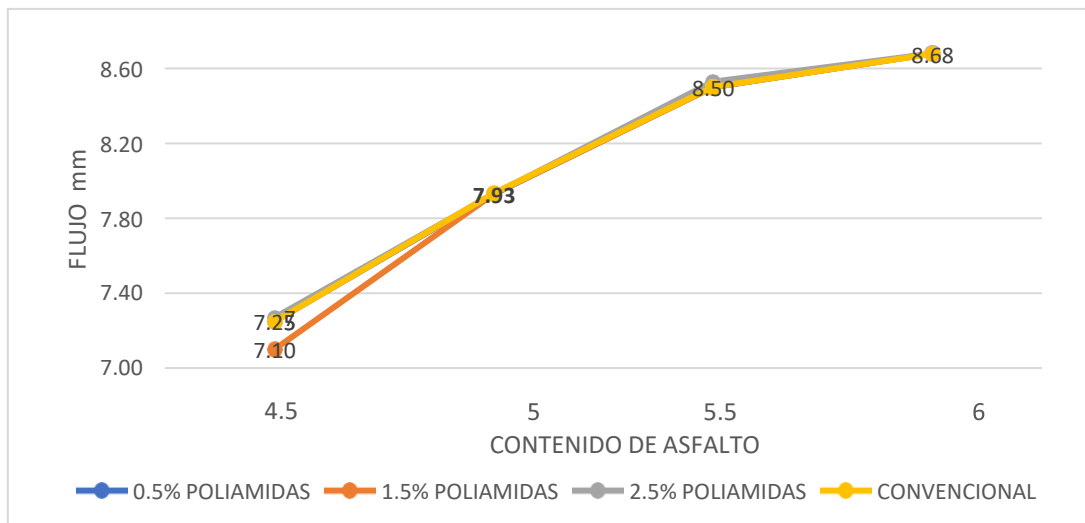
Gráfico N° 35. Comportamiento de la estabilidad con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: En la imagen N° 35 podemos apreciar los 4 porcentajes de asfalto, tanto del convencional, así como los diseños modificados al 0.5%, 1.5% y 2.5%, el valor de estabilidad convencional asciende hasta un punto máximo de 1092 kg a comparación de los modificados que sus puntos máximos están 0.5% (1073 kg), 1.5% (1020 kg) y 2.5% (995 kg), también es importante señalar que un pavimento es estable si no pierde su forma, ni deformaciones persistentes, pero un pavimento inestable sí. Como se puede apreciar en la figura 35, existe un valor mínimo de estabilidad pero no un valor máximo, por lo que se establece la relación de estabilidad del flujo; por lo tanto, cuanto más fuerte sea la estabilidad, más probable será que se produzcan grietas por fatiga. magnitud de 4000 kg/cm².

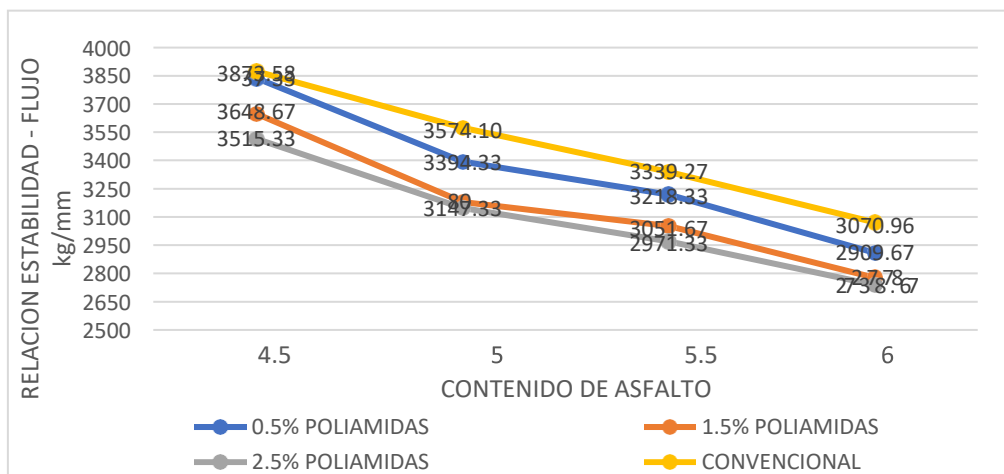
Gráfico N° 36. Comportamiento del flujo con los diferentes contenidos de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: Se observan las deformaciones o también conocido como flujo Marshall para los cuatro tipos de diseño, la cual indica que el valor máximo soportado a escala de laboratorio, donde la tasa es proporcional a la cantidad de asfalto, y la mayor parte de la variación se produce en concentraciones de 0,5%, 1,5% y 2,5% en relación con la curva típica. De modo que los porcentajes modificados de asfalto utilizado son del 5,5% y 6%, respectivamente.

Gráfico N° 37. Comportamiento de la relación estabilidad - flujo con los diferentes contenidos de asfalto.

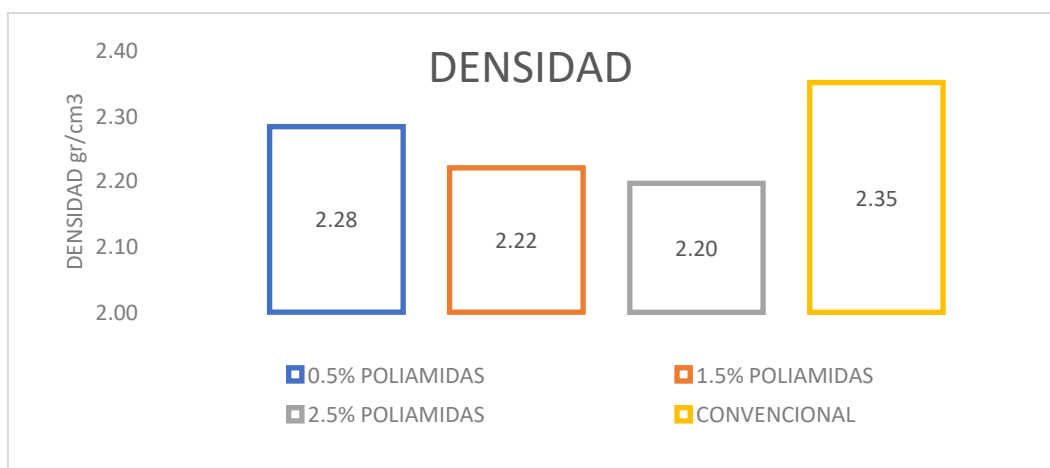


Fuente: elaboración propia

Explicación: En comparación con las poliamidas al 2,5%, el valor de la relación estabilidad-flujo aumenta en la imagen n°. 37, que muestra los cuatro porcentajes diferentes de asfalto, tanto sin modificar como modificado con poliamidas al 0,5%, 1,5% y 2,5%. , es importante entender que la conexión nos indica qué tan frágil o maleable es una mezcla asfáltica por la aparición de grietas y surcos. Según los datos de la tabla, la conexión estabilidad-flujo no debe tener valores superiores a 4000 kg. /cm, por lo tanto nuestros resultados son correctos.

Análisis estadístico y comparativo de resultados de mezcla asfáltica convencional y mezcla asfáltica con poliamidas – contenido óptimo 6.2% CºA

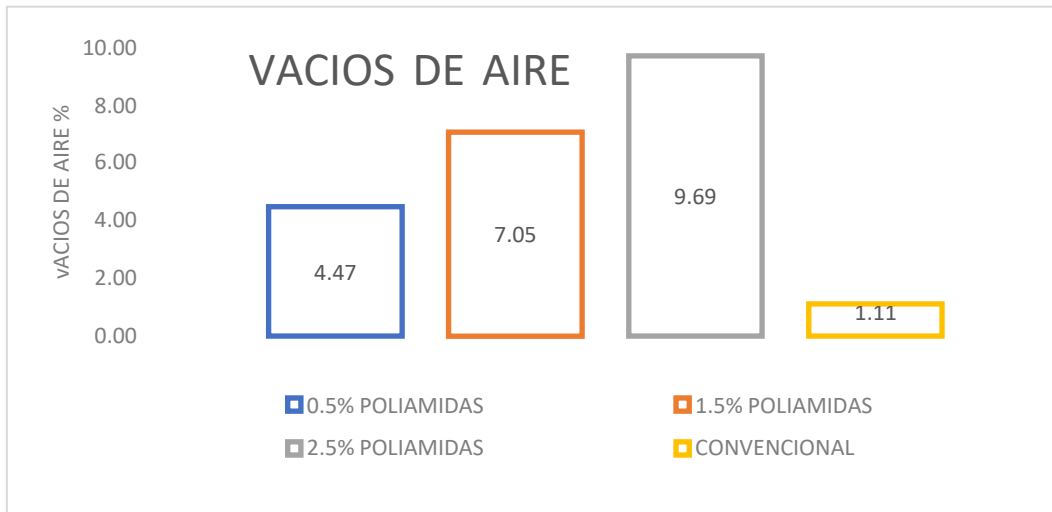
Gráfico N° 38. Densidad del contenido óptimo de asfalto



Fuente: elaboración propia

Explicación: Se aprecia en la gráfica de densidad vs contenido de asfalto ideal, observarás que un porcentaje de 0,5% de poliamidas da mejores resultados, con una diferencia de 0,07% respecto a la densidad estándar. Entonces, sabemos que la densidad, que debe controlarse en relación con otros factores como los huecos de aire y los huecos de aire en el agregado mineral, está relacionada con la resistencia de la superficie de rodadura.

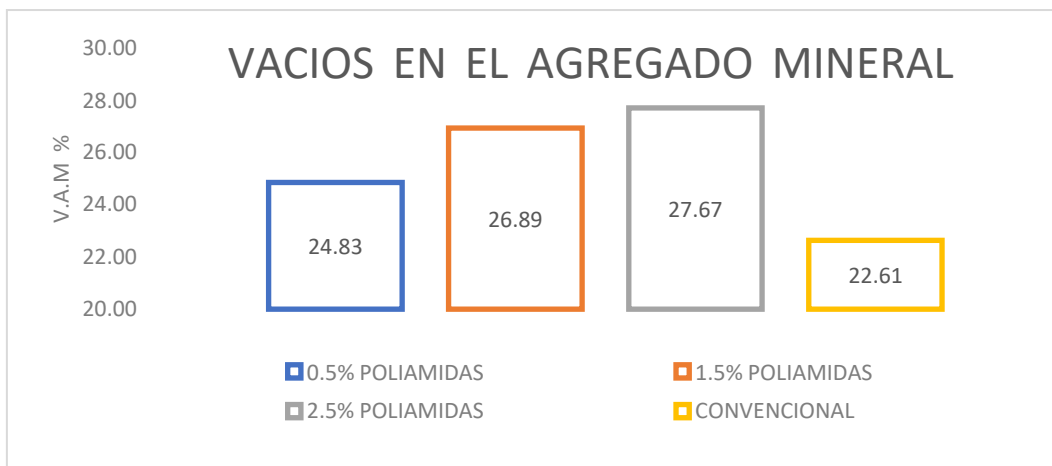
Gráfico N° 39. Vacíos de aire del contenido óptimo de asfalto



Fuente: elaboración propia

Explicación: El contenido óptimo de poliamida es del 0,5%, por lo que los huecos de aire son cruciales. Indican cómo se comportará el pavimento en términos de exceso de material y durabilidad a largo plazo. Esto se ilustra en la imagen número 39, que muestra la relación entre los huecos de aire y el contenido de asfalto ideal para los cuatro diseños.

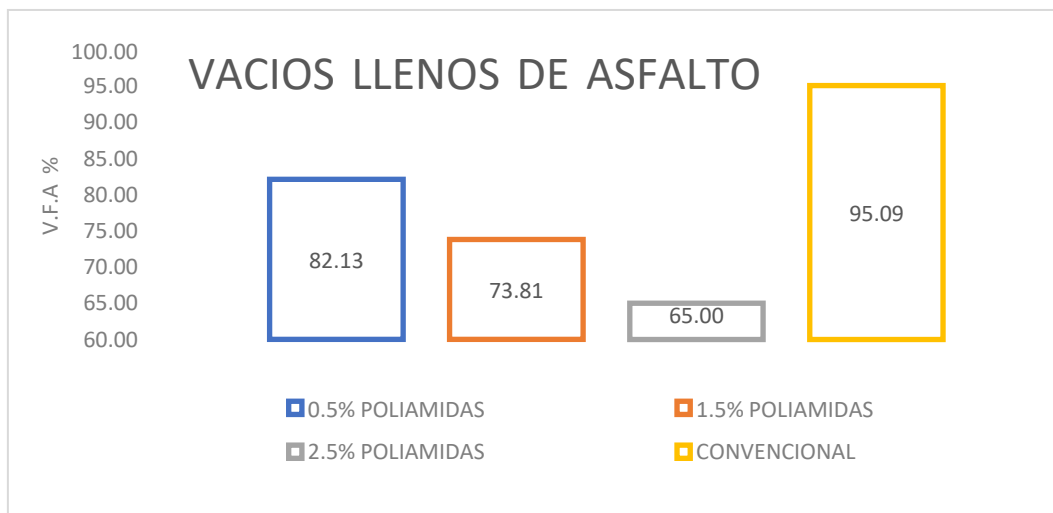
Gráfico N° 40. Vacíos del agregado mineral del contenido óptimo de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: En este grafico se logra visualizar los vacíos de agregado mineral con respecto al contenido óptimo de asfalto, la cual sirve para poder llevar el control de la obra, el grafico nos muestra que los vacíos aumentan con respecto al diseño convencional con un valor de 24.83% con el 0.5% de poliamidas. Dado que la inclusión de poliamidas aumenta la cantidad de huecos en el agregado mineral, es fácil ver por qué los tres ejemplos de 0,5%, 1,5% y 2,5% son todos indeseables. cuando como resultado, el valor del V.M.A. pues se enfatiza la adherencia para disminuir la fricción interna existente, y además, cuando los espacios en el agregado mineral se rellenan con el contenido de asfalto, la densidad aumenta y se mejora la compactación.

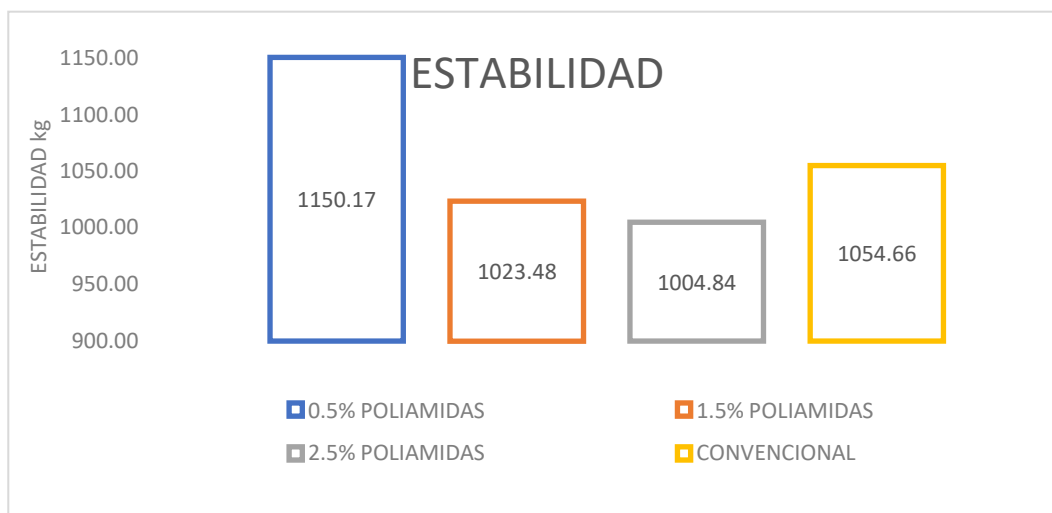
Gráfico N° 41. Vacíos llenos de asfalto del contenido óptimo de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: Los resultados del diseño del patrón se pueden ver en la imagen no. 41, que muestra que el asfalto ha sido vertido en el 95.09 por ciento de los huecos, mientras que el asfalto modificado con 1.5 por ciento de poliamidas mostró el 73.81 por ciento de los huecos llenados, lo cual está dentro del rango de tolerancia del MTC.

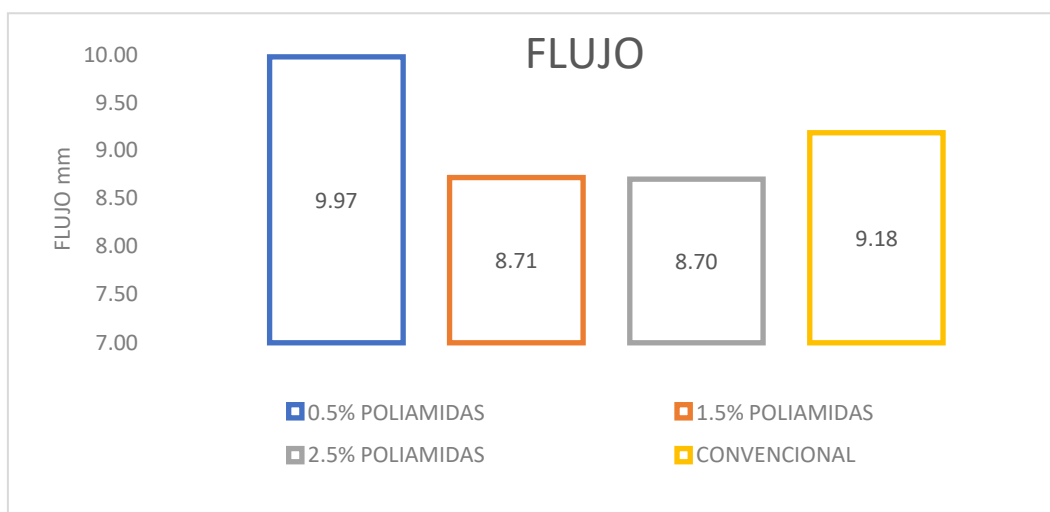
Gráfico N° 42. Estabilidad del contenido óptimo de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: En el grafico que se muestra anteriormente Se aprecialos valores obtenidos del diseño óptimo de asfalto, el diseño patrón muestra un valor de 1054.66 kg. A diferencia de la mezcla modificada con 0.5% de poliamidas con 1150.17 kg. Al aumentar la estabilidad de la mezcla, podemos suponer que será más resistente a desplazamientos asi como deformaciones bajo las cargas cíclicas de los vehículos, evitando fallas por roderas.

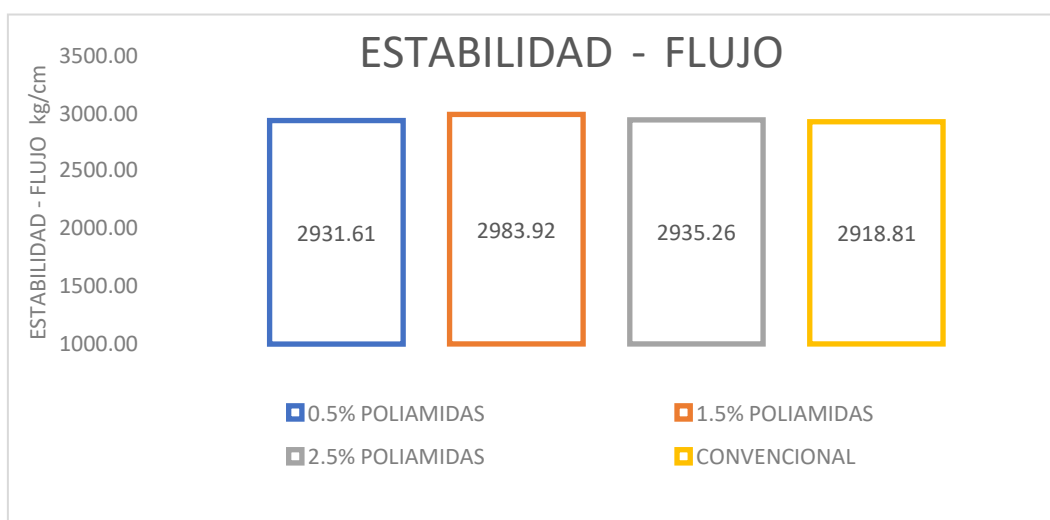
Gráfico N° 43. Flujo del contenido óptimo de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: Se logra visualizar que el valor obtenido de la mezcla convencional es de 9.18 mm y de la mezcla modificada con poliamidasal 0.5% fue de 9.97 mm, el valor varia, es decir que el flujo desciende con respecto a la mezcla modificada. La respuesta de la mezcla asfáltica a la deformación bajo cargas puede entenderse a partir de los datos de flujo o deformación. También debemos ser conscientes de que un valor de flujo alto indica que el material es particularmente maleable y, por lo tanto, propenso a deformarse cuando se somete a tensiones cíclicas como las causadas por el tráfico peatonal y el aumento de temperaturas.

Gráfico N° 44. Relación de Estabilidad - Flujo del contenido óptimo de asfalto.



Fuente: elaboración propia

Explicación: Con la mezcla convencional obtenemos un valor de 2918,81 kg/cm para el flujo de información de estabilidad respecto al contenido óptimo de asfalto, mientras que con la mezcla modificada obtenemos un valor de 2931,61 kg/cm, lo que indica que el flujo de estabilidad es mayor para la mezcla modificada que para la convencional. Se ha demostrado que la incorporación de poliamidas a la mezcla asfáltica caliente minimiza drásticamente la probabilidad de deformaciones de la superficie de rodadura y al mismo tiempo aumenta la resistencia a la compresión.

Ensayo de caracterización y desempeño para la mezcla asfáltica convencional y modificada con 0.5% de poliamidas.

Ensayo de Resistencia a la compresión diametral.

El objetivo de este ensayo es determinar la compresión diametral de la mezcla asfáltica.

En la prueba se emplearon briquetas hechas de la mezcla asfáltica modificada con 0,5% de poliamidas, y las briquetas se acondicionaron a 25°C durante seis horas después de ser medidas y pesadas. El tiempo de digestión fue de aproximadamente 2 horas, el mismo que para la mezcla estándar.

La carga de rotura se determinó sometiendo la maquinaria Marshall a una prueba de resistencia a la compresión diametral.

Cuadro N° 42. Resultados de la resistencia a la compresión diametral.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL				
CARACTERISTI CAS	1	2	3	PROMEDI O
CONVENCIONA L	0.78 5	0.78 2	0.80 1	0.789
0.5% POLIAMIDAS	1.23 2	1.16 9	1.22 4	1.208

Fuente: elaboración propia

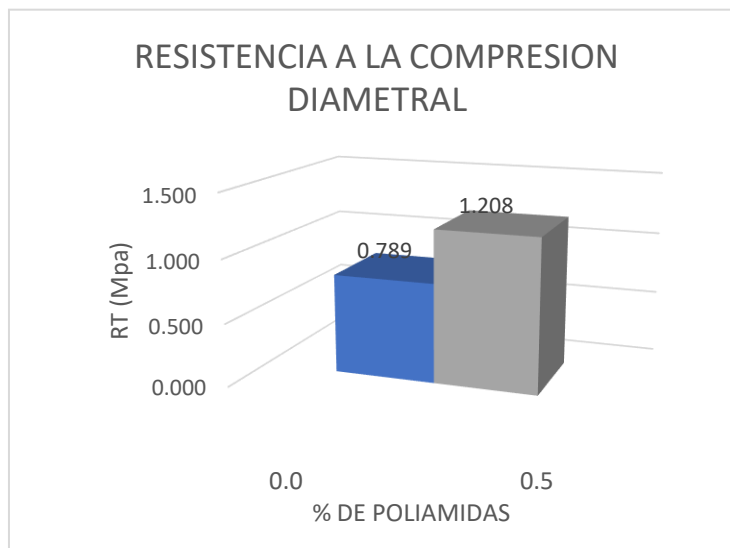
Cuadro N° 43. Ensayo de resistencia a la compresión diametral

	CARACTERISTICAS			RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL		
	Temp. De Digestión(°c)	Tiempo de Digestión (hr)	% de poliamidas	Mpa	kgf/cm2	Variación
CONVENCIONAL	0	0	0	0.789	7.893	0%
MODIFICADA AL0.5%	168	2	0.5	1.208	12.083	35%

Fuente: elaboración propia

Explicación: Los hallazgos de las pruebas de resistencia a la compresión diametral (Tabla 42) y la mezcla estándar (Tabla 43) indican que la mezcla asfáltica con una modificación de poliamida al 0,5% exhibe un mayor nivel de resistencia.

Gráfico N° 45. Resistencia a la compresión diametral (Rt).



Fuente: elaboración propia

Explicación: se muestra En la imagen N°45 la variación de la resistencia a compresión diametral que está en función al contenido de poliamidas a una temperatura de 170°C.

b. Contrastación de Hipótesis.

Hipótesis General

La incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejora su comportamiento mecánico Jr. Huallaga – Cercado de Lima, **2020**.

La distribución de probabilidad T de Student se utiliza para dos muestras independientes, una del diseño de mezcla asfáltica estándar y la otra del diseño de mezcla asfáltica modificada que contiene 0,5% de fibras de poliamida, para comparar las dos hipótesis principales de este estudio. por debajo de 30, con un umbral de significancia de 0,05, lo que arroja una confiabilidad del 95%.

Prueba de hipótesis de contraste bilateral: el contraste de que las medias son iguales es equivalente al contraste de que la diferencia de medias es igual a cero:

$$H_0: \mu_x = \mu_y \quad (\mu_x - \mu_y = 0)$$

$$H_1: \mu_x \neq \mu_y \quad (\mu_x - \mu_y \neq 0)$$

Dónde:

Ho: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

Para la cual se tiene las siguientes condiciones

- Si $T \in \langle -t_{\alpha/2}, t_{\alpha/2} \rangle$, se acepta Ho y se rechaza H1

El contenido de asfalto ideal, determinado por la prueba Marshall, es de 6.2% tanto para la mezcla estándar como para la mezcla modificada con poliamidas al 0.5%, 1.5% y 2.5%, como se muestra en la Tabla 43, donde se tomaron tres muestras después de 50 Se dieron golpes a cada lado del pincho, en referencia al MTC.

Cuadro N° 44 Resultados de ensayo Marshal con el diseño óptimo. (cuadro comparativo)

Nº	CARACTERISTI CAS	CONVENCION ALMAC	0.5 % de POLIAMID AS MAC	1.5 % de POLIAMID AS MAC	2.5 % de POLIAMID AS MAC
1	Óptimo de C ^o A	6.2	6.2	6.2	6.2
2	Nº de Golpes por c/c	50	50	50	50
3	Densidad	2.35	2.28	2.22	2.20
4	Estabilidad	1054.6 6	1150.1 7	1023.4 8	1004.8 4
5	Flujo	9.18	9.97	8.71	8.70
6	Vacíos de aire	1.11	4.47	7.05	9.69
7	Vacíos del agregado mineral	22.61	24.83	26.89	27.67

Fuente: elaboración propia

Contrastación de hipótesis específicas.

a. 1er Hipótesis específica.

“Las poliamidas influyen en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente”

Si se compara con el caudal del diseño convencional (9.18), el caudal del diseño modificado con 0,5% poliamidas (9.97) es algo mayor que el caudal de la mezcla tradicional (9.18). Tanto el diseño convencional como el modificado cumplen con los requisitos de flujo establecidos en las normas MTC - EG 2013, que establecen que el mínimo es 8 y el máximo es 16.

Ho: Al incorporar las fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica modificada; no existe diferencia entre las dos medias de flujo, respecto a la mezcla patrón.

H1: Al incorporar las fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica modificada; existe diferencia entre las dos medias de flujo, respecto a la mezcla patrón.

Cuadro N° 46 Análisis de T Student para el Flujo de la MAC Convencional y la MAC Modificada con 0.5% de poliamidas.

FLUJO			
Nº Muestras	CONVENCIONAL - MAC	MODIFICADO AL 0.5%	CONTRASTE BILATERAL
1	8.53	9.78	Dos Colas Ho: $\mu_1 = \mu_2$ Ho: $\mu_1 \neq \mu_2$
2	10.29	10.6	
3	8.71	10.6	

Fuente: elaboración propia

Condición: Si $T \in \langle -t_{\alpha/2}, t_{\alpha/2} \rangle$, se acepta Ho y se rechaza H1

CARACTERISTICAS	MUESTRA CONVENCIONAL	0.5% DE POLIAMIDAS
TAMAÑO	n = 3	m = 3
MEDIA MUESTRAL	$\bar{X} = 9.17$	$\bar{Y} = 10.32$
	7	7
VARIANZA MUESTRAL	$S_x^2 = 0.93$	$S_y^2 = 0.224$
GRADOS DE LIBERTAD	8	
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	$n + m - 2 = 4$	
	95%: $\alpha = 0.05$	

Fórmula para calcular la probabilidad de la distribución T Student.

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(n-1)S_x^2 + (m-1)S_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}} =$$

T: -1.847

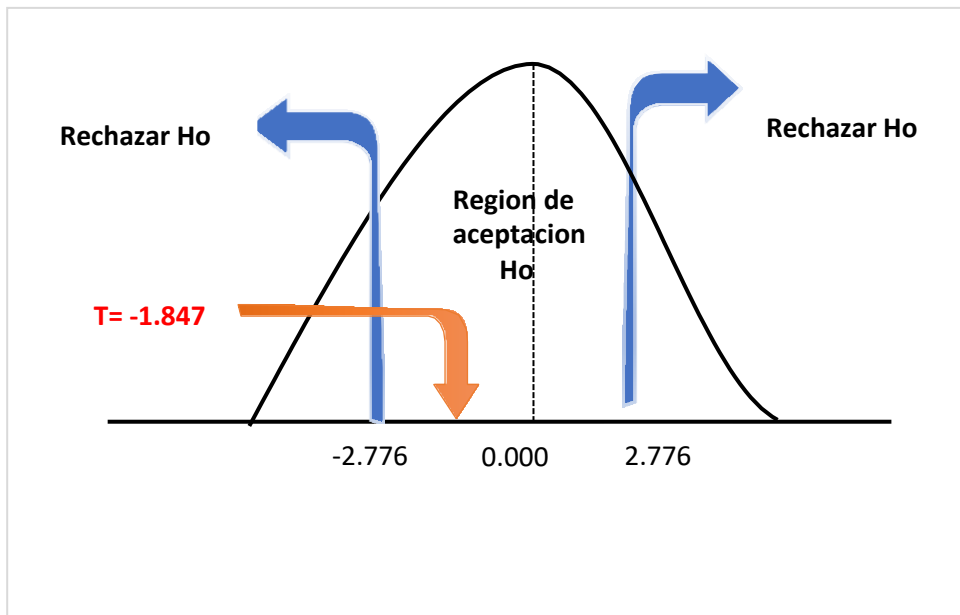
Cálculo para hallar la Región Crítica

$$t < -t_{\alpha/2} \text{ o } t > t_{\alpha/2} = t_{1-\alpha/2}$$

$\alpha = 0.05$, $\alpha/2 = 0.025$ $1 - \alpha/2 = 0.975$, según la tabla de distribución t nos muestra que para 4 grados de libertad se tiene $t_{1-\alpha/2} = -t_{\alpha/2} = 2.776$, donde la región de aceptación es R.A = $\langle -2.776, 2.776 \rangle$

Decisión y conclusión: como $T = -1.847 \in R.A = \langle -2.776, 2.776 \rangle$, no se rechaza Ho, por lo cual la diferencia no es significativa a un nivel del 5%

Figura N° 14 Contraste del valor T del flujo en la región de aceptación y rechazo.



Fuente: elaboración propia

b. 2da Hipótesis específica.

“Existe diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas”

Para poder contrastar la siguiente hipótesis específica se utiliza la prueba T Student para dos muestras independientes, la cual primero sería la mezcla patrón o convencional y lo segundo sería la mezcla modificada con fibras de poliamidas con los siguientes porcentajes 0.5%, 1.5% y 2.5%

El diseño tradicional nos proporciona una estabilidad de 1054.66 kg, mientras que la mezcla asfáltica cambiada con 0.5% de fibras de poliamida nos brinda una estabilidad de 1150.17 kg, indicando que es preferible la mezcla modificada con fibras de poliamida. Además, cumple con los lineamientos técnicos del MTC, que establecen que la estabilidad mínima para tránsito medio es de 534 kg, siempre y cuando se cumplan los requisitos tradicionales de estabilidad durante todo el proceso de diseño.

H₀: Al incorporar las fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica modificada; no existe diferencia entre las dos medias de estabilidad, respecto a la mezcla patrón.

H₁: Al incorporar las fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica modificada; existe diferencia entre las dos medias de estabilidad, respecto a la mezcla patrón.

Cuadro N° 45 Análisis de T Student para la estabilidad de la MAC Convencional y la MAC Modificada con 0.5% de poliamidas.

Estabilidad			
Nº Muestras	CONVENCIONAL - MAC	MODIFICADO AL 0.5%	CONTRASTE BILATERAL
1	1074	1133	Dos Colas Ho: $\mu_1 = \mu_2$ Ho: $\mu_1 \neq \mu_2$
2	1011	1185	
3	1079	1133	

Fuente: elaboración propia

Condición: Si $T \in \langle -ta/2, ta/2 \rangle$, se acepta Ho y se rechaza H1

CARACTERÍSTICAS	MUESTRA CONVENCIONAL	0.5% DE POLIAMIDAS
TAMAÑO	n = 3	m = 3
MEDIA MUESTRAL	$\bar{X} = 1054.66$	$\bar{Y} = 1150.33$
VARIANZA MUESTRAL	$S_x^2 = 1436.33$	$S_y^2 = 901.333$
GRADOS DE LIBERTAD	7	3
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	n + m - 2 = 4	
	95%: $\alpha = 0.05$	

Fórmula para calcular la probabilidad de la distribución T Student.

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(n-1)S_x^2 + (m-1)S_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}} =$$

T = -3.427

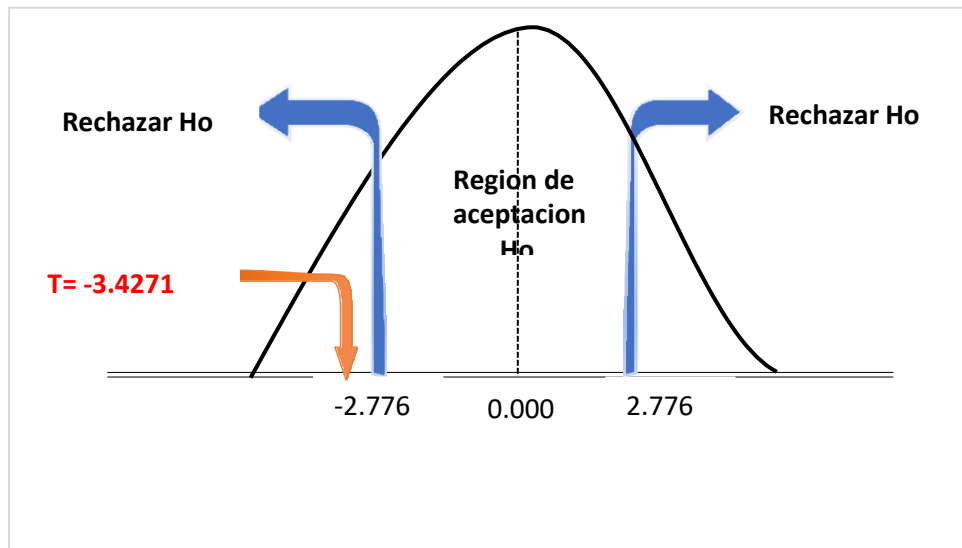
Cálculo para hallar la Región Crítica

$$t < -ta/2 \text{ o } t > ta/2 = t_{1-\alpha/2}$$

$\alpha = 0.05$, $\alpha/2 = 0.025$ $1 - \alpha/2 = 0.975$, según la tabla de distribución t nos muestra que para 4 grados de libertad se tiene $t_{1-\alpha/2} = -t_{\alpha/2} = 2.776$, donde la región de aceptación es R.A = $\langle -2.776, 2.776 \rangle$

Decisión y conclusión: como $T = -3.427 \notin R.A = \langle -2.776, 2.776 \rangle$, se rechaza H_0 , es decir la diferencia es significativa a un nivel del 5%

Figura N° 13 Contraste del valor T en la estabilidad en la región de aceptación y rechazo.



Fuente: elaboración propia

c. 3ra Hipótesis específica.

“Existe diferencia en el comportamiento de la mezcla en función de las propiedades de los ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas”

La resistencia a la compresión diametral del diseño estándar es de 0,789 Mpa, mientras que la de la mezcla asfáltica modificada con 0,5% de poliamidas es de 1,208 Mpa.

H₀: Al incorporar las fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica modificada; no existe diferencia entre las dos medias de la resistencia a la compresión diametral, respecto a la mezcla patrón.

H₁: Al incorporar las fibras de poliamidas a la mezcla asfáltica modificada; existe diferencia entre las dos medias de la resistencia a la compresión diametral, respecto a la mezcla patrón.

Cuadro N° 47 Análisis de T Student para la resistencia a la compresión diametral de la MAC Convencional y la MAC Modificada con 0.5% de poliamidas.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL			
Nº Muestras	CONVENCIONAL - MAC	MODIFICADO AL 0.5%	CONTRASTE BILATERAL
1	0.785	1.232	Dos Colas Ho: $\mu_1 = \mu_2$ Ho: $\mu_1 \neq \mu_2$
2	0.782	1.169	
3	0.801	1.224	

Fuente: elaboración propia

Condición: Si $T \in \langle -ta/2, ta/2 \rangle$, se acepta Ho y se rechaza H1

CARACTERISTICAS	MUESTRA CONVENCIONAL	0.5% DE POLIAMIDAS
TAMAÑO	n = 3	m = 3
MEDIA MUESTRAL	$\bar{X} = 0.789$	$\bar{Y} = 1.208$
VARIANZA MUESTRAL	$S_x^2 = 0.0001$	$S_y^2 = 0.001$
GRADOS DE LIBERTAD	n + m - 2 = 4	
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	95%: $\alpha = 0.05$	

Fórmula para calcular la probabilidad de la distribución T Student.

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(n-1)S_x^2 + (m-1)S_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}$$

T: -20.279

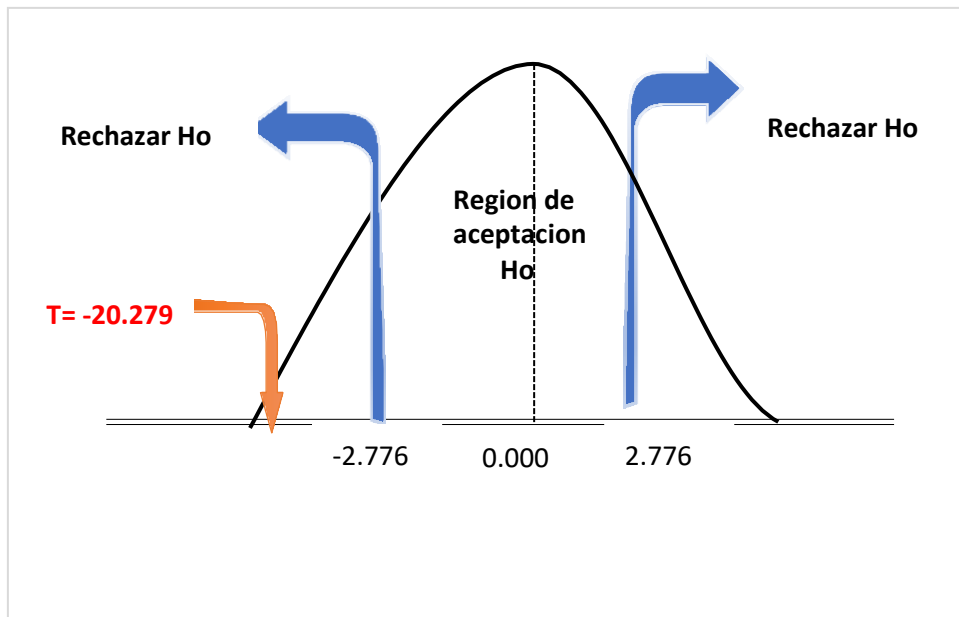
Cálculo para hallar la Región Crítica

$$t < -ta/2 \text{ o } t > ta/2 = t_{1-\alpha/2}$$

$\alpha = 0.05$, $\alpha/2 = 0.025$ $1 - \alpha/2 = 0.975$, según la tabla de distribución t nos muestra que para 4 grados de libertad se tiene $t_{1-\alpha/2} = -t_{\alpha/2} = 2.776$, donde la región de aceptación es R.A = $\langle -2.776, 2.776 \rangle$

Decisión y conclusión: como $T = -20.279 \notin R.A = \langle -2.776, 2.776 \rangle$, se rechaza Ho, es decir la diferencia es significativa a un nivel del 5%

Figura N° 15 Contraste del valor T de la compresión diametral en la región de aceptación y rechazo.



Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron indican que hay un incremento de estabilidad, pero un pequeño aumento de vacíos en el agregado mineral con la mezcla asfáltica con el 0.5% de poliamidas al 6.2% de asfalto.

La investigación de (ADAUTO, 2019) guarda relación con respecto a la mejora se halló un porcentaje óptimo en la adición de ceniza de 0.5% para un contenido óptimo de ligante asfáltico de 6.0%. la cual es la más favorable, donde su estabilidad es 1241 kg, utilizando asfalto de tipo 60-70, para esta investigación se obtuvo buenos resultados con respecto al 0.5% de poliamidas al 6.2% de asfalto, que vendría a ser el porcentaje óptimo, la cual la estabilidad es 1150.17 kg. Debemos tener en cuenta que la estabilidad para ambas investigaciones está en el rango permisible por el MTC donde el mínimo es 534 kg.

La investigación de (VALDIVIA, 2017) guarda relación respecto a la mejora de la mezcla asfáltica, el flujo a un 6% de asfalto el flujo es de 5.3 – 0.01", para esta investigación a un 0.5% de poliamidas y a 6.2% de asfalto nos da un flujo 9.97 – 0.01", debemos tener en cuenta que el flujo permisible dado por el MTC es de 8 – 16, dando como respuesta que el flujo o deformación de esta investigación está en el rango establecido por el MTC.

Sin embargo, con respecto a los huecos, el artículo 423 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) establece que los porcentajes de huecos de aire para pavimentos asfálticos calientes deben estar entre el 3% y el 5%. El 4,47 por ciento que se consigue con una concentración de poliamidas del 0,5% es legal. Para evitar fallas, es importante tener una proporción específica de huecos lo suficientemente grandes como para permitir una compactación adicional bajo la presión del tráfico.

Así mismo según la investigación de (GRANADOS, 2017) guarda relación respecto a la mejora de la mezcla asfáltica, la compresión diametral a un 0.5% de caucho es de 1.21 Mpa, para esta investigación a un 0.5% de poliamidas y a 6.2% de asfalto nos da una compresión diametral de 1.208, debemos tener en cuenta que la compresión diametral permisible es de 1.2 Mpa.

VI. CONCLUSIONES

Se encontró que el porcentaje de asfalto ideal de 6.2% permite obtener el mejor comportamiento mecánico de la mezcla para la mezcla asfáltica tradicional en caliente o diseño estándar, de acuerdo con las especificaciones permisibles suministradas por el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). En su Manual de Carreteras EG-2016 se midieron Estabilidad (1054,66 kg), Caudal (9,18 - 0,01"), Densidad (2.350 gr/cm³) y VA (1,11%).

El estudio implicó el uso de 0,5% de poliamidas para modificar una mezcla asfáltica en caliente. Mediante experimentación se determinó que un contenido de asfalto del 6,2% daba como resultado el comportamiento mecánico óptimo de la mezcla. Este contenido de asfalto cumplió con los parámetros permisibles establecidos en el Manual de Carreteras EG-2016, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Los resultados del estudio indicaron una estabilidad de 1150,17 kg, un valor de flujo de 9,97 – 0,01 pulgadas, una densidad de 2,283 gramos por centímetro cúbico y un valor de huecos en el agregado mineral (VA) de 4,47%.

La diferencia en cuanto al comportamiento mecánico en función a los parámetros Marshall de la mezcla modificada con poliamidas mediante el ensayo Marshall con respecto al diseño patrón.

- La modificación de una mezcla asfáltica con redes de poliamidas o nailon aumenta su estabilidad en un 8.30 por ciento respecto al diseño base.
- El incremento del 7,92% en el CAUDAL de la mezcla asfáltica modificada con poliamidas o redes de nailon no es significativamente superior al CAUDAL del diseño convencional.

Comparada con la mezcla convencional, la mezcla asfáltica cambiada con poliamidas mediante el ensayo Marshall presentó los siguientes cambios de comportamiento con base en los parámetros de las pruebas de caracterización y desempeño.

- La RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL de la mezcla asfáltica modificada con poliamidas o redes de nylon es significativa con respecto al diseño patrón en 35%.

VII. RECOMENDACIONES

Es útil investigar o ser consciente del efecto que se puede producir al emplear poliamidas más pequeñas que las utilizadas en este estudio mientras se unen redes de nailon o poliamida para mejorar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica caliente utilizando el diseño Marshall.

No se recomiendan adiciones de poliamida superiores al 0,5%, ya que podrían provocar que la mezcla asfáltica se debilite excesivamente, provocando fallos de estabilidad indeseables en la capa asfáltica.

Con respecto al flujo se recomienda que se adicione porcentajes inferiores al 0.5% de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente para poder encontrar un equilibrio óptimo de estabilidad – flujo., ya que sabemos muy bien que el flujo se relaciona directamente con la estabilidad.

Las características importantes del MAC incluyen huecos de aire, huecos en el agregado mineral y espacios llenos de asfalto; la densidad de la mezcla compacta o suelta está determinada por la interacción entre estas tres variables. Si existe un punto máximo de huecos donde podría ocurrir una variación beneficiosa, se recomienda continuar el experimento con un mayor número de muestras para las variadas composiciones de asfalto con poliamidas.

También se recomienda a seguir con esta investigación, con porcentajes de asfalto a 6%, 6.5%, 7% y 7.5%, así también con la adición de poliamidas se recomienda experimentar con porcentajes inferiores a 0.5%, en otras palabras, a más contenido de asfalto y inferior porcentaje de poliamidas, se logrará unos resultados favorable.


REFERENCIAS

- ADAUTO, Rosario. 2019.** *Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz.* Universidad Ricardo Palma, Lima : 2019.
- ALVAREZ, Luis y CARRERA, Ever. 2017.** *Influencia de la Incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de Mezcla Asfáltica.* Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo : 2017.
- AMAYA, Juan. 2019.** LA REPUBLICA. [En línea] 1 de Diciembre de 2019. [Citado el: viernes de Octubre de 2020.] <https://www.larepublica.co/economia/colombia-tiene-un-promedio-de-94-de-todas-sus-vias-terciarias-en-mal-estado-2939581>.
- AVILA, Hector. 2006.** *Introducción a la Metodología de la Investigación.* CUAUHTEMOC, CHIHUAHUA, MEXICO. : s.n., 2006. ISBN.
- BARRERA, Jhosser, CUBIDES, Gonzalo y RODRIGUEZ, Carlos. 2017.** *Comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tipo mdc-19 adicionada con fibras de terlenka y una mezcla asfáltica convencional. variable:grano.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C : 2017.
- BAUTISTA, Monica. 2012.** *Características del asfalto en el comportamiento de mezclas asfálticas MDC-2 del INVIAS.* Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá : s.n., 2012.
- BEJAR, Daniel. 2008.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : Ediciones SHALOM, 2008. ISBN 978-959-212-783-7 .
- BERMUDEZ, Marta. 1998.** *Estudio Estructural de Nylons N, 2/N Y N, N+2.* Universidad politécnica de Catalunya, Barcelona : 1998.
- BROMLEY, Juan. 2005.** *Las Viejas Calles de Lima.* Lima : Tare Asociación Gráfica Educativa, 2005.
- CALDERON, Alei y CALDERON, Christian. 2020.** *Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas comunes en caliente mediante la incorporación de organosilanos.* Universidad Central del Ecuador, Quito : 2020.
- FRANCO, Eduardo. 2014.** *Diseño de Mezclas Asfálticas.* 2014. pág. 7.
- GONZÁLES, María y LUQUILLAS, Karla. 2019.** *Evaluación del Comportamiento mecánico de la Mezcla Asfáltica en caliente mejorada con fibra acrílica respecto a la Mezcla Asfáltica Convencional.* Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú : 2019.

- GRANADOS, Jose. 2017.** *Comportamiento mecanico de la Mezcla asfaltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por via seca respecto a la mezcla asfaltica convencional.* Universidad Ricardo Palma, Lima : 2017.
- HERNADEZ, Roberto. 2014.** *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- JURADO, Eddy y PALACIOS, Jeanpierre. 2018.** *Evaluacion de las propiedades mecanicas de las carpetas asfalticas utilizando tratamiento rejuvenecedor, aplicado para la via princesa Toa-Conocoto en la Ciudad de Quito.* Pontificia Universidad Catolica del Ecuador, Quito : 2018.
- MEZA, Auriola. 2019.** *Uso de la fibra de cabuya para el analisis del comportamiento mecanico de una mezcla asfaltica en caliente - 2019.* Universidad de Huanuco, Huanuco : 2019.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016.** *Manual de ensayos y materiales.* Lima : s.n., 2016.
- MONTEJO, Alfonso. 2002.** *Ingenieria de Pavimentos para Carreteras.* Bogotá : Agora Editores, 2002.
- Redaccion EC. 2018.** EL COMERCIO. [En línea] 12 de Mayo de 2018. [Citado el: 16 de Octubre de 2020.] <https://elcomercio.pe/lima/obras/by-pass-28-julio-grietas-hundimientos-dos-anos-noticia-519484-noticia/?ref=ecr>.
- ROBLES, Agustin. 2018.** *Comportamiento de la mezcla asfaltica agregando caucho reciclado en pavimentos flexibles, Ate, Lima-Perú, 2018.* Universidad Cesar Vallejo, Ate-Lima : 2018.
- VALDIVIA, Vitmer. 2017.** *Analisis del comportamiento mecanico de mezclas asfalticas en caliente incorporando polimeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57 - Comas, Lima 2017.* Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2017.
- VELASCO, Juan y CAMARGO, Jesus. 2019.** *Mejoramiento de mezclas asfálticas porosas a través de la incorporación de fibras de nylon y polipropileno.* Universidad Catolica de Colombia, Bogota D.C : 2019.
- VIDAL, Julian. 2006.** *Comportamiento dinamico en mezclas asfaltica.* [Revista] s.l. : Revista Universitaria EAFIT, 2006.
- ZUÑIGA, Rosa. 2015.** *Mezcla asfaltica en caliente.* s.l. : Laboratorio Nacional de Vialidad, 2015. pág. 67.

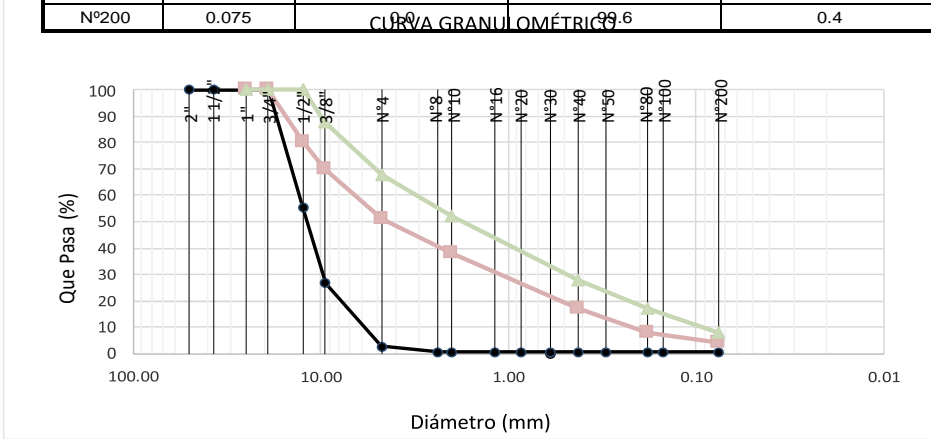
ANEXOS

Anexo 1. Análisis Granulométrico del agregado grueso

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 mail: servicios@lemswyceirl.co
Solicitante	:CUMPA URCIA LUIS	
JESUS		
Proyecto	:Tesis "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA ENCALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"	
Ubicación	:Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.	
Fecha de apertura	:03 de mayo del 2021.	
ENSAYO	:AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.	
NORMA	:N.T.P. 400.012	
Muestra	: Agregado Grueso	

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	44.4	44.4	55.6
3/8"	9.500	28.9	73.3	26.7
Nº 4	4.750	24.0	97.3	2.7
Nº 8	2.360	2.3	99.5	0.5
Nº 10	2.000	0.0	99.6	0.4
Nº 16	1.180	0.0	99.6	0.4
Nº 20	0.850	0.0	99.6	0.4
Nº 30	0.600	0.0	99.6	0.4
Nº 40	0.425	0.0	99.6	0.4
Nº 50	0.300	0.0	99.6	0.4
Nº 80	0.180	0.0	99.6	0.4
Nº100	0.150	0.0	99.6	0.4
Nº200	0.075	0.0	99.6	0.4

CURVA GRANULOMÉTRICA


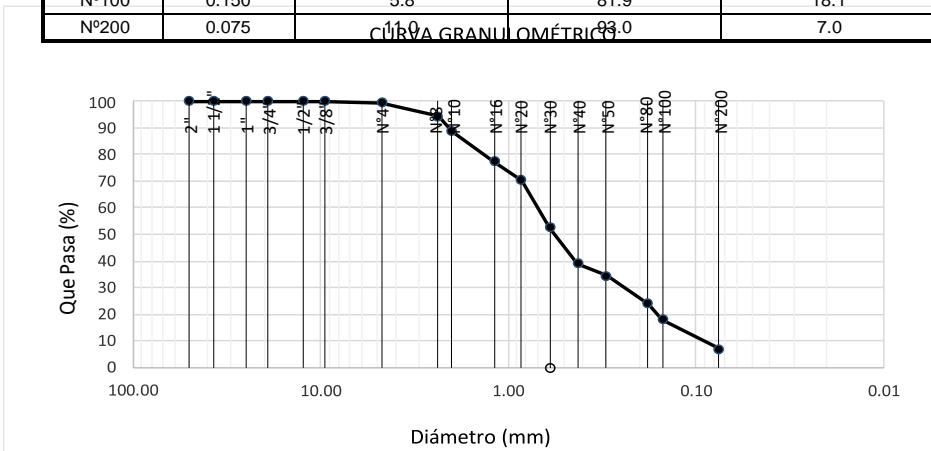


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 2. Análisis Granulométrico del agregado fino

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 mail: servicios@lemswyceirl.co																																																																																												
Solicitante	:CUMPA URCIA LUIS																																																																																													
JESUS																																																																																														
Proyecto	:Tesis "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA ENCALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																																																																																													
Ubicación	:Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																																																																																													
Fecha de apertura	:03 de mayo del 2021.																																																																																													
ENSAYO	:AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.																																																																																													
NORMA	:N.T.P. 400.012																																																																																													
Muestra	: Agregado Fino																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Malla</th> <th rowspan="2">% Retenido</th> <th rowspan="2">% Retenido Acumulado</th> <th rowspan="2">% Que Pasa Acumulado</th> </tr> <tr> <th>Pulg.</th> <th>(mm.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2"</td><td>50.000</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.500</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.000</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.000</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.500</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.500</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4.750</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>99.5</td></tr> <tr><td>Nº 8</td><td>2.360</td><td>5.1</td><td>5.6</td><td>94.4</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.000</td><td>5.5</td><td>11.1</td><td>88.9</td></tr> <tr><td>Nº 16</td><td>1.180</td><td>11.5</td><td>22.7</td><td>77.3</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.850</td><td>6.9</td><td>29.6</td><td>70.4</td></tr> <tr><td>Nº 30</td><td>0.600</td><td>17.8</td><td>47.4</td><td>52.6</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.425</td><td>13.4</td><td>60.9</td><td>39.1</td></tr> <tr><td>Nº 50</td><td>0.300</td><td>4.8</td><td>65.6</td><td>34.4</td></tr> <tr><td>Nº 80</td><td>0.180</td><td>10.5</td><td>76.2</td><td>23.8</td></tr> <tr><td>Nº100</td><td>0.150</td><td>5.8</td><td>81.9</td><td>18.1</td></tr> <tr><td>Nº200</td><td>0.075</td><td>11.0</td><td>92.9</td><td>7.0</td></tr> </tbody> </table>			Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	Pulg.	(mm.)	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0	3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	Nº 4	4.750	0.5	0.5	99.5	Nº 8	2.360	5.1	5.6	94.4	Nº 10	2.000	5.5	11.1	88.9	Nº 16	1.180	11.5	22.7	77.3	Nº 20	0.850	6.9	29.6	70.4	Nº 30	0.600	17.8	47.4	52.6	Nº 40	0.425	13.4	60.9	39.1	Nº 50	0.300	4.8	65.6	34.4	Nº 80	0.180	10.5	76.2	23.8	Nº100	0.150	5.8	81.9	18.1	Nº200	0.075	11.0	92.9	7.0
Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado																																																																																										
Pulg.	(mm.)																																																																																													
2"	50.000	0.0	0.0	100.0																																																																																										
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0																																																																																										
1"	25.000	0.0	0.0	100.0																																																																																										
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0																																																																																										
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0																																																																																										
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0																																																																																										
Nº 4	4.750	0.5	0.5	99.5																																																																																										
Nº 8	2.360	5.1	5.6	94.4																																																																																										
Nº 10	2.000	5.5	11.1	88.9																																																																																										
Nº 16	1.180	11.5	22.7	77.3																																																																																										
Nº 20	0.850	6.9	29.6	70.4																																																																																										
Nº 30	0.600	17.8	47.4	52.6																																																																																										
Nº 40	0.425	13.4	60.9	39.1																																																																																										
Nº 50	0.300	4.8	65.6	34.4																																																																																										
Nº 80	0.180	10.5	76.2	23.8																																																																																										
Nº100	0.150	5.8	81.9	18.1																																																																																										
Nº200	0.075	11.0	92.9	7.0																																																																																										
																																																																																														
Observaciones:																																																																																														
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.																																																																																														

Anexo 3. Combinado Teórico.



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km.
3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante :CUMPA URCIA LUIS
JESUS

Proyecto :Tesis "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA,CERCADO DE LIMA 2020"

Ubicación :Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura :03 de mayo del 2021.

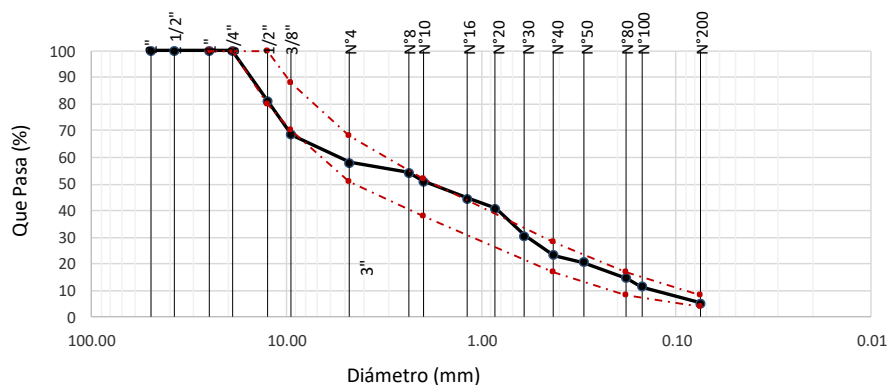
ENSAYO :AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA :N.T.P. 400.012

Muestra : Combinado Agregado Grueso 43% + Agregado Fino 56%

Malla		43	56	1	100	GRADACIÓN MAC - 2
Pulg.	(mm.)	% Que Pasa				
		gregado Grues	Agregado Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100
1/2"	12.500	55.6	100.0	100.0	80.9	80 - 100
3/8"	9.500	26.7	100.0	100.0	68.5	70 - 88
Nº 4	4.750	2.7	99.5	100.0	57.9	51 - 68
Nº 8	2.360	0.5	94.4	100.0	54.0	
Nº 10	2.000	0.4	88.9	100.0	51.0	38 - 52
Nº 16	1.180	0.4	77.3	100.0	44.5	
Nº 20	0.850	0.4	70.4	100.0	40.6	
Nº 30	0.600	0.4	52.6	100.0	30.6	
Nº 40	0.425	0.4	39.1	100.0	23.1	17 - 28
Nº 50	0.300	0.4	34.4	100.0	20.4	
Nº 80	0.180	0.4	23.8	100.0	14.5	8 - 17
Nº100	0.150	0.4	18.1	100.0	11.3	
Nº200	0.075	0.4	7.0	100.0	5.1	4 - 8

CURVA GRANULOMÉTRICO




Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 4. Ensayos de Laboratorio 4.5% de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com																											
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																												
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																												
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																												
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																												
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																												
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																												
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																													
ASTM D6927-15 / MTC E 504																													
RCENTAJES DE DISE <table border="1"> <tr><td>Piedra</td><td>43.0%</td></tr> <tr><td>Arena</td><td>56.0%</td></tr> <tr><td>Poliamidas</td><td>0.00%</td></tr> <tr><td>Filler</td><td>1.0%</td></tr> <tr><td>Σ Suma</td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>C.A. (PEN)</td><td>60 -70</td></tr> </table>		Piedra	43.0%	Arena	56.0%	Poliamidas	0.00%	Filler	1.0%	Σ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60 -70	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>196</td><td>1047.61</td><td>362</td></tr> <tr><td>215</td><td>1148.13</td><td>206</td></tr> <tr><td>196</td><td>1047.61</td><td>288</td></tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	196	1047.61	362	215	1148.13	206	196	1047.61	288
Piedra	43.0%																												
Arena	56.0%																												
Poliamidas	0.00%																												
Filler	1.0%																												
Σ Suma	100.0%																												
C.A. (PEN)	60 -70																												
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																											
196	1047.61	362																											
215	1148.13	206																											
196	1047.61	288																											
Número de Probetas	Nº	1	2	3	4	Promedio																							
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50																									
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	41.07	41.07	41.07																									
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	53.48	53.48	53.48																									
4 % de Poliamidas en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																									
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.96	0.96	0.96																									
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																									
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818																									
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821																									
9 Peso Especifico Poliamidas-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000																									
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341																									
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																												
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.4	1172.0	1203.6																									
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1175.8	1207.2																									
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	669.0	640.0	668.0																									
15 Volumen de la briqueta por desplaza (15-16)	c.c.	533.0	535.8	539.2		536.0																							
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.250	2.187	2.232		2.223																							
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.460	2.460	2.460																									
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+)$	gr/cc.	2.607	2.607	2.607																									
19 % de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	8.5	11.1	9.3		9.6																							
20 Peso Especifico Bulk del Agregado $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+)$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848																									
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Miner $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	24.5	26.7	25.2		25.5																							
22 % vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	65.3	58.4	63.2		62.3																							
23 Peso Especifico Efectivo del Agrega $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.636	2.636	2.636																									
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado $(100*7)*((25-22)/(25*22)$	%	-2.88	-2.88	-2.88																									
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	7.38	7.38	7.38																									
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	9.19	5.23	7.32		7.25																							
27 Estabilidad sin corregir		1048	1148	1048																									
28 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.93																									
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1006	1102	974		1027																							
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2778	5351	3383		3601																							
31 Número de Golpes por Capa		50	50	50																									

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 5. Ensayos de Laboratorio (RICE) 4.5 % de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

 <p>LEMS W&C EIRL RNP Servicios S0608589</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com																														
<p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p>																															
<p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p>																															
<p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p>																															
<p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>																															
<p>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>																															
<p>Componentes:</p> <p>Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adherencia 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)</p>																															
<p>Rice= 4.50</p>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 65%;">Identificación muestra</th> <th style="width: 10%;">Und</th> <th style="width: 20%;">01</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>Peso del material</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">1190.9</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>Peso agua + frasco</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">2880.9</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>Peso agua + frasco + material</td> <td>gr.</td> <td>4071.8</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>Peso agua + frasco + material (ensayo)</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">3587.7</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>Volumen</td> <td>gr.</td> <td>484.1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</td> <td>gr./cm³</td> <td>2.460</td> </tr> </tbody> </table>					Identificación muestra	Und	01	1.-	Peso del material	gr.	1190.9	2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9	3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4071.8	4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3587.7	5.-	Volumen	gr.	484.1	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.460
	Identificación muestra	Und	01																												
1.-	Peso del material	gr.	1190.9																												
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9																												
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4071.8																												
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3587.7																												
5.-	Volumen	gr.	484.1																												
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.460																												

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 6. Ensayos de Laboratorio 5.0% de asfalto AL 0.5% de poliamidas.



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS
Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021
ENSAYO : ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
NORMA : ASTM D6927-15 / MTC E 504

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504


PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Arena Chancada	56.0%
Arena Zarandeada	0.0%
Filler	1.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60 -70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
210	1121.68	312
209	1116.39	293
206	1100.52	332

	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.85	40.85	40.85		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	53.20	53.20	53.20		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.95	0.95	0.95		
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818		
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821		
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341		
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1204.5	1196.6	1200.3		
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1209.8	1199.6	1203.7		
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	669.0	669.0	668.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	540.8	530.6	535.7		535.7
16	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.227	2.255	2.241		2.241
17	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.443	2.443	2.443		
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.613	2.613	2.613		
19	% de Vacios	%	8.8	7.7	8.3		8.3
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.848	2.848	2.848		
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	25.7	24.8	25.3		25.3
22	% vacios llenados con C.A.	%	65.6	68.9	67.1		67.2
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.638	2.638	2.638		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	-2.85	-2.85	-2.85		
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	7.85	7.85	7.85		
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	7.92	7.44	8.43		7.93
27	Estabilidad sin corregir		1122	1116	1101		
28	Factor de Estabilidad		0.93	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1043	1072	1057		1057
30	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3343	3658	3182		3385
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 7. Ensayos de Laboratorio (RICE) 5.0 % de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

 <p>RNP Servicios S0608589</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com																												
<p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p>Componentes: Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)</p> <p>Rice= 5.00 ▼</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 60%;">Identificación muestra</th> <th style="width: 15%;">Und</th> <th style="width: 15%;">01</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>Peso del material</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">1195.1</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>Peso agua + frasco</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">2880.9</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>Peso agua + frasco + material</td> <td>gr.</td> <td>4076.0</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>Peso agua + frasco + material (ensayo)</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">3586.9</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>Volumen</td> <td>gr.</td> <td>489.1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</td> <td>gr./cm³</td> <td>2.443</td> </tr> </tbody> </table>			Identificación muestra	Und	01	1.-	Peso del material	gr.	1195.1	2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9	3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4076.0	4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3586.9	5.-	Volumen	gr.	489.1	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.443
	Identificación muestra	Und	01																										
1.-	Peso del material	gr.	1195.1																										
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9																										
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4076.0																										
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3586.9																										
5.-	Volumen	gr.	489.1																										
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.443																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 8. Ensayos de Laboratorio 5.5% de asfalto AL 0.5% de poliamidas.



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycarl.com

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS
Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021
ENSAYO : ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
NORMA : ASTM D6927-15 / MTC E 504

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Arena Chancada	56.0%
Arena Zarandeada	0.0%
Filler	1.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60 -70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
209	1116.39	354
209	1116.39	338
208	1111.10	312

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.64	40.64	40.64	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.92	52.92	52.92	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818	
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821	
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000	
10	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341	
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1205.2	1194.5	1193.0	
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1211.3	1196.9	1196.2	
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	670.0	680.0	661.0	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	541.3	516.9	535.2	531.1
16	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.226	2.311	2.229	2.255
17	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.433	2.433	2.433	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 / ((1/7 + 2/8 + 3/9 + 4/10 + 5/11 + 6/12))$	gr/cc.	2.592	2.592	2.592	
19	% de Vacios $100 * ((19-18)/19)$	%	8.5	5.0	8.4	7.3
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848	
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 - (2+3+4+5+6) * 18/22$	%	26.1	23.3	26.0	25.2
22	% vacios llenados con C.A. $100 * ((23-21)/23)$	%	67.4	78.4	67.7	71.2
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.648	2.648	2.648	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 * 7) * ((25-22) / (25 * 22))$	%	-2.71	-2.71	-2.71	
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.21	8.21	8.21	
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	8.99	8.59	7.92	8.50
27	Estabilidad sin corregir		1116	1116	1111	
28	Factor de Estabilidad		0.93	1.00	0.96	
29	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1038	1116	1067	1074
30	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2933	3303	3419	3208
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 9. Ensayos de Laboratorio (RICE) 5.5 % de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS

Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021

ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)


Aditivo Mejorador de Adher **0.5 %** (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)

Rice= **5.50**

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1203.1
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4084.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3589.6
5.-	Volumen	gr.	494.4
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.433


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 10. Ensayos de Laboratorio 6.0% de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel - Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycerl.com																													
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																														
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																														
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																														
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																														
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																														
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																														
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piedra Chancada</td> <td>43.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada</td> <td>56.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>Filler</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>Suma</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>C.A. (PEN)</td> <td>60-70</td> </tr> </tbody> </table>		PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada	43.0%	Arena Chancada	56.0%	Arena Zarandeada	0.0%	Filler	1.0%	Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60-70	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>192</td> <td>1026.44</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>1015.86</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>199</td> <td>1063.49</td> <td>355</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	192	1026.44	340	190	1015.86	330	199	1063.49	355
PORCENTAJES DE DISEÑO																															
Piedra Chancada	43.0%																														
Arena Chancada	56.0%																														
Arena Zarandeada	0.0%																														
Filler	1.0%																														
Suma	100.0%																														
C.A. (PEN)	60-70																														
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																													
192	1026.44	340																													
190	1015.86	330																													
199	1063.49	355																													
Número de Probetas		Nº	1	2	3	4	Promedio																								
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00																										
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.42	40.42	40.42																										
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.64	52.64	52.64																										
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																										
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.94	0.94	0.94																										
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																										
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818																										
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821																										
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000																										
10	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341																										
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.																													
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1204.2	1202.2	1190.1																										
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1205.7	1203.5	1192.8																										
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	678.0	679.0	667.0																										
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	527.7	524.5	525.8		526.0																								
16	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.282	2.292	2.263		2.279																								
17	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.394	2.394	2.394																										
18	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 / ((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.571	2.571	2.571																										
19	% de Vacios $100 * ((19-18)/19)$	%	4.7	4.3	5.5		4.8																								
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848																										
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 - (2+3+4+5+6) * 18/22$	%	24.7	24.4	25.3		24.8																								
22	% vacios llenados con C.A. $100 * ((23-21)/23)$	%	81.0	82.5	78.4		80.7																								
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.620	2.620	2.620																										
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 * 7) * ((25-22)/(25 * 22))$	%	-3.11	-3.11	-3.11																										
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	9.11	9.11	9.11																										
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	8.64	8.38	9.02		8.68																								
27	Estabilidad sin corregir		1026	1016	1063																										
28	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96																										
29	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	985	975	1021		994																								
30	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2898	2955	2876		2909																								
	Número de Golpes por Capa		50	50	50																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C


Anexo 11. Ensayos de Laboratorio (RICE) 6.0 % de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

 <p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>cha de apert : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p>Componentes: Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)</p> <p>Rice= 6.00</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycuir.com
---	--

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1201.8
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4082.7
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3580.7
5.-	Volumen	gr.	502.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.394


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 12. Ensayos de Laboratorio 6.2% de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com																
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																	
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																	
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																	
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																	
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																	
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																	
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																		
ASTM D6927-15 / MTC E 504																		
PORCENTAJES DE DISEÑO		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>221</td> <td>1179.87</td> <td>385</td> </tr> <tr> <td>222</td> <td>1185.16</td> <td>396</td> </tr> <tr> <td>221</td> <td>1179.87</td> <td>396</td> </tr> </tbody> </table>					Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	221	1179.87	385	222	1185.16	396	221	1179.87	396
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																
221	1179.87	385																
222	1185.16	396																
221	1179.87	396																
Piedra Chancada	43.0%																	
Arena Chancada	56.0%																	
Arena Zarandeada	0.0%																	
Filler	1.0%																	
Σ Suma	100.0%																	
C.A. (PEN)	60 -70																	
Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio												
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.20	6.20	6.20														
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	40.33	40.33	40.33														
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	52.53	52.53	52.53														
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00														
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	0.94	0.94	0.94														
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	1.018	1.018	1.018														
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bullk	2.818	2.818	2.818														
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bullk	2.821	2.821	2.821														
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bullk	0.000	0.000	0.000														
10	Peso Especifico del filler-Aparente	2.341	2.341	2.341														
11	Altura Promedio de la Probeta																	
12	Peso de la briqueta en el Aire	1204.7	1202.2	1190.1														
13	Peso de la briqueta Saturada	1208.7	1203.5	1192.8														
14	Peso de la briqueta en el Agua	676.0	685.0	668.0														
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	532.7	518.5	524.8	525.3												
16	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.261	2.319	2.268	2.283												
17	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.389	2.389	2.389													
18	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.563	2.563	2.563													
19	% de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	5.4	3.0	5.1	4.5												
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848													
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	25.5	23.6	25.3	24.8												
22	% vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	79.0	87.5	79.9	82.1												
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.623	2.623	2.623													
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	%	-3.07	-3.07	-3.07													
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	9.27	9.27	9.27													
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	9.78	10.06	10.06	9.97												
27	Estabilidad sin corregir		1180	1185	1180													
28	Factor de Estabilidad		0.96	1.00	0.96													
29	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1133	1185	1133	1150												
30	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2942	2993	2860	2932												
	Número de Golpes por Capa		50	50	50													

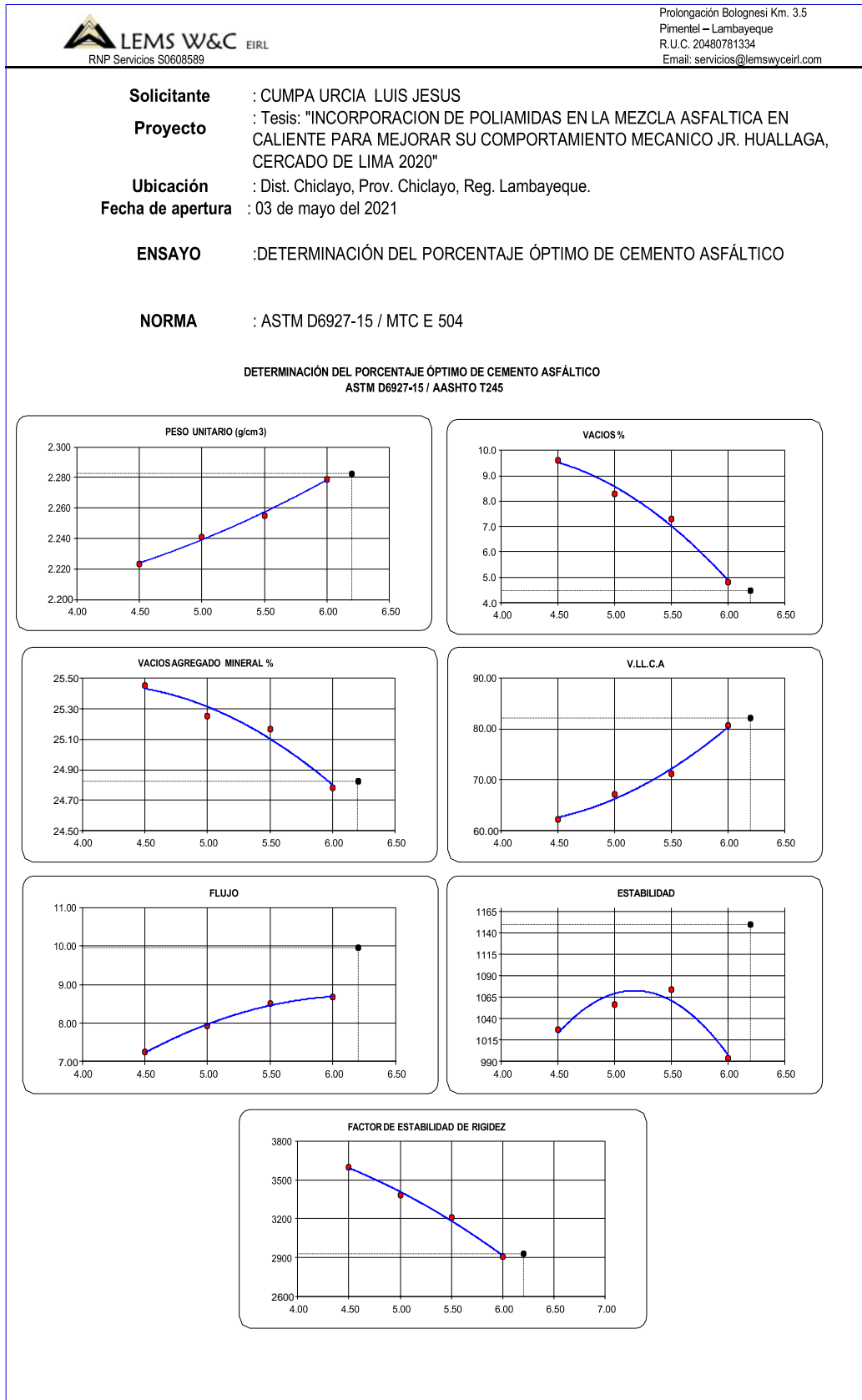
Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 13. Ensayos de Laboratorio (RICE) 6.2 % de asfalto AL 0.5% de poliamidas.

 <p>LEMS W&C EIRL RNP Servicios S0608589</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycir.com																												
<p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p>Componentes: Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)</p> <p>Rice= 6.20</p>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 70%;">Identificación muestra</th> <th style="width: 10%;">Und</th> <th style="width: 10%;">01</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.-</td> <td>Peso del material</td> <td style="text-align: center;">gr.</td> <td style="text-align: center; color: red;">1210.7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.-</td> <td>Peso agua + frasco</td> <td style="text-align: center;">gr.</td> <td style="text-align: center; color: red;">2880.1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.-</td> <td>Peso agua + frasco + material</td> <td style="text-align: center;">gr.</td> <td style="text-align: center;">4090.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.-</td> <td>Peso agua + frasco + material (ensayo)</td> <td style="text-align: center;">gr.</td> <td style="text-align: center; color: red;">3584.1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.-</td> <td>Volumen</td> <td style="text-align: center;">gr.</td> <td style="text-align: center;">506.7</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</td> <td style="text-align: center;">gr./cm³</td> <td style="text-align: center;">2.389</td> </tr> </tbody> </table>			Identificación muestra	Und	01	1.-	Peso del material	gr.	1210.7	2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.1	3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4090.8	4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3584.1	5.-	Volumen	gr.	506.7	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.389
	Identificación muestra	Und	01																										
1.-	Peso del material	gr.	1210.7																										
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.1																										
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4090.8																										
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3584.1																										
5.-	Volumen	gr.	506.7																										
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.389																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 14. Gráficos de los Ensayos de Laboratorio 6.2 % de asfalto AL 0.5% de poliamidas.



Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 16. Ensayos de Laboratorio (RICE) 4.5 % de asfalto AL 1.5% de poliamidas.



LEMS W&C EIRL
RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS

Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021

ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)


Aditivo Mejorador de Adhere **0.5 %** (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 4.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1187.9
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4068.8
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3580.1
5.-	Volumen	gr.	488.7
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.431


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 17. Ensayos de Laboratorio 5.0% de asfalto AL 1.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycerl.com															
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504																	
PORCENTAJES DE DISEÑO																	
Piedra Chancada	43.0%																
Arena Chancada	56.0%																
Arena Zarandeada	0.0%																
Filler	1.0%																
Σ Suma	100.0%																
C.A. (PEN)	60 -70																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>210</td> <td>1121.68</td> <td>312</td> </tr> <tr> <td>209</td> <td>1116.39</td> <td>293</td> </tr> <tr> <td>206</td> <td>1100.52</td> <td>332</td> </tr> </tbody> </table>	Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	210	1121.68	312	209	1116.39	293	206	1100.52	332			
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)															
210	1121.68	312															
209	1116.39	293															
206	1100.52	332															
Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio											
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00													
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.85	40.85	40.85													
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	53.20	53.20	53.20													
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00													
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.95	0.95	0.95													
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018													
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818													
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821													
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000													
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341													
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1203.6	1203.6	1202.7													
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1205.0	1209.2	1209.6													
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	652.0	652.0	658.0													
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	553.0	557.2	551.6		553.9											
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.176	2.160	2.180		2.172											
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.415	2.415	2.415													
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.613	2.613	2.613													
19 % de Vacios	%	9.9	10.6	9.7		10.1											
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.848	2.848	2.848													
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	27.4	28.0	27.3		27.5											
22 % vacios llenados con C.A.	%	64.0	62.2	64.4		63.5											
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.603	2.603	2.603													
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	-3.37	-3.37	-3.37													
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.37	8.37	8.37													
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	7.92	7.44	8.43		7.93											
27 Estabilidad sin corregir		1122	1116	1101													
28 Factor de Estabilidad		0.89	0.89	0.89													
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	998	994	979		990											
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3200	3391	2950		3171											
Número de Golpes por Capa		50	50	50													

Fuente: Laboratorio LEMS W&C


Anexo 18. Ensayos de Laboratorio (RICE) 5.0 % de asfalto AL 1.5% de poliamidas

 <p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p>Componentes: Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)</p> <p>Rice= 5.00</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycerl.com
--	--

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1198.1
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4079.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3582.9
5.-	Volumen	gr.	496.1
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.415

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 19. Ensayos de Laboratorio 5.5% de asfalto AL 1.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycir.com															
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504																	
PORCENTAJES DE DISEÑO		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>210</td> <td>1121.68</td> <td>353</td> </tr> <tr> <td>206</td> <td>1100.52</td> <td>336</td> </tr> <tr> <td>209</td> <td>1116.39</td> <td>315</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	210	1121.68	353	206	1100.52	336	209	1116.39	315
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)															
210	1121.68	353															
206	1100.52	336															
209	1116.39	315															
Piedra Chancada	43.0%																
Arena Chancada	56.0%																
Arena Zarandeada	0.0%																
Filler	1.0%																
Suma	100.0%																
C.A. (PEN)	60 -70																
Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio											
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50													
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.64	40.64	40.64													
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.92	52.92	52.92													
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00													
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.95	0.95	0.95													
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018													
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818													
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821													
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000													
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341													
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1197.0	1196.7	1199.3													
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.0	1200.3	1204.6													
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	661.0	654.0	653.0													
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	542.0	546.3	551.6		546.6											
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.208	2.191	2.174		2.191											
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.410	2.410	2.410													
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.592	2.592	2.592													
19 % de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	8.4	9.1	9.8		9.1											
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848													
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	26.7	27.3	27.9		27.3											
22 % vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	68.7	66.7	64.9		66.8											
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.618	2.618	2.618													
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	%	-3.14	-3.14	-3.14													
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.64	8.64	8.64													
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	8.97	8.53	8.00		8.50											
27 Estabilidad sin corregir		1122	1101	1116													
28 Factor de Estabilidad		0.93	0.93	0.89													
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1043	1023	994		1020											
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2955	3046	3154		3048											
Número de Golpes por Capa		50	50	50													

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 20. Ensayos de Laboratorio (RICE) 5.5 % de asfalto AL 1.5% de poliamidas

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS
Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021
ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)


Aditivo Mejorador de Adher **0.5 %** (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 5.50

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1201.1
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4082.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3583.6
5.-	Volumen	gr.	498.4
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³	gr./cm ³	2.410

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 21. Ensayos de Laboratorio 6.0% de asfalto AL 1.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com																													
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																														
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																														
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																														
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																														
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																														
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																														
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																															
ASTM D6927-15 / MTC E 504																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piedra Chancada</td> <td>43.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada</td> <td>56.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>Filler</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>Σ Suma</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>C.A. (PEN)</td> <td>60 -70</td> </tr> </tbody> </table>		PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada	43.0%	Arena Chancada	56.0%	Arena Zarandeada	0.0%	Filler	1.0%	Σ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60 -70	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>192</td> <td>1026.44</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>1015.86</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>199</td> <td>1063.49</td> <td>355</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	192	1026.44	340	190	1015.86	330	199	1063.49	355
PORCENTAJES DE DISEÑO																															
Piedra Chancada	43.0%																														
Arena Chancada	56.0%																														
Arena Zarandeada	0.0%																														
Filler	1.0%																														
Σ Suma	100.0%																														
C.A. (PEN)	60 -70																														
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																													
192	1026.44	340																													
190	1015.86	330																													
199	1063.49	355																													
1	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio																								
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00																										
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.42	40.42	40.42																										
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.64	52.64	52.64																										
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																										
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.94	0.94	0.94																										
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																										
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818																										
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821																										
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000																										
10	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341																										
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.																													
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1206.6	1204.0	1200.8																										
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1211.9	1210.0	1209.1																										
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	668.0	662.0	665.0																										
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	543.9	548.0	544.1		545.3																								
16	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.218	2.197	2.207		2.207																								
17	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.405	2.405	2.405																										
18	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.571	2.571	2.571																										
19	% de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	7.8	8.6	8.2		8.2																								
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848																										
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	26.8	27.5	27.2		27.1																								
22	% vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	71.0	68.5	69.7		69.7																								
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.634	2.634	2.634																										
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)*((25-22)/(25*22))$	%	-2.90	-2.90	-2.90																										
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.90	8.90	8.90																										
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	8.64	8.38	9.02		8.68																								
27	Estabilidad sin corregir		1026	1016	1063																										
28	Factor de Estabilidad		0.93	0.89	0.93																										
29	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	955	904	989		949																								
30	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2808	2740	2786		2778																								
	Número de Golpes por Capa		50	50	50																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 22. Ensayos de Laboratorio (RICE) 6.0 % de asfalto AL 1.5% de poliamidas

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS

Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021

ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)


Aditivo Mejorador de Adher **0.5 %** (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 6.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1201.8
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4082.7
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3583.0
5.-	Volumen	gr.	499.7
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.405

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 23. Ensayos de Laboratorio 6.2% de asfalto AL 1.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycerl.com																													
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																														
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																														
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																														
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																														
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																														
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																														
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																															
ASTM D6927-15 / MTC E 504																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piedra Chancada</td> <td>43.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada</td> <td>56.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>Filler</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>Σ Suma</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>C.A. (PEN)</td> <td>60 -70</td> </tr> </tbody> </table>		PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada	43.0%	Arena Chancada	56.0%	Arena Zarandeada	0.0%	Filler	1.0%	Σ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60 -70	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>204</td> <td>1089.94</td> <td>327</td> </tr> <tr> <td>212</td> <td>1132.26</td> <td>368</td> </tr> <tr> <td>202</td> <td>1079.36</td> <td>334</td> </tr> </tbody> </table>		Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	204	1089.94	327	212	1132.26	368	202	1079.36	334		
PORCENTAJES DE DISEÑO																															
Piedra Chancada	43.0%																														
Arena Chancada	56.0%																														
Arena Zarandeada	0.0%																														
Filler	1.0%																														
Σ Suma	100.0%																														
C.A. (PEN)	60 -70																														
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																													
204	1089.94	327																													
212	1132.26	368																													
202	1079.36	334																													
	Número de Probetas	Nº	1	2	3	4	Promedio																								
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.20	6.20	6.20																										
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.33	40.33	40.33																										
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.53	52.53	52.53																										
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																										
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.94	0.94	0.94																										
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																										
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818																										
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821																										
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000																										
10	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341																										
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.																													
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1202.0	1201.3	1202.6																										
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1204.3	1205.4	1205.7																										
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	665.0	667.0	659.0																										
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	539.3	538.4	546.7		541.5																								
16	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.229	2.231	2.200		2.220																								
17	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.388	2.388	2.388																										
18	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.563	2.563	2.563																										
19	% de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	6.7	6.6	7.9		7.1																								
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848																										
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	26.6	26.5	27.6		26.9																								
22	% vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	74.9	75.2	71.3		73.8																								
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.622	2.622	2.622																										
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Tota $(100*7)*((25-22)/(25*22)$	%	-3.09	-3.09	-3.09																										
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	9.29	9.29	9.29																										
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	8.31	9.35	8.48		8.71																								
27	Estabilidad sin corregir		1090	1132	1079																										
28	Factor de Estabilidad		0.93	0.93	0.93																										
29	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1014	1053	1004		1023																								
30	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3100	2861	3005		2984																								
	Número de Golpes por Capa		50	50	50																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 24. Ensayos de Laboratorio (RICE) 6.2 % de asfalto AL 1.5% de poliamidas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS

Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021

ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adher **0.5 %** (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 5.40

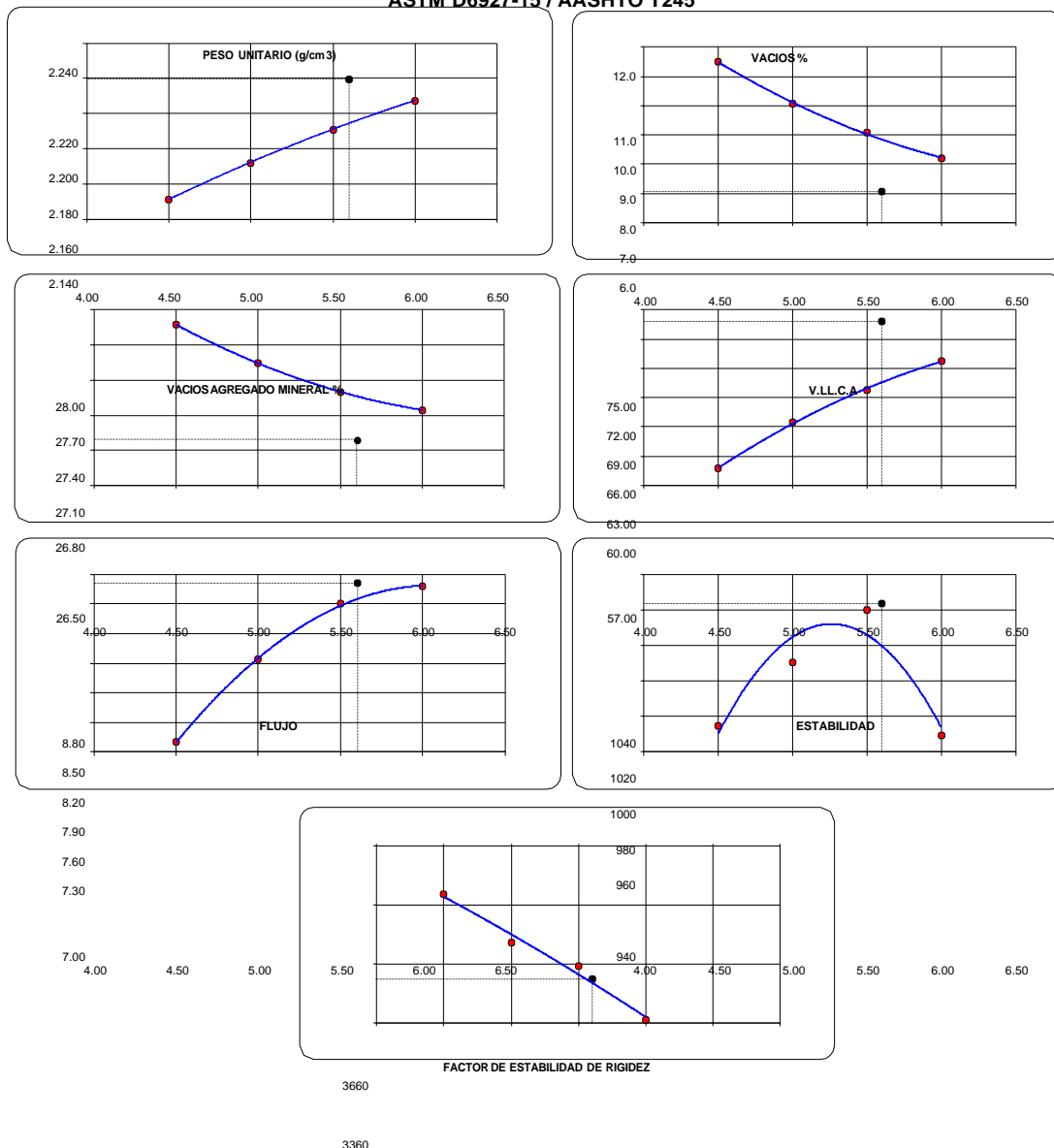
	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1206.7
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.1
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4086.8
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3581.6
5.-	Volumen	gr.	505.3
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³	gr./cm3	2.388

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 25. Gráficos de los Ensayos de Laboratorio 6.2 % de asfalto AL 1.5% de poliamidas.

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS
Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021
ENSAYO : DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
NORMA : ASTM D6927-15 / MTC E 504


DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO ASTM D6927-15 / AASHTO T245



2760
4.00 4.50 5.00 5.50 6.00 6.50 7.00

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 26. Ensayos de Laboratorio 4.5% de asfalto AL 2.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswyc.com				
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS					
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"					
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.					
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021					
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL					
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504					
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504						
PERCENTAJES DE DISEÑO						
Piedra	43.0%					
Arena	56.0%					
Poliamidas	0.00%					
Filler	1.0%					
Suma	100.0%					
C.A. (PEN)	60 -70					
		Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)		
		195	1042.32	366		
		217	1158.71	203		
		195	1042.32	289		
Número de Probetas	Nº	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	41.07	41.07	41.07		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	53.48	53.48	53.48		
4 % de Poliamidas en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.96	0.96	0.96		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821		
9 Peso Especifico Poliamidas-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341		
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1193.6	1194.5	1195.5		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1198.4	1201.5	1203.5		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	645.0	633.0	631.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	553.4	568.5	572.5		564.8
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.157	2.101	2.088		2.115
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.452	2.452	2.452		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.607	2.607	2.607		
19 % de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	12.0	14.3	14.8		13.7
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	27.7	29.5	30.0		29.1
22 % vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	56.5	51.6	50.5		52.9
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.626	2.626	2.626		
24 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Tot $(100*7)*((25-22)/(25*22)$	%	-3.02	-3.02	-3.02		
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	7.52	7.52	7.52		
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	9.30	5.16	7.34		7.26
27 Estabilidad sin corregir		1042	1159	1042		
28 Factor de Estabilidad		0.89	0.86	0.86		
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	928	996	896		940
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2535	4909	3102		3287
31 Número de Golpes por Capa		50	50	50		

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 27. Ensayos de Laboratorio (RICE) 4.5 % de asfalto AL 2.5% de poliamidas

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS
Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021
ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen


Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)
 Aditivo Mejorador de Adhere **0.5 %** (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 4.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1198.6
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4079.5
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3590.7
5.-	Volumen	gr.	488.8
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.452


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 28. Ensayos de Laboratorio 5.0% de asfalto AL 2.5% de poliamidas.


		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycerl.com															
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																	
ASTM D6927-15 / MTC E 504																	
PORCENTAJES DE DISEÑO		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>210</td> <td>1121.68</td> <td>312</td> </tr> <tr> <td>209</td> <td>1116.39</td> <td>293</td> </tr> <tr> <td>206</td> <td>1100.52</td> <td>332</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	210	1121.68	312	209	1116.39	293	206	1100.52	332
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)															
210	1121.68	312															
209	1116.39	293															
206	1100.52	332															
Piedra Chancada	43.0%																
Arena Chancada	56.0%																
Arena Zarandeada	0.0%																
Filler	1.0%																
Suma	100.0%																
C.A. (PEN)	60 -70																
Número de Probetas	Nº	1	2	3	4	Promedio											
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00													
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.85	40.85	40.85													
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	53.20	53.20	53.20													
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00													
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.95	0.95	0.95													
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018													
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818													
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821													
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000													
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341													
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1197.9	1197.5	1195.1													
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1204.7	1203.4	1203.2													
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	647.0	645.0	632.0													
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	557.7	558.4	571.2		562.4											
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.148	2.145	2.092		2.128											
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.448	2.448	2.448													
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.613	2.613	2.613													
19 % de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	12.3	12.4	14.5		13.1											
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848													
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	28.4	28.5	30.2		29.0											
22 % vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	56.7	56.4	51.8		55.0											
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.644	2.644	2.644													
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	%	-2.76	-2.76	-2.76													
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	7.76	7.76	7.76													
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	7.92	7.44	8.43		7.93											
27 Estabilidad sin corregir		1122	1116	1101													
28 Factor de Estabilidad		0.89	0.89	0.86													
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	998	994	946		979											
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3200	3391	2851		3136											
Número de Golpes por Capa		50	50	50													

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 29. Ensayos de Laboratorio (RICE) 5.0 % de asfalto AL 2.5% de poliamidas


 <p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>	<p>Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com</p>																												
<p>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>																													
<p>Componentes: Bitumen</p> <p>Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)</p> <p>Rice= 5.00 ¹</p>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 60%;">Identificación muestra</th> <th style="width: 15%;">Und</th> <th style="width: 15%;">01</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>Peso del material</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">1195.1</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>Peso agua + frasco</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">2880.9</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>Peso agua + frasco + material</td> <td>gr.</td> <td>4076.0</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>Peso agua + frasco + material (ensayo)</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">3587.9</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>Volumen</td> <td>gr.</td> <td>488.1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</td> <td>gr./cm3</td> <td>2.448</td> </tr> </tbody> </table>			Identificación muestra	Und	01	1.-	Peso del material	gr.	1195.1	2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9	3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4076.0	4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3587.9	5.-	Volumen	gr.	488.1	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.448
	Identificación muestra	Und	01																										
1.-	Peso del material	gr.	1195.1																										
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9																										
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4076.0																										
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3587.9																										
5.-	Volumen	gr.	488.1																										
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.448																										

Anexo 30. Ensayos de Laboratorio 5.5% de asfalto AL 2.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycir.com															
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, MERCADO DE LIMA 2020"																
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504																	
PORCENTAJES DE DISEÑO		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>211</td> <td>1126.97</td> <td>357</td> </tr> <tr> <td>210</td> <td>1121.68</td> <td>335</td> </tr> <tr> <td>207</td> <td>1105.81</td> <td>315</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	211	1126.97	357	210	1121.68	335	207	1105.81	315
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)															
211	1126.97	357															
210	1121.68	335															
207	1105.81	315															
Piedra Chancada	43.0%																
Arena Chancada	56.0%																
Arena Zarandeada	0.0%																
Filler	1.0%																
Suma	100.0%																
C.A. (PEN)	60 -70																
Número de Probetas	Nº	1	2	3	4	Promedio											
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50													
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.64	40.64	40.64													
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.92	52.92	52.92													
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00													
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.95	0.95	0.95													
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018													
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818													
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821													
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000													
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341													
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1200.7	1196.7	1192.8													
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1210.1	1203.8	1199.3													
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	652.0	653.0	649.0													
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	558.1	550.8	550.3		553.1											
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.151	2.173	2.168		2.164											
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.441	2.441	2.441													
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.592	2.592	2.592													
19 % de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	11.9	11.0	11.2		11.4											
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848													
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	28.6	27.9	28.1		28.2											
22 % vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	58.5	60.6	60.1		59.7											
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.658	2.658	2.658													
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)*((25-22)/(25*22)$	%	-2.56	-2.56	-2.56													
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.06	8.06	8.06													
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	9.07	8.51	8.00		8.53											
27 Estabilidad sin corregir		1127	1122	1106													
28 Factor de Estabilidad		0.89	0.89	0.89													
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1003	998	984		995											
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2810	2980	3124		2965											
Número de Golpes por Capa		50	50	50													

Fuente: Laboratorio LEMS W&C


Anexo 31. Ensayos de Laboratorio (RICE) 5.5 % de asfalto AL 2.5% de poliamidas

 <p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p> <p>Componentes: Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)</p> <p>Rice= 5.50</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswyceirl.com
--	---

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1202.1
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4083.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3590.6
5.-	Volumen	gr.	492.4
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.441


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 32. Ensayos de Laboratorio 6.0% de asfalto AL 2.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel - Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycirf.com																
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																	
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																	
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																	
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																	
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																	
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																	
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																		
ASTM D6927-15 / MTC E 504																		
PORCENTAJES DE DISEÑO			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>192</td> <td>1026.44</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>1015.86</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>199</td> <td>1063.49</td> <td>355</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	192	1026.44	340	190	1015.86	330	199	1063.49	355
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																
192	1026.44	340																
190	1015.86	330																
199	1063.49	355																
Piedra Chancada	43.0%																	
Arena Chancada	56.0%																	
Arena Zarandeada	0.0%																	
Filler	1.0%																	
Σ Suma	100.0%																	
C.A. (PEN)	60 -70																	
Número de Probetas	Nº	1	2	3	4	Promedio												
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00														
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.42	40.42	40.42														
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.64	52.64	52.64														
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00														
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.94	0.94	0.94														
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018														
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818														
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821														
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000														
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341														
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																	
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.9	1195.3	1202.3														
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1215.3	1207.6	1214.5														
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	663.0	664.0	667.0														
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	552.3	543.6	547.5		547.8												
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.173	2.199	2.196		2.189												
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.437	2.437	2.437														
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.571	2.571	2.571														
19 % de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	10.9	9.8	9.9		10.2												
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.848	2.848	2.848														
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	28.3	27.4	27.5		27.8												
22 % vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	61.6	64.4	64.0		63.3												
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))$	gr/cc.	2.675	2.675	2.675														
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	%	-2.31	-2.31	-2.31														
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.31	8.31	8.31														
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	8.64	8.38	9.02		8.68												
27 Estabilidad sin corregir		1026	1016	1063														
28 Factor de Estabilidad		0.89	0.93	0.89														
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	914	945	947		935												
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2687	2863	2666		2736												
Número de Golpes por Capa		50	50	50														

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 33. Ensayos de Laboratorio (RICE) 6.0 % de asfalto AL 2.5% de poliamidas

 <p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>	<p style="font-size: small;">Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycerl.com</p>
---	--

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**


Componentes:
Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)
 Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 6.00

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1200.8
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.9
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4081.7
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3589.0
5.-	Volumen	gr.	492.7
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.437


Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 34. Ensayos de Laboratorio 6.2% de asfalto AL 2.5% de poliamidas.

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel - Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswycirf.com																												
Solicitante	: CUMPA URCIA LUIS JESUS																													
Proyecto	: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"																													
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.																													
Fecha de apertura	: 03 de mayo del 2021																													
ENSAYO	: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL																													
NORMA	: ASTM D6927-15 / MTC E 504																													
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piedra Chancada</td> <td>43.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada</td> <td>56.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>Filler</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>∑ Suma</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>C.A. (PEN)</td> <td>60 -70</td> </tr> </tbody> </table>		PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada	43.0%	Arena Chancada	56.0%	Arena Zarandeada	0.0%	Filler	1.0%	∑ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60 -70	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>202</td> <td>1079.36</td> <td>329</td> </tr> <tr> <td>221</td> <td>1179.87</td> <td>368</td> </tr> <tr> <td>202</td> <td>1079.36</td> <td>330</td> </tr> </tbody> </table>			Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	202	1079.36	329	221	1179.87	368	202	1079.36	330
PORCENTAJES DE DISEÑO																														
Piedra Chancada	43.0%																													
Arena Chancada	56.0%																													
Arena Zarandeada	0.0%																													
Filler	1.0%																													
∑ Suma	100.0%																													
C.A. (PEN)	60 -70																													
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																												
202	1079.36	329																												
221	1179.87	368																												
202	1079.36	330																												
Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio																								
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.20	6.20	6.20																										
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.33	40.33	40.33																										
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	52.53	52.53	52.53																										
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																										
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.94	0.94	0.94																										
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																										
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.818	2.818	2.818																										
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.821	2.821	2.821																										
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000																										
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.341	2.341	2.341																										
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.																													
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.9	1203.3	1204.3																										
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.3	1206.6	1206.5																										
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	658.0	658.0	657.0																										
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	545.3	548.6	549.5		547.8																								
16 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.204	2.193	2.192		2.196																								
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.432	2.432	2.432																										
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.563	2.563	2.563																										
19 % de Vacios	%	9.4	9.8	9.9		9.7																								
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.848	2.848	2.848																										
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	27.4	27.8	27.8		27.7																								
22 % vacios llenados con C.A.	%	65.8	64.7	64.5		65.0																								
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.678	2.678	2.678																										
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	-2.27	-2.27	-2.27																										
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	8.47	8.47	8.47																										
26 Flujo (0.01 pulg)	mm	8.36	9.35	8.38		8.70																								
27 Estabilidad sin corregir		1079	1180	1079																										
28 Factor de Estabilidad		0.93	0.89	0.89																										
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1004	1050	961		1005																								
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3051	2853	2911		2935																								
Número de Golpes por Capa		50	50	50																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

Anexo 35. Ensayos de Laboratorio (RICE) 6.2 % de asfalto AL 2.5% de poliamidas

 <p>Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS</p> <p>Proyecto : Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"</p> <p>Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021</p> <p>ENSAYO : PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS</p> <p>NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>	<p>Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswceirl.com</p>																												
<p>PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245</p>																													
<p>Componentes:</p> <p>Bitumen Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total) Aditivo Mejorador de Adher 0.5 % (en peso del Contenido Optimo de Cemento Asfáltico)</p>																													
<p>Rice= 5.40</p>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 60%;">Identificación muestra</th> <th style="width: 15%;">Und</th> <th style="width: 15%;">01</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>Peso del material</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">1211.7</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>Peso agua + frasco</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">2880.1</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>Peso agua + frasco + material</td> <td>gr.</td> <td>4091.8</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>Peso agua + frasco + material (ensayo)</td> <td>gr.</td> <td style="color: red;">3593.6</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>Volumen</td> <td>gr.</td> <td>498.3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³</td> <td>gr./cm³</td> <td>2.432</td> </tr> </tbody> </table>			Identificación muestra	Und	01	1.-	Peso del material	gr.	1211.7	2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.1	3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4091.8	4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3593.6	5.-	Volumen	gr.	498.3	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.432
	Identificación muestra	Und	01																										
1.-	Peso del material	gr.	1211.7																										
2.-	Peso agua + frasco	gr.	2880.1																										
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	4091.8																										
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	3593.6																										
5.-	Volumen	gr.	498.3																										
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.432																										

Fuente: Laboratorio LEMS W&C

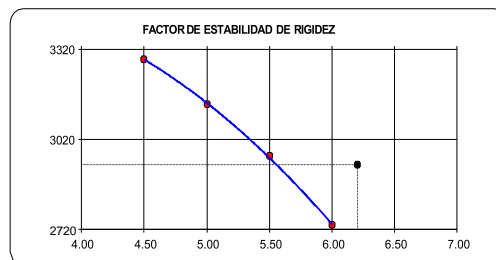
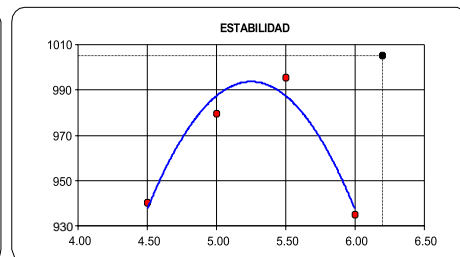
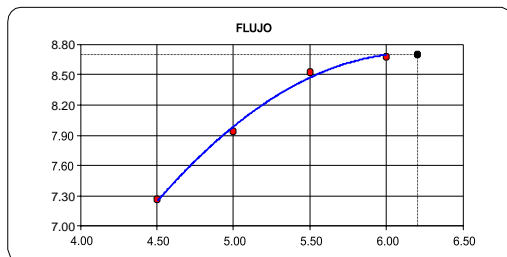
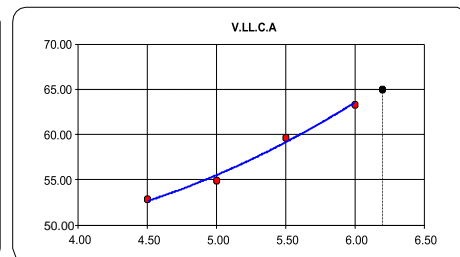
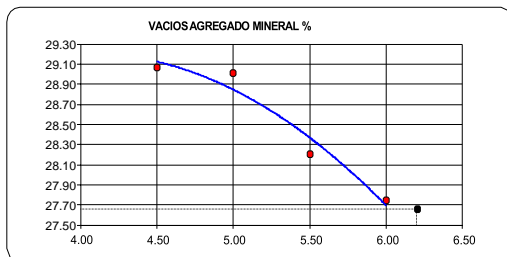
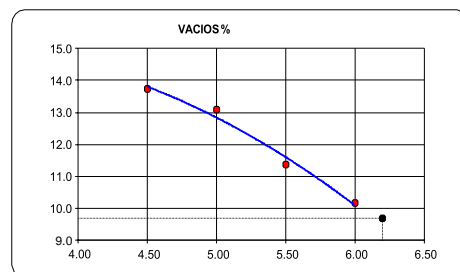
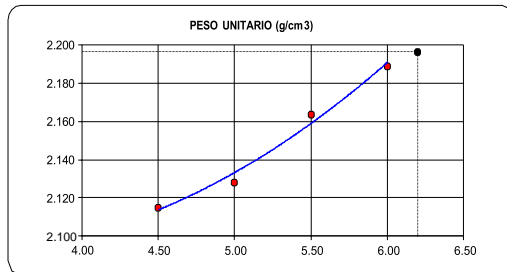
Anexo 36. Gráficos de los Ensayos de Laboratorio 6.2 % de asfalto AL 2.5% de poliamidas.

Solicitante : CUMPA URCIA LUIS JESUS
: Tesis: "INCORPORACION DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECANICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020"
Proyecto
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de mayo del 2021

ENSAYO : DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

NORMA : ASTM D6927-15 / AASHTO T245

**DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**



Fuente: Laboratorio LEMS W&C

PANEL FOTOGRAFICO

FOTO 1. Laboratorio de Suelos – LEMS
W&C



FUENTE: elaboración propia

FOTO 2. AGREGADO GRUESO



FUENTE: elaboración propia

FOTO 3. AGREGADO FINO



FUENTE: elaboración propia

FOTO 4. OBTENCION DE LAS
MUETRAS



FUENTE: elaboración propia

FOTO 5. OBTENCION DEL FILLER –
MALLA Nº 200



FUENTE: elaboración propia

FOTO 6. TAMIZADO GRUESO



FUENTE: elaboración propia

FOTO 7. MUESTRAS LISTOS



FUENTE: elaboración propia

FOTO 8. MUESTRAS AL HORNO A
150°C



FUENTE: elaboración propia

FOTO 9. OBTENCION DE ASFALTO PEN 60-70



FUENTE: elaboración propia

FOTO 10. PREPARANDO LA MEZCLA



FUENTE: elaboración propia

FOTO 11. BRIQUETA LISTA



FUENTE: elaboración propia

FOTO 12. 48 BRIQUETAS LISTAS



FUENTE: elaboración propia

FOTO 13. BEIQUETAS SEÑALADAS



FUENTE: elaboración propia

FOTO 14. BAÑO MARIA A 60°C



FUENTE: elaboración propia

FOTO 15. ENSAYO DE ESTABILIDAD



FUENTE: elaboración propia

FOTO 16. ENSAYO RICE



FUENTE: elaboración propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Incorporación de poliamidas en la Mezcla Asfáltica en caliente para mejorar su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020".

AUTOR: LUIS JESUS CUMPA URCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO DE INVESTIGACIÓN			
<p>PROBLEMA GENERAL ¿De qué manera la incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejorará su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Existe influencia al incorporar poliamidas en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente? • ¿Existe diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, con la mezcla asfáltica modificada incorporándole fibras de poliamidas? • ¿Existe diferencia en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente en función de las propiedades de los ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas? 	<p>OBJETIVO GENERAL: Analizar si la incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejora su comportamiento mecánico Jr. Huallaga, Cercado de Lima 2020..</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia del uso de las poliamidas en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente. • Determinar la diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, con la mezcla modificada incorporándole poliamidas. • Determinar la diferencia en el comportamiento de la mezcla en ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole poliamidas. 	<p>HIPÓTEIS GENERAL La incorporación de poliamidas en la mezcla asfáltica en caliente mejora su comportamiento mecánico Jr. Huallaga-Cercado de Lima, 2020.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las poliamidas influyen en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente. • Existe diferencia en el comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas. • Existe diferencia en el comportamiento de la mezcla en función de las propiedades de los ensayos de caracterización y desempeño con la mezcla modificada incorporándole fibras de poliamidas. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Poliamidas</p>			<p>METODO: El método empleado es científico.</p> <p>TIPO: El tipo de investigación es aplicada.</p> <p>NIVEL: El nivel de investigaciones es aplicativo.</p> <p>DISEÑO: El diseño de investigaciones es experimental.</p> <p>POBLACIÓN: La población son 48 briquetas para utilizarlo en el ensayo Marshall</p> <p>MUESTRA: 3 Calicatas, 12 briquetas</p> <p>TECNICA: La técnica utilizada fue de observación directa.</p> <p>INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos.</p>			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS				
			PORCENTAJES (%)	0.5%, con respecto al peso total de la briqueta.	BALANZA CALIBRADA				
				1.5%, con respecto al peso total de la briqueta.					
				2.5%, con respecto al peso total de la briqueta.					
							<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Mezcla asfáltica en caliente</p>		
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS				
			Estabilidad	Ensayo Marshall AASHTO T-245 ASTM D-1559	EQUIPOS DE MEDICION EN EL LABORATORIO				
			Fluidez						
			Vacíos de Aire (Va)						
Contenido de agregado mineral									
Vacíos llenos de asfalto									
Peso Unitario									
Adición de las poliamidas									



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INCORPORACIÓN DE POLIAMIDAS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO MECÁNICO JR. HUALLAGA, CERCADO DE LIMA 2020", cuyo autor es CUMPA URCIA LUIS JESUS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18%, 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.

LIMA, 10 de Agosto del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 10-08-2021 20:01:00

Código documento Trilce: TRI - 0181407