



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de  
pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento  
de Puno, 2022**

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

**AUTORES:**

Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór ([orcid.org/0000-0003-3740-7253](https://orcid.org/0000-0003-3740-7253))

Mamani Almanza, Neida Liz ([orcid.org/0000-0002-8925-1396](https://orcid.org/0000-0002-8925-1396))

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos ([orcid.org/0000-0003-3392-9580](https://orcid.org/0000-0003-3392-9580))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres por apoyarme en mi camino, es por ello que doy mi trabajo en ofrenda al sacrificio que hicieron estos años por mí y agradecerles por soportar mis locuras; así como también quiero agradecer a una persona quien me enseñó lo que es vivir y disfrutar cada momento al máximo, agradezco a Dios que te puso en mi camino y espero que siempre estés a mi lado para ser mi fortaleza e inspiración en cada paso importante de mi vida, te la dedico a ti por todo lo que hiciste por mí.

***Pedro Jhuniór Choquehuanca Mamani***

Esta dedicatoria es en memoria de mi padre el Sr. Mauro Mamani Carrion, por su comprensión y ayuda en los momentos difíciles de mi vida que me ha enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento de mis estudios. A mi madre, hermanas y hermanos por su amor incondicional.

***Neida L. Mamani Almanza.***

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis maestros, a mis compañeros y a la universidad por todo, que gracias a la enseñanza que me dieron a lo largo de los años, me ayudaron a lograr y alcanzar mis metas, espero seguir creciendo como persona y profesional en esta vida, y también agradezco al ingeniero Eloy Nina Ventura y a mis compañeros de oficina por apoyarme, aguantarme y enseñarme como ser un buen profesional y prepararme para la vida que me espera.

***Pedro Jhuniór Choquehuanca Mamani***

Agradecemos a Dios por guiarnos por el buen camino siempre, a nuestras familias por su apoyo constante y desinteresado. Así también, agradezco a mi asesor de tesis por todos sus consejos y ayuda para realizar la presente tesis de investigación.

***Neida L. Mamani Almanza***

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos. ....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.2. Variables y operacionalización .....	25
3.3. Población, muestra y muestreo .....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Método de análisis de datos.....	34
3.7. Aspectos éticos .....	35
3.8. Desarrollo del proyecto .....	36
IV. RESULTADOS .....	60
V. DISCUSIÓN.....	65
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES .....	72
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS .....	77



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Detalles de la hipótesis general. ....	8
<b>Tabla 2.</b> Las causas y efectos.....	19
<b>Tabla 3.</b> Causa y efecto de la resistencia a la fatiga.....	20
<b>Tabla 4.</b> Resistencia al deslizamiento.....	21
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de variables.....	25
<b>Tabla 6.</b> Tamaño de muestra.....	28
<b>Tabla 7.</b> Técnicas e instrumentos de investigación.....	29
<b>Tabla 8.</b> Guías de observación .....	29
<b>Tabla 9.</b> Lista de expertos.....	29
<b>Tabla 10.</b> Lista de ensayo de laboratorio.....	32
<b>Tabla 11.</b> Propiedades de rejuvenecedores asfálticos.....	35
<b>Tabla 12.</b> Resistencia de muestras.....	35
<b>Tabla 13.</b> Ensayo de lavado asfáltico de la muestra 01.....	40
<b>Tabla 14.</b> Agregado de materiales pétreos.....	41
<b>Tabla 15.</b> Granulometría agregando material pétreo y filler.....	41
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje de materiales que se agrega para aplicar rejuvenecedor asfáltico. .....	42
<b>Tabla 17.</b> Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra patrón.....	44
<b>Tabla 18.</b> Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 01 (0.5%).....	44
<b>Tabla 19.</b> Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 02 (1.0%).....	45
<b>Tabla 20.</b> Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 02 (1.5%).....	46

<b>Tabla 21.</b> Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 04 (2.0%). .....	46
<b>Tabla 22.</b> Ensayo de Marshall muestra patrón.....	48
<b>Tabla 23.</b> Ensayo de Marshall muestra 01, adicionando 0.5% de rejuvenecedor asfaltico. ....	49
<b>Tabla 24.</b> Ensayo de Marshall muestra 02, adicionando 1.0% de rejuvenecedor asfaltico. ....	49
<b>Tabla 25.</b> Ensayo de Marshall muestra 03, adicionando 1.5% de rejuvenecedor asfaltico. ....	50
<b>Tabla 26.</b> Ensayo de Marshall muestra 04, adicionando 2.0% de rejuvenecedor asfaltico. ....	51
<b>Tabla 27.</b> Parámetros de Marshall. ....	52
<b>Tabla 28.</b> Ensayo de Marshall muestra patrón.....	54
<b>Tabla 29.</b> Ensayo de Marshall con 0.5% de rejuvenecedor. ....	55
<b>Tabla 30.</b> Ensayo de Marshall con 1.0% de rejuvenecedor. ....	56
<b>Tabla 31.</b> Ensayo de Marshall con 1.5% de rejuvenecedor. ....	56
<b>Tabla 32.</b> Ensayo de Marshall con 2.0% de rejuvenecedor. ....	57
<b>Tabla 33.</b> Resultados óptimos del ensayo Marshall.....	64

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de diseño de investigación.....	24
<b>Figura 2.</b> Cuadro sinóptico.....	31
<b>Figura 3.</b> Vista de la avenida circunvalación.....	36
<b>Figura 4.</b> Ubicación de la zona de investigación, avenida circunvalación. ....	36
<b>Figura 5.</b> Puntos de extracción de muestras. ....	37
<b>Figura 6.</b> Vista de instalación de equipo de corte. ....	38
<b>Figura 7.</b> Vista de muestra extraída.....	38
<b>Figura 8.</b> Vista de recolección de muestra de pavimento reciclado.....	38
<b>Figura 9.</b> Vista de ensayo de lavado asfáltico. ....	39
<b>Figura 10.</b> Vista de ensayo de lavado asfáltico. ....	39
<b>Figura 11.</b> Análisis granulométrico de pavimento reciclado.....	40
<b>Figura 12.</b> Curva granulométrica cumpliendo los parámetros. ....	41
<b>Figura 13.</b> Diagrama de la cantidad de materiales que se agregó. ....	42
<b>Figura 14.</b> Vista de extracción de muestra. ....	43
<b>Figura 15.</b> Vista de estabilidad de la muestra.....	43
<b>Figura 16.</b> Muestreo para ensayo de Marshall. ....	44
<b>Figura 17.</b> Diagrama del comportamiento de las muestras. ....	47
<b>Figura 18.</b> Estabilidad de la muestras. ....	53
<b>Figura 19.</b> Flujo de asfalto. ....	53
<b>Figura 20.</b> Estabilidad de las muestras.....	59
<b>Figura 21.</b> Contenido de asfalto que se presentan en las muestras.....	59

<b>Figura 22.</b> Diagrama de porcentaje de materiales en el pavimento recuperado.....	60
<b>Figura 23.</b> Diagrama de la cantidad de materiales que se agregó. ....	60
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de cemento asfáltico.....	61
<b>Figura 25.</b> Estabilidad de las muestras.....	61
<b>Figura 26.</b> Flujo de las muestras. ....	62
<b>Figura 27.</b> Esfuerzo - Deformación.....	62
<b>Figura 28.</b> Peso unitario de cemento asfáltico (rejuvenecedor).....	63
<b>Figura 29.</b> Porcentaje de vacíos de cemento asfáltico (rejuvenecedor). ....	63
<b>Figura 30.</b> Porcentaje de volumen asfáltico.....	64
<b>Figura 31.</b> Porcentaje de vacíos llenos con C.A. ....	64

## Resumen

En esta investigación se ejecutó en el distrito de Juliaca, se determinará la influencia de los Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado del distrito de Juliaca, aplicando la metodología de investigación de tipo aplicada, con un nivel explicativa, con el enfoque cuantitativo, de diseño experimental, **población** mezcla asfáltica de pavimento recuperado de Juliaca, muestra tramo de 2 km del pavimento asfáltico, la problemática es que las vías de la zona de estudio presentan desgastes en carpeta asfáltica, esto a causa de aumento de tránsito vehicular; las propiedades físicas que se determinó es la cantidad del contenido de asfalto de 6.67% y el porcentaje de materiales, grava 37.08% arena 59.29% y fino 3.63%; para realizar el diseño de mezclas con una proporción de rejuvenecedor y material, para que pueda cumplir con los parámetros estandarizados del MTC. En identificación del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP se visualiza que con 0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0% de rejuvenecedor presentan estabilidades de 709kg, 884kg, 876kg, 769kg y 605kg, esto indica que con 0.5% de rejuvenecedor alcanza la máxima estabilidad; así mismo el flujo en muestras son de 2.8mm, 3.4mm, 3.4mm, 3.7mm y 4.3mm, indica que a mayor cantidad de flujo mejor estabilidad.

**Palabras clave:** Rejuvenecedor, pavimento, desgaste , estabilidad.

## **Abstract**

The present investigation was carried out in the district of Juliaca, the influence of the Asphalt Rejuvenators will be determined in the design of asphalt mixture of asphalt pavement recovered from the district of Juliaca, applying the applied type research methodology, explanatory level, quantitative approach, design experimental, asphalt mixture population of recovered Juliaca pavement, shows a 2 km stretch of asphalt pavement, the problem is that the roads in the study area show wear in the asphalt layer, this is due to the increase in vehicular traffic; the physical properties that were determined are the percentage of asphalt content of 6.67% and the percentage of materials, gravel 37.08% sand 59.29% and fine 3.63%; to carry out the design of mixtures with a percentage of rejuvenator and material, so that it can comply with the standardized parameters of the MTC. In identifying the mechanical behavior of the asphalt pavement with RAP, it is seen that with 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% of rejuvenator they present stabilities of 709kg, 884kg, 876kg, 769kg and 605kg, this indicates that with 0.5% of rejuvenator it reaches the maximum stability; Likewise, the flow in samples are 2.8mm, 3.4mm, 3.4mm, 3.7mm and 4.3mm, indicating that the greater the amount of flow, the better stability.

**Keywords:** Rejuvenating, pavement, wear, stability.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática.**

#### ***Global***

En el ámbito mundial Rodríguez & Rodríguez (2017), la vida útil de una línea de comunicación de transporte terrestre tendida parece ser un ciclo de construcción repetitivo. Esto se debe a la falta de protección que han sufrido estos caminos a lo largo de los años, lo que ha provocado su degradación. Se requiere un retorno para proporcionar nuevas condiciones adecuadas para el tráfico y dentro de las limitaciones de una relativa falta de agregados (alto costo); es necesario dirigir nuestra atención a la restauración de caminos por métodos que beneficien nuestros caminos duraderos.

En el país de Costa Rica Villegas, Aguiar, & Loria (2017) afirma que el 5% de la biodiversidad a nivel mundial, que concentra el 5% de la biodiversidad mundial, analizará y diseñará residuos y mezclas asfálticas para generar más transporte terrestre y reutilizarlo para asfalto. Las mezclas, para llevar a cabo este estudio, utilizan diferentes residuos como posibles modificadores del asfalto y por lo tanto acaparan los costos de mantenimiento vial.

Gaitán & Torres (2019), en el caso de Colombia, existe una gran incertidumbre sobre la calidad de la capa asfáltica, ya que en muchas partes del país las carreteras se están deteriorando severamente debido al tráfico pesado de vehículos, las condiciones climáticas, los tiempos y la falta de circulación, lo que los llevó a plantearse la cuestión de diseñar mezclas asfálticas convencionales y recicladas utilizando 100% pavimento asfáltico reciclado (RAP), para lo cual investigaron si es posible que el pavimento asfáltico reutilizado tenga las mismas propiedades mecánicas para utilizar su vía en la construcción.

Delgado, Ayala, & Zambrano (2021), en países de nivel norteamericano como México, el continuo aumento del tráfico terrestre y la fuerza en su país provoca daños prematuros en el pavimento. Estos se deben al nivel de estrés interno que presenta la carpeta. Estos esfuerzos evalúan mezclas asfálticas bajo diversas pruebas y

variaciones de materiales para generar microfisuras defectuosas como deformación permanente y fisuras por fatiga y brindar una solución factible y permanente para caminos vecinales, analizados y diseñados.

Sánchez, (2018), indica que en el Perú la cantidad de vehículos aumentará año tras año, y la mayoría de las carreteras son pavimentos flexibles los cuales se deterioran con facilidad por lo que el pavimento se deformará y no se completará la recuperación, lo que resultará en una deformación permanente a largo plazo. Por lo tanto, para llevar a cabo la construcción es necesario respetar las normas previamente sancionadas en la normativa nacional del país y con una serie de requisitos con el fin de no generar un deterioro en la vía por imperfecciones en el análisis y diseño de mezcla asfáltica, así mismo el uso de material de mala calidad, drenaje deficiente, datos de tráfico incorrectos, so orígenes de deterioro temprano de pavimentos.

En la ciudad de Juliaca, la condición de caminos pavimentados flexibles es importante debido a los factores del clima (constantes precipitaciones pluviales) y el sistema deficiente de drenaje de aguas pluviales, y el área de Juliaca es un área comercial debido a su ubicación geográfica. Si el flujo de vehículos es alto, es necesario realizar un mejor análisis y diseño de la mezcla asfáltica. Por lo tanto, se propone el uso de pavimento asfáltico recuperado (RAP) y el uso de equipos de rejuvenecimiento asfáltico, en las vías del distrito.

El análisis y diseño de mezcla asfáltica con material reciclado con el fin de mantenimiento de las vías del distrito de Juliaca, estas dependen de la Municipalidad Provincial de San Román ya que es el ente responsable de la conservación de la infraestructura vial y mantenimiento de las vías del distrito de Juliaca.

### **Macro**

Villegas, Aguiar, & Loria, (2017), afirma que desde un punto de vista sobre sostenibilidad, el proyecto ha tenido un gran impacto en varias áreas de interés. En términos de eco regiones, el proyecto no solo recicla los materiales involucrados en el proceso de renovación, sino que también evita que estos desechos se depositen en lugares ecológicamente sensibles como los acuíferos. En la cual en vista de lado



social, el proyecto promueve la recolección de residuos sólidos que puedan ser utilizados para la modificación del asfalto. Promueve y establece a los centros de recolección y tratamiento de residuos como material modificado, lo que brindará oportunidades de empleo. Económicamente, reduce los costos del sitio ya que algunos polímeros comerciales son costosos.

Gaitán & Torres, (2019), indica que los resultados que se obtuvieron se puede concluir que a mayor cantidad de asfalto en la mezcla de agregados 100% RAP, reduce la resistencia, debido a que los vacíos en la mezcla conducen a una menor estabilidad. Disminuye, su rigidez.

Santa, (2021), la evaluación de las pruebas realizadas confirmó que se puede preparar una nueva combinación bituminosa de asfalto en caliente con material asfáltico reciclado en la avenida Andrés Avelino Cáceres. En donde las propiedades mecánicas cumplen con la Especificación General de la Construcción, en la cual solo se puede agregar un porcentaje de 40% de material bituminoso reciclado a la nueva mezcla. Además, el porcentaje el porcentaje óptimo de asfalto líquido debe ser 6% (PEN 85/100 cemento asfáltico). Esto es cuando se considera que el 40% del material reciclado constituye alrededor del 3,67% de la solución asfáltica en la mezcla.

El pavimento asfáltico reciclado es un método donde se facilita la recolección de residuos sólidos para su reutilización en el reformado asfáltico y que se lograra preparar una nueva combinación bituminosa incorporando el material asfáltico recuperado, para utilizar un nuevo pavimento asfáltico.

### ***Macro intermedio***

Danox (2020), la empresa evaluó, analizó y diseñó mezclas asfálticas utilizando pavimento asfáltico recuperado (RAP) con aditivos Danox A-RJ. Esto mejora la compatibilidad del RAP con la nueva combinación bituminosa con fines de mejorar la trabajabilidad del diseño de mezclas, restaura la flexibilidad de la combinación bituminosa y se controla la rigidez de la combinación bituminosa con RAP.

Hielscher (2022), ha probado y diseñado la mezcla ultrasónica con agentes refinadores

de asfalto, demostrando a través del análisis que los agentes refinadores de asfalto pueden reciclar los pavimentos asfálticos existentes por medio de uso de agentes rejuvenecedores.

### ***Micro***

Este proyecto de estudio se está realizando a base de una principal problemática que afecta a la región, que es el aumento significativo del comercio ilegal en la región debido a que Juliaca es una ciudad comercial por su ubicación geográfica, lo que ha incurrido en grandes gastos en mantenimiento de sus vías y limpieza del sistema de drenaje pluvial, teniendo en cuenta que el municipio de San Román - Juliaca no puede cubrir todos los gastos de mantenimiento de sus vías y limpieza de sus canales.

La causa fundamental que afectan el desgaste de las vías en el distrito, es el aumento del flujo vehicular que se presenta en los últimos años, los transportistas no respetan las zonas de embarque y desembarque ya que se estacionan en cualquier parte de las vías, por lo que se deben respetar las áreas de carga y descarga, incomodando el tránsito vehicular, ya que así como comerciantes que exponen sus productos en algún lugar de la ciudad sin respetar un área de venta determinada, mientras que al mismo tiempo arrojan sus desechos (basura) en lugares no adecuados provocando la colmatación de aguas pluviales en la rejilla y/o canales, lo que provoca que el agua de lluvia se estanque y se acumule en las vías principales de la ciudad.

### ***Nano***

En la presente investigación lo que se quiere investigar es, el análisis y rediseño de una mezcla asfáltica recuperada (RAP) con aditivos de rejuvenecimiento pueden reducir significativamente el diseño de pavimentos gastados y demostrar que mejora la trabajabilidad del pavimento asfáltico y su duración, que podría servir para alargar la cantidad de años de servicio del pavimento flexible.

Esto es a consecuencia de no realizar el mantenimiento adecuado, por lo que en la presente investigación se da la posibilidad de dar una solución viable al problema de desechos de pavimento asfáltico en el distrito de Juliaca, lo que reducirá el desgaste

del pavimento con el tiempo, y el afán de demostrar ahorro presupuestario mediante el uso de pavimentos asfálticos reciclados.

## **1.2. Planteamiento del problema**

¿De qué manera influyen los rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado, distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022?

## **1.3. Justificación**

### ***Justificación general***

¿Por qué razones se está realizando la investigación?

El presente trabajo de investigación de uso de rejuvenecedores asfálticos en las vías degradadas toma una gran importancia en la actualidad, esto porque a través de ellos se puede generar una ligera alargamiento de porcentaje de servicio de los pavimentos y reducir el impacto ambiental. Al presentar esta propuesta lograremos la reutilización de los materiales pétreos en la pavimentación de nuevas vías

¿Para qué sirve resolver el problema de investigación?

En la presente investigación, empleando los rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica en pavimento asfáltico recuperado, nos va servir para alargar el porcentaje de servicio vida útil de pavimentos y disminuir el impacto ambiental, como también la reutilización de materiales recuperados para el pavimentado de las vías del distrito de Juliaca.

¿Qué se va lograr al responder a la pregunta?

En la presente investigación daremos a conocer las ventajas que presentan los rejuvenecedores asfálticos al aplicar en la pavimentación y/o asfaltados de vías, esto para alcanzar y/o alargar la vida útil de los pavimentos, así mismo las ventajas que proporciona los materiales pétreos reciclados

¿A quiénes sirve esta solución?

Así como ya se mencionó con anterioridad que esta investigación beneficiara en su mayoría para la reutilización de materiales pétreos con rejuvenecedores asfálticos, así mismo el buen estado de la carretera beneficiara en gran parte a los conductores de vehículos y a la población en general que transitan por las vías del distrito de Juliaca

### ***Justificación teórica***

¿Se llenará algún hueco de conocimiento?

En la presente investigación indicaremos que la reutilización de materiales pétreo con agentes rejuvenecedores en la pavimentación de carreteras, corresponde al reglamento de mantenimiento vial y lograr una aplicación amigable para la pavimentación de vías.

¿Se podrá generalizar los resultados a principios más amplios?

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio se pueden generalizar a principios más amplios para futuras obras que se ejecuten, para así se alargue la vida útil del pavimento asfáltico y reducir el impacto ambiental a futuro, tanto en el distrito de Juliaca, como a nivel nacional e internacional.

### ***Justificación práctica***

¿Qué tan conveniente es la investigación?

La elaboración del presente estudio es de conveniencia para alargar los años de servicio del pavimento flexible, lo cual beneficiara de manera positiva a la población de la ciudad de Juliaca, esto realizando la reparación de pavimentos existentes para que se mantengan de manera operativa y que pueda cumplir la vida útil.

¿El estudio contribuirá a formular o modifica prácticas o políticas asistenciales?

En la contemporaneidad en el mundo de la construcción de carreteras la reutilización de los materiales pétreos aplicado con rejuvenecedores es imponente día a día, en nuestro caso la finalidad principal es la determinación de la influencia de los Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado del distrito de Juliaca. Sobre las ideas ya expuestas, así mismo es una

solución viable para la aplicación en carreteras ya degradados.

¿Para qué sirve?

La presente investigación demuestra que el empleo de rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica en pavimento asfáltico recuperado, nos va servir para alargar la vida útil de los pavimentos y reducir el impacto ambiental, como también la reutilización de materiales recuperados para el pavimentado de las vías del distrito de Juliaca.

### ***Justificación metodológica***

¿Ayuda a la definición de un concepto variable o relación entre variables?

Con respecto a los instrumentos de recolección de información en este estudio se tiene en consideración el reglamento de mantenimiento de reparación vial, ya que esto es una herramienta principal para la aplicación con respecto a la reutilización de materiales pétreos con agentes rejuvenecedores.

¿Sugiere como estudiar más adecuadamente una población?

El estudio de una población es adecuado por medio de selección de muestras estadísticas, por lo que se sugiere que el estudio de una población en estudio de ingeniería sea por conveniencia, esto por la magnitud del estudio ya sea en vías, edificación, u otros tipos de infraestructuras en la rama de ingeniería civil

## **1.4. Objetivos**

### ***Objetivo general***

Determinar la influencia de los Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022.

### ***Objetivo específico***

1. Determinar las propiedades físicas del porcentaje de contenido de asfalto del pavimento flexible recuperado del distrito de Juliaca, departamento

de Puno, 2022.

2. Identificar el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado de distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.
3. Analizar las propiedades mecánicas del nuevo diseño de pavimento asfáltico con RAP adicionando Rejuvenecedores asfálticos del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.

### 1.5. Hipótesis

#### ***Hipótesis general***

Los rejuvenecedores asfálticos influyen significativamente en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.

**Tabla 1.** *Detalles de la hipótesis general.*

Hipótesis	Variable	Unidad de estudio	Conectores	Lugar	Tiempo
Los rejuvenecedores asfálticos influyen significativamente en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.	Rejuvenecedores asfálticos Diseño	Mezcla asfáltica de pavimento asfáltico	Influye significativamente	Distrito de Juliaca	2022

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### ***“Aprovechamiento de material de pavimento asfáltico envejecido para reciclaje en caliente y reutilización en mezcla asfáltica en caliente”***

(Aguilar, y otros, 2020), con base en investigaciones en el país y en otros países, se evaluó el uso de tecnologías de recuperación de pavimentos flexibles con asfálticos envejecidos para su reutilización en nuevas mezclas asfálticas en caliente. (p.4). El desarrollo de una metodología básica o fundamental, cuyo propósito fue plantear una mejora para el conocimiento en tecnologías que beneficiarán a las personas en un futuro no muy lejano próximo (p.42). los resultados que se obtuvieron con respecto al diseño de la carpeta de rodadura de muestra y el diseño de carpeta de materiales reciclados muestran que si el pavimento asfáltico reciclado se puede reutilizar para hacer nuevos pavimentos asfálticos, por lo tanto, es necesario analizar y determinar las dosificaciones requeridas y precisas de pavimento reciclado esto con el fin de un buen diseño de mezclas asfálticas que cumple con los estándares que corresponden a los parámetros especificados en la norma (p.90). Se concluyó que las cuatro proporciones de pavimento asfáltico reciclado utilizado en su diseño de un nuevo capa asfáltica, el que cumplió con todas las características de la mezcla especificadas por el reglamento fue el de diseño asfáltico de 30 por ciento reciclado, el cual tiene valores similares a los de la plegadora estándar dieron resultados, el cual es de suponerse la importancia de ahorro en el uso de nuevos áridos y cemento asfáltico (p.91).

**El presente estudio contribuye a de cómo realizar el procedimiento de reciclaje de pavimento flexible gastado para aplicar en un nuevo asfalto, esto con finalidad de realizar la reutilización de los materiales gastados en pavimentos anteriores.**

#### ***“Mejores prácticas para diseñar mezcla asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP)”***

(Leiva, y otros, 2017), conocer los mejores métodos de diseño y fabricación de

combinación bituminosa utilizando RAP. El documento propuesto brinda orientación para la utilización de los materiales RAP (p.36). Desarrollo de metodologías básicas o fundamental para la consideración en la decisiones mediante la gestión de materiales recuperados, las propiedades de los RAP, con el nuevo diseño mezclas asfálticas, la fabricación y control de calidad de mezclas que contengan RAP (p.37). Los resultados de los pavimentos de asfalto reciclado deben tratarse adecuadamente para reducir la clasificación y la variabilidad en el contenido de asfalto. Se deben tomar muestras aleatorias de la pila de RAP procesada para identificar variaciones en las propiedades del material RAP. Para procedimiento de reciclaje de pavimento asfáltico, recomendamos un tamaño máximo de árido de 38mm. El procedimiento de fabricación de RAP afecta el tamaño de los agregados y puede requerir que se filtren o eliminen demasiadas partículas grandes (p.41). Se concluyó que el grado de rendimiento PG del asfalto debe ajustarse teniendo en cuenta la contribución de los materiales asfálticos reciclados. Si el contenido de RAP es inferior al 15 %, no requiere de ajustar el grado PG del ligante nuevos. Si el contenido de RAP es del 15% al 25%, se recomienda bajar el PG del rejuvenecedor virgen una vez. Si el contenido de RAP está por encima del 25%, entonces se debe obtener el grado apropiado de asfalto virgen de la tabla mixta. (p.42).

**La presente investigación aporta que, con la identificación de la mejor metodología para el diseño de combinaciones bituminosas con RAP, esto con el fin de proporcionar una guía para el reusó de material RAP de pavimentos flexibles gastados.**

***“Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020”***

(Santa Cruz, 2021), en la Avenida Andrés Avelino Cáceres-Provincia de Concepción, se analizó el potencial para producir nuevas combinaciones bituminosas en caliente desde un material asfálticos reciclados (p.4). El método de estudio profundiza en los conocimientos adquiridos a través de los resultados obtenidos de estudios de Marshall, el ensayo de tracción de forma indirecta, daño por humedecimiento y el ensayo de



esfuerzo a la presión simple material asfáltico reciclado (p.43). Los resultados mostraron que cuando se adicionó el material bituminoso reciclado a la nueva combinación, el caudal disminuyó de 3.9 mm a 2.8 mm; por lo que la estabilización incremento de 950 kg a 1308 kg, nuevamente, debido a las propiedades mecánicas, se confirmó que en la nueva mezcla se ha demostrado la viabilidad de una nueva combinación bituminosa en caliente con 40% de material bituminoso reciclado (p.139). Con base en la evaluación de las pruebas realizadas, se concluyó que era posible preparar una nueva combinación bituminosa en caliente agregado con material asfáltico reciclado de la Avenida Andrés Avelino Cáceres. En la cual, no obstante, el comportamiento mecánico conforme permite que se puede agregar hasta un 40% de material asfáltico reciclado a la nueva mezcla (p. 142).

**El estudio actual muestra que hasta el 40% del material de asfalto reciclado de Av. Andrés Avelino Cáceres puede utilizarse para crear nuevas combinaciones de betún caliente para el pavimento de una carretera de la provincia de Concepción.**

***“Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con rap y una mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70-28”***

(Huari, 2020), se analizaron y evaluaron las características de combinación bituminosa en caliente con diferentes proporciones de pavimento asfáltico reciclado (RAP) utilizando aditivos que rejuvenecen el asfalto en comparación con combinación bituminosa variado con polímeros SBS PG 70-28 (p.5). Esta investigación, por sus características, es de enfoque cuantitativo, ofrece un proceso coherente, deductivo, demostrativo y analítico de la realidad objetiva (p.51). Los resultados obtenidos fueron que la viscosidad Brookfield reconfirmó el efecto del regenerante sobre el ligante asfáltico. Para un adhesivo 100% reciclado, el valor de viscosidad inicial a 135°C es 5313cP. Sin embargo, después de agregar 5% de regenerante, este valor aumenta y disminuye a 1905cP (65% de aumento en comparación con las condiciones iniciales) (p.144). Se llegó a la conclusión de que el material reciclado de la carpeta podría usarse en una nueva combinación bituminosa en caliente con los mismos resultados

en términos de características volumétricas y rendimiento de la combinación asfáltica (p.154).

**El presente estudio contribuye, con evaluar el desempeño de una combinación bituminosa en caliente con diferentes porcentajes de pavimento asfáltico recuperado (RAP) utilizando aditivos rejuvenecedores de asfalto para el asfaltado de un nuevo pavimento.**

***“Diseño de mezclas asfálticas elaboradas con concreto asfáltico reciclado (rap) y agentes rejuvenecedores”***

(Villafuerte, 2018), realizó el cálculo óptimo de combinación bituminosa utilizando cemento asfáltico reciclado (RAP) y la inclusión de aditivos rejuvenecedores (p.2). El método aplicado para el desarrollo de combinaciones bituminosa es experimental, se realizó una minuciosa y completa campaña de pruebas, que nos permitió no solo evaluar y diseñar, sino también observar una mixtión asfáltica en porcentajes altos de residuos de demolición (>25%) son los principales factores los cuales influyen en el desempeño mecánico de las mixtiones bituminosas con asfalto regenerado (p.13). Los resultados obtenidos fueron que los módulos dinámicos de las tres probetas tuvieron un comportamiento similar, sin embargo, los cambios de ángulo de fase de la probeta control y la probeta que contenía 30% RAP más 5% de regenerante mostraron mayor sensibilidad a la temperatura, principalmente a temperaturas superiores a 21° C, comienza a dominar el comportamiento viscoso del cemento asfáltico (p.99). La conclusión es que la evaluación mecánica del cemento asfáltico utilizado en el trabajo de este estudio puede determinar el contenido de RAP y de los regeneradores disponibles para la preparación de la mezcla de cemento, evitando la producción de muestras innecesarias (p. 120).

**La presente investigación aporta en realizar un diseño óptimo de mezclas asfálticas y determino los contenidos de pavimento asfáltico recuperado (RAP) con la incorporación de agentes rejuvenecedores, y a la vez han evitado la producción innecesaria de especímenes de prueba.**

***“Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del***

### ***reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+000 al km 79+000), Lima 2017”***

(Sánchez, 2017), afirma que ver de la economía y técnico de la vía de Lima-Kanta (KM 78+000 AL KM 79+000), he identificado las ventajas al comparar pavimentos flexibles mejorados por métodos de reciclaje con asfalto convencional, Lima 2017 (p.40). Es un tipo aplicado en el que se analizan en una sola pasada diversas teorías científicas existentes. Su objetivo es resolver problemas específicos y lograr resultados positivos (p.43). Los resultados muestran una diferencia de resistencia del 14,34% entre las combinaciones bituminosas tradicionales y la mezcla reciclada. Por lo que en el laboratorio, debido a una compactación insuficiente, se observó un envejecimiento prematuro del asfalto y se confirmó que el esfuerzo a la fatiga mejoró al mejorar el pavimento reciclado (p.77). Se finaliza indicando que se concluyó que la resistencia del asfalto reciclado se incrementó en un 14,34% comparando con el asfalto tradicional, dando como resultado una mejor estabilidad de la capa asfáltica de 1606 kg. Por tanto, frente al asfalto convencional con una estabilidad de 1263 kg, se puede concluir que el asfalto reciclado contribuye en el esfuerzo a la deformación (p.87).

**Le presente investigación ha comprobado que el pavimento asfáltico reciclado comparado con un asfalto convencional es mejor su estabilidad y resistencia ante las deformaciones, como también se puede observar desde una vista económica y técnica.**

### ***“Diseño de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlos y optimizar costos”***

(Valenzuela, 2020), diseño de pavimentos con mezclas recicladas para su reutilización y optimización de costo (p.18). El método de investigación general utilizado fue un método científico, y el método de síntesis analítica se utilizó como método específico (p.59). Como resultado se logró la composición de la mezcla con material reciclado, se realizaron 5 lavados de materiales reciclados (fresado) lo que nos arrojó un contenido de asfalto de 5.6% y en granulometría se empataron al límite inferior del MAC-2 curva de granulometría, donde malla 200 estaba fuera de rango, pero con la reconfiguración en el diseño se logró ajustar los parámetros del MAC-2, en el caso de costos insumos durante el reciclado, el diseño de la mezcla se recicla al 90 %, lo que reduce el costo

en un 38.7% del costo de la nueva mezcla, todos estos valores se encuentran relacionados con los parámetros estándares en el diseño de combinaciones asfálticas recicladas a temperaturas altas, lo que garantiza la factibilidad del diseño (p.79). Este diseño de mezcla de reciclaje en caliente le permite reciclar mezclas en caliente en nuevas mezclas y reutilizar materiales en un 85 % mediante la reutilización en diseños de pavimento utilizando mezclas recicladas y optimizando costos (p.85).

**El estudio actual contribuye al diseño de un pavimento de mezcla reciclada caliente para la reutilización y la optimización de los costes en el pavimento de las nuevas carreteras, y este diseño cumple con los parámetros establecidos en el estándar.**

***“Influencia de los asfaltos mejorados con rejuvenecedores en el comportamiento de las mezclas asfálticas”***

(Icaza, y otros, 2018), partiendo de una comparación, para evaluar el papel real del agente, se evaluó experimentalmente el efecto del uso de asfalto mejorado que contiene un agente rejuvenecedor sobre el comportamiento de las combinaciones bituminosas en la que se mantienen constantes las propiedades del esqueleto pétreo (p.3). La metodología de investigación es teórica por un lado y experimental por otro, consistente en una serie de ensayos sobre diferentes mezclas con un mismo marco de piedra, pero con diferente contenido de sustancias rejuvenecedoras y aceites en el ligante del cemento asfáltico (p.4). Los resultados obtenidos para la estabilidad Marshall tuvieron una media de 4929 lbs, una desviación estándar con valor de 333 lbs y un coeficiente de variación del 7%. Para caudales, la media es 12 (0,01"), la variación estándar es 1 (0,01") y el coeficiente de variación es 5% (p.41). finalmente se concluyó que la estabilización de Marshall promedio de seis combinaciones de mezclas hechas con las combinaciones de aglutinantes correspondientes cumplió con el mínimo establecido en 1800 libras en carreteras transitadas (p.75).

**La presente investigación aporta con evaluar de manera experimental a través de 06 combinaciones de mezclas, con la aplicación del asfalto mejorado y agentes rejuvenecedores para el comportamiento de mezclas asfálticas se**

**cumplió con el mínimo establecido en la norma.**

**“Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de Rueda Cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018”**

(Corbacho, 2019), plantea como objetivo determinar una estabilización con Marshall y deformación a largo plazo en una combinación asfáltica alterada en agua cálida de acuerdo a situaciones parciales de aditivos hasta fibras de polietileno de tereftalato recuperadas en Cusco, 2018 (p. 6); empleando metodología de investigación de enfoque cuantitativo, nivel correlaciona, diseño experimental (p. 40); se presentan los resultados, la proporción óptima de mixión asfáltica tiene un valor de 6,15 por ciento, arrojando una estabilidad de 938 kg y una fluctuación de 13,8 por ciento (0,25 mm). De acuerdo con los hallazgos de este estudio, la estabilización de diseño de mixtion asfáltica modificado reduce en un 9,6 por ciento en comparación con la mezcla de asfalto convencional. El flujo de diseño obtenido en la mezcla asfáltica modificada aumenta mínimamente en un 6,52 por ciento con respecto a la mixtión de asfalto convencional (p. 108); teniendo como conclusión En la presente investigación, se encontró que la influencia de la sustitución parcial de agregado fino en la estabilidad Marshall de mezcla asfáltica modificada con fibras PET disminuye un 9.6% en comparación a la mezcla asfáltica convencional, mientras el flujo de mezcla asfáltica modificada con fibras PET se incrementa en 6.52% en comparación a la mezcla asfáltica convencional Este estudio encontró que la influencia de la sustitución parcial de agregado fino en la estabilización Marshall de la mixtión asfáltica modificada con fibra de PET se reduce en un 9,6% comparando con el diseño de mixtión asfáltica convencional, en donde el flujo de la combinación asfáltica alterado con PET se reduce. Las fibras de la combinación aumentan un 6,52% respecto a la mezcla asfáltica convencional (p. 115).

**La presente investigación aporta determinando el porcentaje óptimo de mezclas asfálticas relacionando con la estabilidad y el flujo del nuevo diseño para**

**pavimento asfáltico, para lo cual realizo recolección de datos para realizar los estudios en el laboratorio.**

## **2.2. Bases Teóricas**

Las bases teóricas son teorías relacionadas a las variables de la presente investigación.

### ***Rejuvenecedores o mezclas asfálticas***

Según (Huari, 2020), el agente rejuvenecedor por sus propiedades químicas y físicas revierte las propiedades perdidas en el ciclo de vida al pavimento envejecido y brinda las condiciones requeridas para que brinde un buen comportamiento en la reciente mezcla establecida por el proyecto, es un material orgánico. A las especificaciones técnicas indican la dosis y distribución uniforme del agente rejuvenecedor debe ser probada en laboratorio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y finalmente aprobada por el supervisor a quien se le aplica la mezcla asfáltica con RAP (p.43).

(Jurado, 2018), existen diferentes tipos de rejuvenecedores asfálticos en el mercado, los mismos pueden cambiar las propiedades del asfalto para mejorar su desempeño, de acuerdo del tipo de rejuvenecedor puede ser un producto que se use de forma directa sobre la superficie asfáltica o un método de tratamiento que sea mezclado con asfalto recuperado para su reutilización (p.14).

### ***Tipos de rejuvenecedores asfálticos***

Según (Franco, 2002), el material asfáltico diluidos, su clasificación se divide de acuerdo al tipo y grado. Estos se clasifican en tipos RC, MC y SC, como los indicadores se tiene velocidad relativa y evaporación del solvente de acuerdo a los grados, 70, 250, 800, 3000, se tiene como la viscosidad reducida permitida a 60°C. Su valor máximo admisible sobre la viscosidad en cada grado los cuales son dos veces el valor mínimo permitido. Un stoke es un coeficiente entre la viscosidad en movimiento o absoluta (módulo de poisson) y sus densidad todos a una misma temperatura.

### ***Resistencia al agua***

De acuerdo a (Leonardo, 2016), dado que la presencia de agua dentro durante largos periodos de tiempo puede afectar significativamente a su comportamiento a través de fenómenos de stripping (separación de áridos de asfalto y cemento), la permeabilidad del asfalto es una característica importante en el diseño de pavimentos y barreras impermeables. (p.13).

Según (Navarro, 2017), el asfalto es un material compuesto principalmente por una mezcla de hidrocarburos pesados, con notables propiedades como impermeabilidad, adherencia y cohesión, con capacidad de soportar inmensos esfuerzos momentáneos y fluir bajo cargas constantes (p.36).

Las principales características para la impermeabilidad son el espesor y número de capas

### ***Resistencia a calor***

Según (Reyes, y otros, 2008), los primeros estudios en campo sobre el desgaste y envejecimiento de los asfaltos y las mezclas bituminosas se centraron en el proceso de pruebas y procedimientos para correlacionar los ligados asfálticos con los efectos ambientales. Los investigadores han probado hasta ahora cuatro sistemas de envejecimiento. A continuación, el envejecimiento en un horno caliente. El infrarrojo y el ultravioleta son las tres y cuatro longitudes de onda, respectivamente. (p.06).

Las principales características en el proceso de envejecimiento son la Vida útil, Resistencia a UV y Temperatura.

### ***Tipos de rejuvenecedor de asfalto***

- Rejuvenecedor en pavimentos asfálticos, rejuvenecedor de asfalto en pavimentos asfálticos, rejuvenecedor de asfalto para pavimentos asfálticos.
- Sellador – rejuvenecedor de asfalto para pavimentos asfálticos, rejuvenecedor de asfalto para pavimentos asfálticos.

### ***Diseño de mezcla asfáltica***

Monsalve, (Gaitán, y otros, 2019), señala que las cargas en los ejes de vehículos se esperan en la calzada de diseño, estos son de interés para el dimensionamiento de la superficie de la calzada, que determinan la estructura de la calzada para el período de diseño supuesto. Por esta razón, el tráfico es posiblemente variado, en la cual lo más importante es el diseño de una calle de sentido único. Esto significa determinar la cantidad, el tipo, peso de las unidades vehiculares que pasan por un área identificada. Es de suma importancia cuantificar el tráfico variable ya que genera cargas y fallas en la calzada (p. 45), Navarro (2017), Las Mezclas Asfálticas se suelen usar en la fabricación de vías y aeropuertos, etc. sin dejar en efecto el use de capas los cuales son utilizados en forma de capas para tráfico de alto volumen Las mezclas asfálticas están compuestas en aproximación en un 90% de agregados gruesos y un 5% de (filler) y otro tipo de material 5% de ligamiento asfáltico “Los componentes antes indicados son críticos con el buen funcionamiento del pavimento, el cual se presenta la falta de calidad en muchos de ellos repercute en todo el sistema” (p. 37).

### ***Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica***

#### **Estabilidad**

De acuerdo a (Leonardo, 2016), en esta etapa del proceso de preparación de las muestras, las mezclas se dejaron en formas cilíndricas hasta que alcanzaron la temperatura de 130 °C, y luego se sometieron a un proceso de fusión con la ayuda de una fusión de rotor, que a través del proceso de mezcla del material se puede fusionar de forma similar al proceso que se realiza en condiciones de campo. El asfalto es un material con un desempeño lineal en base a reducidas temperaturas y una alta frecuencia de carga, pero características visco plasmáticas a temperaturas superiores, como las superiores a los 40 grados centígrados. Las cargas de transporte repetidas causan una deformación irreversible de la capa de asfalto como resultado de este comportamiento, especialmente cuando se expone a altas temperaturas, como en la costa peruana y en la selva, donde la temperatura de cubierta de la carretera supera los 60 °C. (p. 42).



## Durabilidad

Según (Navarro, 2017), La durabilidad de un pavimento asfáltico es su capacidad con el fin de soportar factores la desintegración de agregados, cambios en las características del asfalto y las separaciones asfálticas. Estos factores pueden deberse a las condiciones climáticas, el tráfico o una combinación de ambos. Un agregado denso, duro y resistente a la separación contribuye a la durabilidad del piso. Una gradación densa permite un contacto más cercano entre las partículas del agregado, mejorando la impermeabilidad de la mezcla (p. 38).

**Tabla 2.** *Las causas y efectos.*

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Hay una baja cantidad de asfalto en la zona.	Resistencia rápida del asfalto y desintegración debido a una pérdida de agregado.
En general al diseño y la falta de compresión, existe una gran cantidad de vacíos.	Resistencia temprana del asfalto, seguida de agrietamiento o desintegración.
Ingredientes sensibles al agua (hidrofílicos).	Las partículas de asfalto se separan del agregado, dejando un pavimento esparcido o sin integrar.

Fuente. Navarro (2017).

## Deformación plástica

Según (Huamán, y otros, 2016), los asentamientos o deslizamientos, que se manifiestan como deslizamientos o incluso grandes asentamientos en la superficie de la carretera, se producirán si estas deformaciones son excesivas. La deformación "permanente" se debe a la acumulación de pequeñas deformación que se producen en cada capa como resultado de la carga aplicada, lo que hace que la deformación sea irreversible (p. 26).

## Flexibilidad

De acuerdo a de la (Santa Cruz, 2021), este es una propiedad en la superficie de pavimento de acomodarse con ligereza, sin presentar agrietamiento, asimilando los movimientos graduales y el asentamiento en la base y sub base. Los asentamientos en la estructura del pavimento se pueden presentar si falla alguno de los componentes.

Generando daños a la vista en la superficie de rodadura. Esto de acuerdo a las estructuras tienen arreglos de asientos distintivos (p. 49).

### **Superficie uniforme**

Según (Rodríguez, 2009), la capa de asfalto proporciona la superficie del asiento de la carretera y se fija en la parte suprema e inferior del pavimento estructural. Esta capa es la más vulnerable a los efectos del tiempo y del desgaste del vehículo, y requiere un mantenimiento rutinario para garantizar un buen rendimiento (p. 07).

### **Superficie impermeable**

De acuerdo a (Rodríguez, 2009), realiza la función de sellar la superficie, evitando que el agua entre y tal vez inunde las capas inferiores. También ayuda a las capas restantes a soportar las cargas y distribuir las tensiones (para una estructura con una altura de más de 2,5 cm) (p. 07).

### **Resistencia a la fatiga**

Según (Arellano, y otros, 2018), esta propiedad es la resistencia de un pavimento a la flexión repetida bajo cargas de tráfico. Varios estudios han demostrado que las variaciones en el contenido y la viscosidad del asfalto tienen un impacto significativo en la resistencia a la fatiga (p. 29).

**Tabla 3.** *Causa y efecto de la resistencia a la fatiga.*

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Bajo contenido de asfalto	Agrietamiento por fatiga
Vacios altos de diseño	Envejecimiento temprano del asfalto, seguido por agrietamiento por fatiga.
Falta de compactación	Demasiada flexión seguida por agrietamiento por fatiga.

Fuente. Arellano, y otros (2018),

### **Resistencia al deslizamiento**

De acuerdo a (Arellano, y otros, 2018), es una de las características que se presentan en la superficie de un pavimento con fines de reducir el deslizamiento o el reequilibrio esto en los neumáticos de los vehículos en cuanto a la superficie si está mojada. El

esfuerzo al deslizamiento se mide en el lugar con una superficie pavimentada normalizada y una velocidad de 65 km/h.

**Tabla 4. Resistencia al deslizamiento.**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Mucho asfalto	Exudación, sin resistencia al deslizamiento.
Material mal tamizado	Asfalto sin rugosidad,
Material pulido en mezcla	Sin resistencia al deslizamiento.

Fuente. Arellano, y otros (2018),

### **Metodología de diseño**

De acuerdo a (Arellano, y otros, 2018), este tipo de métodos de diseño es algo esencial e importante sobre las especificaciones sobre la construcción para todos los pavimentos de asfalto. Independientemente del diseño de mezcla utilizado, conforma parte de las especificaciones y no una "ley". Los procedimientos de diseño de mezcla de Marshall se han utilizado con resultados satisfechos. Cada procedimiento ha generado un criterio para correlacionar los resultados de las pruebas de laboratorio al interior de ciertos límites. Es importante encontrar que no todos los métodos son aplicables a todo tipo de mezclas.

### **Parámetros de Marshall con rejuvenecedores asfálticos**

Según (García, y otros, 2020), indica que el procedimiento original de Marshall solo se puede emplear una mezclas asfálticas calientes que contienen agregados con un tamaño no superiores a 25 mm (1"). El procedimiento de Marshall modificado, por su parte, fue desarrollado para agregados con un tamaño de no mayores a 38 mm (1,5"); se utilizó para el diseño de laboratorio y supervisión en el campo de combinaciones asfálticas con granulométricas densas. Debido a que las pruebas de estabilidad son por definición empíricas, lo importante de los resultados en condiciones de estimar el desempeño del campo disminuye cuando se modifican los procedimientos operativos estándar (p. 52).

- Contenido óptimo de mezcla asfáltica
- Cantidad de vacíos

### **Prueba de estabilidad y flujo**

Según (Garcia, y otros, 2020), afirma que Después de determinar la gravedad específica, el espécimen se somete a un examen de estabilización y flujo, el cual consiste en sumergir la muestra en una poza de agua de  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $140\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 1,8\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) esto en un tiempo de 30 a 40 minutos antes de que el examen se someta a los equipos de laboratorio. Posterior retire la muestra del recipiente y seque con cuidado la superficie. Después de posicionar y centrar el espécimen en el lugar de mordaza inferior, con el fin de trasladar a la mordaza de arriba lo cual se centra en su totalidad en el aparato de compresión. A continuación, la muestra se somete a una deformación constante de 51 mm (5") por cada minuto hasta el momento que falle. La lectura de carga máxima se obtuvo define un punto de fallo (p. 54).

### **Análisis de densidad y vacíos**

Según (Garcia, y otros, 2020), afirma que luego de complementar los ensayos de estabilización y flujo, es llevada con el propósito de analizar la densidad y vacío en cada una de sus especímenes de ensayo. Es con el propósito de encontrar la máxima gravedad teórica de acuerdo a (ASTM D2041) por lo menos para dos contenidos de asfalto de preferencia aquellos que se acerquen al porcentaje óptimo de asfalto. A partir de estos valores, se calcula un promedio del peso específico efectiva del total. Usando la gravedad específica y la gravedad específica efectiva del agregado total, de la misma forma el promedio de los pesos específicos del asfalto compactado, el peso específico del asfalto y la densidad máxima teórica del asfalto, se determina el porcentaje de vacíos calculado. Por peso de agregado seco (p. 55).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Enfoque de investigación**

Dado que la base está relacionada con los parámetros que deben cumplirse en la elaboración que debe ser aprobada, así como tener dimensiones e indicadores que permitan medir la variable de investigación, esta investigación adopta un enfoque cuantitativo. La investigación cuantitativa implica recoger y analizar datos cuantitativos sobre una variedad de variables (Pita, y otros, 2012 pág. 25).

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

###### **3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito**

De acuerdo al propósito del estudio, es de tipo aplicada esto debido a que el estudio se centró en un tramo de vía pavimentada degradada en la ciudad de Juliaca, donde se utilizarán conceptos y teorías del manual vial vigente en el país, Cuando la investigación tiene como objetivo adquirir nuevos conocimientos, tiene como objetivo permitir soluciones a problemas prácticos (Alvarez, 2020 pág. 65).

###### **3.1.2.2. Tipos de investigación por el diseño**

El término experimento tiene al menos dos significados. Uno tiene un significado general y el otro tiene un significado específico. Generalmente, se refiere a "seleccionar o realizar una acción" y observar el resultado (Contreras, Cumpa, Fuerte, Saavedra, & Vásquez, 2020), este tipo de estudio es experimental, manipulando variables para aplicar agentes rejuvenecedores de asfalto para diseñar mezclas asfálticas aptas para el nuevo pavimento de carreteras, el estudio se realizará en la ciudad de Juliaca.

###### **3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel**

Es explicativo, en consecuencia al nivel del estudio, porque explica cómo la variable independiente influye en la variable dependiente, lo que requiere control. y deberá cumplir estudios de causa – efecto. Este ámbito de estudio requiere la explicación y

determinación del fenómeno (Ramos, 2020 pág. 12).

### 3.1.3. *Diseño de investigación*

Por su diseño, este estudio es experimental en cuanto es cuasi - experimental si se manipulan las variables, ya que presenta repetición y control local de las variables, posibilitando la realización del proyecto analítico durante el período. La investigación cuasiexperimental tiene como objetivo manipular al menos una variable independiente cuando las unidades de investigación no pueden asignarse aleatoriamente (García, y otros, 2014 pág. 25).



**Figura 1.** *Diagrama de diseño de investigación.*

El siguiente esquema de elaboración se aplica a este proyecto de diseño experimental y cuasi experimental:

<b>Grupo</b>	<b>Asignación</b>	<b>Pre Prueba</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Post Prueba</b>
GE		O1	X	O2
GC		O3	-	O4

Dónde:

GE: grupo de estudio

O1, O3: pre test

O2, O4: post test

## 3.2. Variables y operacionalización

### 3.2.1. Variables

**Variable independiente: Rejuvenecimiento de asfalto.** El agente rejuvenecedor por sus propiedades químicas y físicas revierte las propiedades perdidas en el ciclo de vida al pavimento envejecido y brinda el estado actual para que brinde un buen comportamiento dentro de la nueva combinación bituminosa establecida por el proyecto, es un material orgánico con las descripciones técnicas correspondientes. La dosis y dispersión uniforme del agente rejuvenecedor debe ser probada en laboratorio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y finalmente aprobada por el supervisor a quien se le aplica la mezcla asfáltica con RAP. (Huari, 2020 pág. 17).

**Variable dependiente: Diseño de mezcla asfáltica.** Son las características finales de la mezcla densidad, cantidad de vacíos, porcentaje de piedra y contenido de regenerante bituminoso. (Minaya & Ordóñez, 2016, p. 9).

### Clasificación de variables

**Tabla 5.** Clasificación de variables.

LISTA DE LAS VARIABLES					
Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Rejuvenecedores asfálticos.	Independiente	Cuantitativa	De razón	Unidimensional	Directa
Diseño de mezcla asfáltica	Dependiente	Cuantitativa	De razón	Bidimensional	Indirecta

### 3.2.2. Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables.*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente: Rejuvenecedores asfálticos</b>	El agente rejuvenecedor por sus propiedades químicas y físicas revierte las propiedades perdidas en el ciclo de vida al pavimento envejecido y brinda el estado actual para que brinde un buen comportamiento dentro de la nueva combinación bituminosa establecida por el proyecto, es un material orgánico con las descripciones técnicas correspondientes. La dosis y dispersión uniforme del agente rejuvenecedor debe ser probada en laboratorio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y finalmente aprobada por el supervisor a quien se le aplica la mezcla asfáltica con RAP. (Huari, 2020 pág. 17).	Para determinar la influencia de los rejuvenecedores asfálticos se toman en consideración las propiedades físicas.	Propiedades físicas	Lavado asfáltico (%)	Razón
<b>Variable dependiente: Diseño</b>	Son las características finales de la mezcla densidad, cantidad de vacíos, porcentaje de piedra y contenido de regenerante bituminoso. (Minaya & Ordóñez, 2016, p. 9).	Para el diseño de la mezcla asfáltica se toma en consideración, el porcentaje de parámetros Marshall de los rejuvenecedores asfálticos, resistencia a la compresión y los efectos positivos y negativos de rejuvenecedores asfálticos.	Comportamiento mecánico	Estabilidad (kg)	Razón
				Flujo (mm)	
			Propiedades mecánicas.	Esfuerzo Deformación (kg/mm)	Razón
Contenido óptimo de mezcla asfáltica (%).					
				Porcentaje de vacíos (%).	
				Porcentaje de vacíos llenos con C.A. (%)	



### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Desde el punto de vista estadístico, una población o universo es un conjunto de elementos o temas que serán objeto de investigación (Borja, 2012 pág. 80).

Mezclas asfálticas de pavimento recuperado del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.

#### **3.3.2. Muestra y Muestreo**

##### **3.3.2.1. Técnicas de muestreo**

Los regeneradores de asfalto se aplicarán en porcentajes de 0.5% 1.0% 1.5% y 2.0% en el estudio actual, que será un muestreo no probabilístico por juicio teniendo en cuenta el criterio del autor. Este muestreo se basará en la opinión de los expertos, y se elegirá en función de factores como:

- Estado de vía.
- Condición actual de la vía.
- Longitud de la vía.
- Tráfico vehicular.

##### **3.3.2.2. Tamaño de Muestra**

Una muestra se define como una colección de objetos y sujetos de la población; es decir, un subconjunto de la población, si se define como un conjunto de elementos que cumplen ciertos requisitos. Se pueden seleccionar varias muestras aleatorias de una población. (Monje, 2016 pág. 72).

El tamaño de la muestra para la presente investigación será un tramo de 2 km. De pavimento asfáltico del distrito de Juliaca, departamento de Puno.

**Tabla 6.** *Tamaño de muestra.*

<b>Tramo</b>	<b>Muestra</b>	<b>Dimensiones de muestra</b>
I	M-01	30cm x 30cm
	M-02	30cm x 30cm
	M-03	30cm x 30cm
II	M-04	30cm x 30cm
	M-05	30cm x 30cm
	M-06	30cm x 30cm

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos consisten en la obtención de datos en el campo y en el laboratorio de asfalto, los cuales se obtendrán por medio de la técnica de observación, los datos de campo y laboratorio son necesarios para el procesamiento y obtención de los resultados en la investigación, además se apoya en manuales y guías proporcionados por el Ministerio de Transporte y Comunicación, se utilizará la técnica de observación en este estudio.

Mejía, (2015), las herramientas que pueden medir las propiedades de las variables se denominan pruebas, son las herramientas que se utilizan para medir diferentes variables de comportamiento, especialmente los resultados de aprendizaje. El objetivo es obtener información precisa sobre el éxito del aprendizaje a través de los datos proporcionados por los instrumentos y reconocer los éxitos y fracasos.

#### **3.4.2. Instrumentos**

En el procedimiento de recolección de información se utilizarán Guías de observación como instrumento de recolección de datos.

Arias, (2021), este dispositivo permite registrar sistemáticamente si la situación observada es evidente. Las situaciones y eventos deben ser definidos en el operativo como requisito para el uso de este tipo de equipos en el proceso de investigación.

**Tabla 7. Técnicas e instrumentos de investigación.**

Técnica	Instrumento	Ensayos de laboratorio	Anexo
Observación	Guías de observación	Validación de granulometría de agregados por extracción por ignición del asfalto de según a las normativas de AASHTO T 30 y T 308	
		• Contenido de asfalto	Anexo 04
		• Diseño Marshall	Anexo 04
		• Análisis granulométrico por tamizado	Anexo 04
		• Peso específico y absorción.	
• Grava chancada (Análisis granulométrico por tamizado.	Anexo 04		
• Filler (Análisis granulométrico por tamizado y peso específico y absorción.			

**Tabla 8. Guías de observación**

Etapas de la investigación	Instrumentos	Validación
Contenido de asfalto	Guías de observación	MTC
Diseño Marshall	Guías de observación	MTC
Análisis granulométrico por tamizado Peso específico y succión.	Guías de observación	MTC
Filler (Análisis granulométrico por tamizado y peso específico y succión.).	Guías de observación	MTC
Grava chancada (Análisis granulométrico por tamizado).	Guías de observación	MTC

**Validez**

Esto incluye garantizar que los resultados, son los resultados de la variable independiente y no de otras condiciones potencialmente intervinientes que deben controlarse (Borja, 2012). Las guías de observación serán validadas por parte de los ingenieros colegiados ver (tabla 9).

**Tabla 9. Lista de expertos.**

N°	Apellidos y nombres	CIP
01	Villar Quiroz Josualdo Carlos	106997
02	Nina Ventura Eloy Indalecio	97881

La validación de los instrumentos de investigación será por dos (02) especialistas con

una alta experiencia los que demostraran el grado de confiabilidad en el tema de investigación. *Ver anexo 05.*

### ***Confiabilidad***

“La fiabilidad del presente instrumento de estudio es realizar medidas relacionados con la finalidad de obtener valores y resultados sobre la misma muestra la veces que se desees (Fidias, 2016) La confiabilidad en esta investigación se agregara las fichas de calibración de los equipos de laboratorio utilizados en los estudios, estas pruebas son recomendaciones y garantizadas por los expertos en el esta área de estudio por especialista y de acuerdo a las normativas de MTC.

Se utilizarán certificados de calibración para garantizar la fiabilidad del equipo utilizado en las pruebas de laboratorio de asfalto. (Ver Anexo 5.1).

Los certificados de calibración del laboratorio de asfalto avalarán la precisión de los datos proporcionados por el estudio de asfalto. (Ver Anexo 06).

### 3.5. Procedimientos

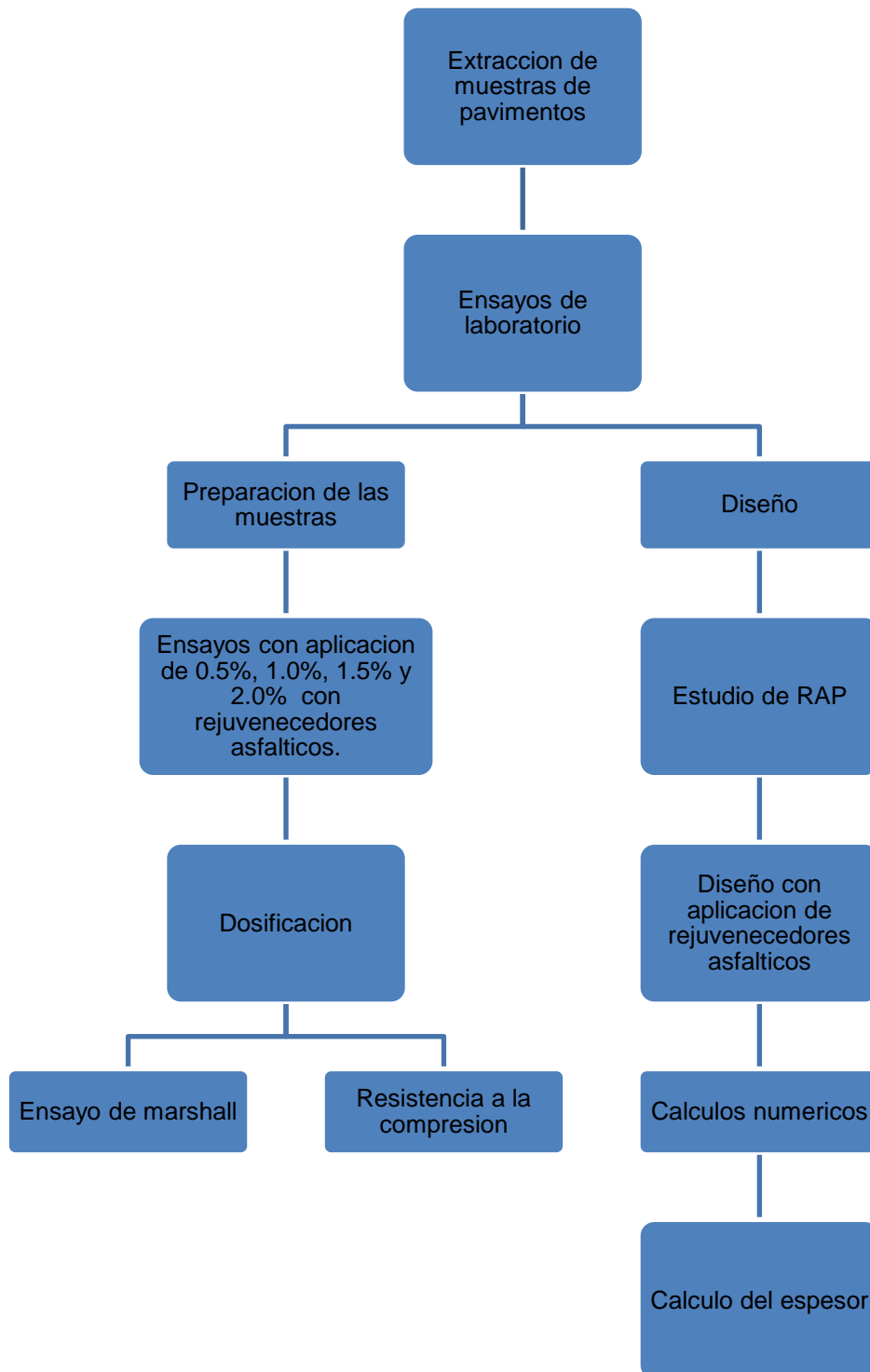


Figura 2. Cuadro sinóptico.

### ***Extracción de muestras de pavimentos***

Las combinaciones bituminosas están compuestas por agregados y asfalto, debiendo evaluarse cada uno de sus componentes individualmente en función de su diseño y rendimiento esperado, y luego la mezcla en su conjunto. Para lo cual se extrae una cierta cantidad de muestra de pavimento asfáltico (Ulloa, 2011). De igual forma, se seleccionaron tres sitios para inspección y ensayo, dependiendo del tipo y severidad del daño ocurrido, con el fin de brindar un gran número de muestras representativas que pudieran alcanzar el alcance de investigación propuesto (López, 2015 pág. 85).

En el caso de núcleos, se deben extraer al menos 3, ensayar por separado y promediar los resultados para determinar la aceptabilidad. Las muestras tomadas con sierra (bloques) deberían tener un área mínima de 10 000 mm<sup>2</sup> (16 in<sup>2</sup>) y ser cortadas de manera que no se altera la muestra. No usar desatornilladores, cinceles u otras herramientas con punta que pueden distorsionar la muestra, cuando se extrae la muestra.

**Tabla 10.** *Lista de ensayo de laboratorio.*

<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>Normativa</b>
Contenido de asfalto	ASTM D-2172, MTC E 502
Diseño Marshall	ASTM D-1559
Análisis granulométrico por tamizado Gravedad específica y absorción.	ASTM D-422, MTC E 107
Filler (Análisis granulométrico por tamizado y Gravedad específica y absorción.	ASTM D-422 MTC E 107

### ***Preparación de las muestras***

La preparación de la muestra se realiza desde la extracción de muestra y en el laboratorio.

### **Ensayos con aplicación de 0.5% 1.0%, 1.5% y 2.0% con rejuvenecedores asfálticos**

#### **Dosificación**

La combinación bituminosa se diseñó utilizando el método Marshall. Los resultados de

la estabilidad, la fluidez, la densidad (Bulk), la proporción de vacíos que contienen aire, los vacíos de agregados y los vacíos llenos de aire se utilizan para determinar las proporciones óptimas de asfalto. Cuando se realiza la prueba sobre una muestra estándar y una muestra modificada con GCR, se miden los asfaltos. (Orellana, 2019 pág. 42).

### **Ensayo de Marshall**

El objetivo de esta prueba es determinar el contenido óptimo de asfalto para un tipo específico de combinación bituminosa, en este caso, teniendo en cuenta las características técnicas de la regulación, que especifican los intervalos permisibles para las propiedades básicas de cada tipo de mezcla de asfalto.

Experimento para determinar los valores de estabilidad y deformabilidad de pavimentos asfálticos, ideado por Bruce G. Marshall del Departamento de Transporte de Mississippi (EEUU) (Orellana, 2019 pág. 15).

#### **Estabilidad**

La estabilidad se calcula multiplicando la carga máxima que puede soportar la sonda por un factor de corrección, y es función del volumen y tamaño de la sonda (Orellana, 2019).

#### **Flujo**

El flujo es la reducción de diámetro, expresada en mm, que experimenta la muestra entre el inicio de la carga y el momento de la ruptura, que es de aproximadamente 0,1 mm (Orellana, 2019 pág. 16).

### **Estabilidad en la muestra**

Mide la resistencia a la compresión de combinaciones bituminosas compactadas para mezclas, pesaje y fabricación en laboratorio, así como para mezcla y fabricación en planta. En general, la muestra debe ser cilíndrica con un diámetro de 101,6 mm y una altura de  $101,6 \pm 2,5$  mm. Es bien sabido que las dimensiones de la muestra tienen un efecto sobre los resultados de la prueba de resistencia a la compresión. Otras probetas

cilíndricas 101,6 mm (MTC, 2016 pág. 512).

## **Diseño**

### **Estudio de RAP**

El uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP) está demostrando ser una alternativa ambientalmente sustentable y económica, reduciendo el uso de material virgen hasta en un 45%.

### **Diseño con aplicación de rejuvenecedores asfálticos**

De acuerdo a la información existente procedemos a calcular el espesor de la estructura del pavimento de acuerdo al método AASHTO 93:

### **Cálculos numéricos**

En el cálculo numérico se aplicará la fórmula que plantea el método AASTHO 93.

$$\log W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \text{Log} (SN + 1) - 0.20 + \left[ \frac{\text{Log} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right] \quad \text{Ecu. (1)}$$
$$+ 2.32 \text{Log} M_R - 8.07$$

### **Cálculo del espesor**

El espesor del pavimento será determinado por el método AASHTO 93, en donde se determinará el espesor y el porcentaje de desgaste de la estructura de pavimento, todo esto a base de los cálculos matemáticos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En el presente estudio, se trata de diseño de experimentos y cuasi-experimental. Esto se debe a que, si hay una manipulación de variables, esto muestra la iteración de variables y el control local y se puede analizar. El período de realización del proyecto al que se aplica las estadísticas descriptivas. Se utilizan tablas de distribución de frecuencias, gráficos estadísticos y valores medidos.



En la Variable independiente de Rejuvenecedores asfálticos se utiliza la siguiente **Tabla 11**. En donde se puede observar las propiedades de rejuvenecedores asfálticos.

**Tabla 11.** *Propiedades de rejuvenecedores asfálticos.*

Propiedades	AC-20		Asfalto base	Asfalto + rejuvenecedor
	Min	Max		
Viscosidad 60°	160	240	235	100
Visc. Cinemática 135 °C	300		343	277
Punto de inflación °C	232		290	305
G. específica 25°C			1013	1011
P. ablandamiento °C			49.5	47.0
Penet. 25°C, 100g. 5s			68	100
Índice de penetración	-1.5	+1.0	-0.6	-0.2
Residuo RTFO				
Viscosidad 60°		800	1315	716
Cambio de masa (%)		1.0	0.049	0.063
Ductilidad 25°C.	50		25	55.5

Fuente: (Vila, y otros, 2021).

En la Variable dependiente de Diseño de mezcla asfáltica, se tendrá en consideración la **Tabla 12**. En la cual se puede visualizar la resistencia de las muestras

**Tabla 12.** *Resistencia de muestras.*

Tipo de rejuvenecedor	Resistencia (pa)	Desplazamiento (mm)
60/70	1166	2.37
85/100	1135	3.09
SBS	1567	3.42

Fuente: (Reyes, 2009).

### 3.7. Aspectos éticos

El componente ético es crítico para todos los profesionales ya que da credibilidad a lo que hacen. Como tal, se refiere al trabajo de investigación actual de varios proyectos de investigación, disertaciones, manuales y artículos de fuentes confiables, que luego serán redactados y revisados por jurados calificados. Por lo tanto, es necesario lograr un equilibrio entre la ética y la moral. Estos se pueden ver en este estudio, que se cita adecuadamente con el manual ISO 690, además de analizar las similitudes del estudio con el programa TURNITIN.

### 3.8. Desarrollo del proyecto

#### 3.8.1. Ubicación de lugar de investigación

El lugar para la presente investigación está determinado por la muestra de estudio, el estudio se realizará en la av. circunvalación zona este de la ciudad de Juliaca, el pavimento de esta avenida es pavimento flexible, esta vía cuenta con dos calzadas con doble carril y una mediana en el centro de la vía.

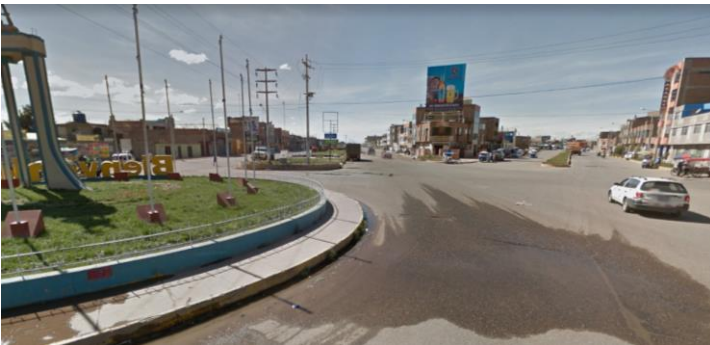


Figura 3. Vista de la avenida circunvalación.

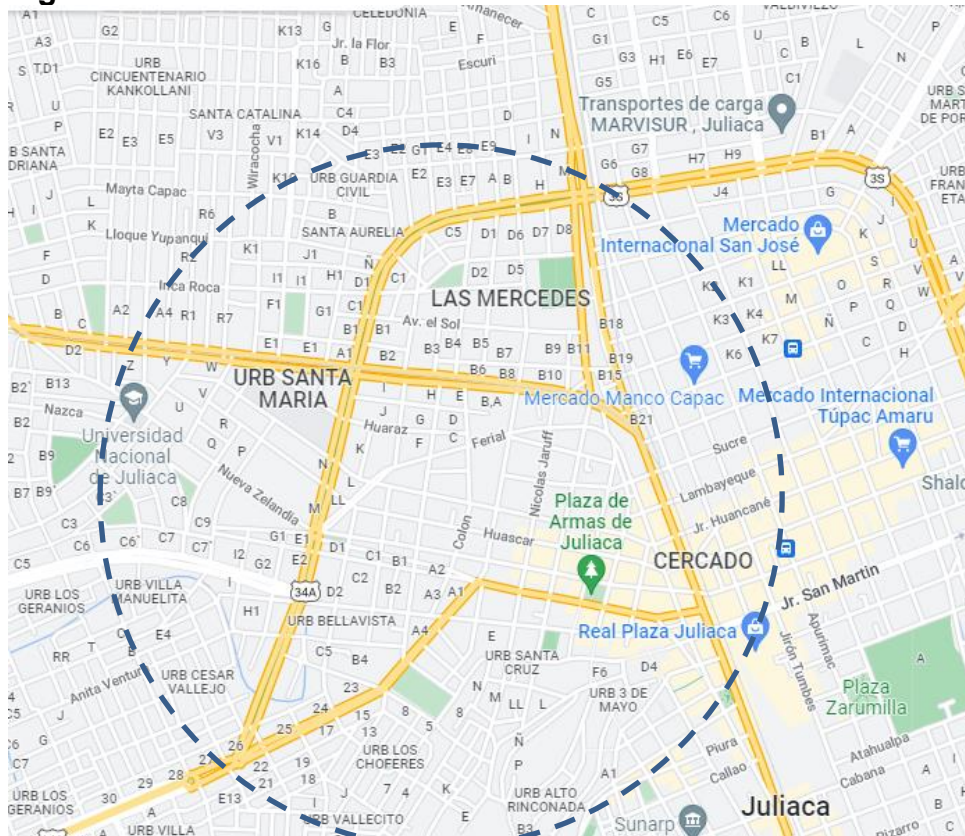
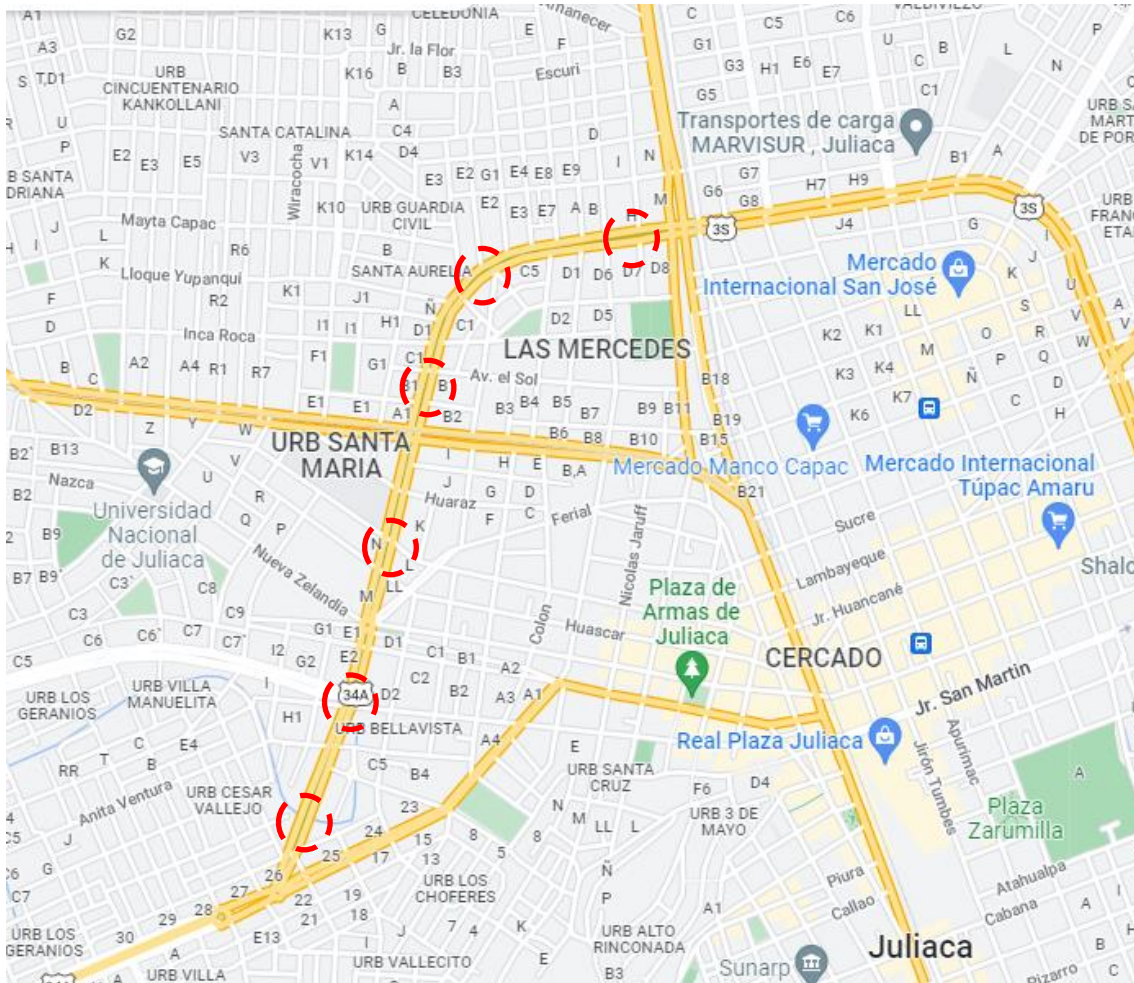


Figura 4. Ubicación de la zona de investigación, avenida circunvalación.



**Figura 5.** *Puntos de extracción de muestras.*

### **3.8.2. Extracción y recolección de muestra**

La extracción de muestra se realiza en 6 puntos diferentes del lugar de investigación, cada muestra extraída tiene una dimensión de 30 cm por 30 cm.

La extracción de muestra se inicia con el trazo de 30 cm por 30 cm, para realizar el corte del pavimento, se continua con la instalación de equipo de cortadora de concreto, para realizar el corte del pavimento, luego del cortado de pavimento se extrae la muestra con las medidas ya mencionadas y finalmente se realiza el embalaje y etiquetado correspondiente a la muestra para enviar al laboratorio de pavimentos.





**Figura 6.** Vista de instalación de equipo de corte.



**Figura 7.** Vista de muestra extraída.



**Figura 8.** Vista de recolección de muestra de pavimento reciclado.

### 3.8.3. Propiedades físicas.

Las propiedades físicas del pavimento flexible reciclado se determinan realizando el ensayo de lavado asfáltico en donde se encontró diferentes proporciones sobre el Contenido de mezcla asfáltica (%), Porcentaje de grava (%), Porcentaje de arena (%) y Porcentaje de finos (%), esto se detalla en los siguientes ítems.



**Figura 9.** Vista de ensayo de lavado asfáltico.



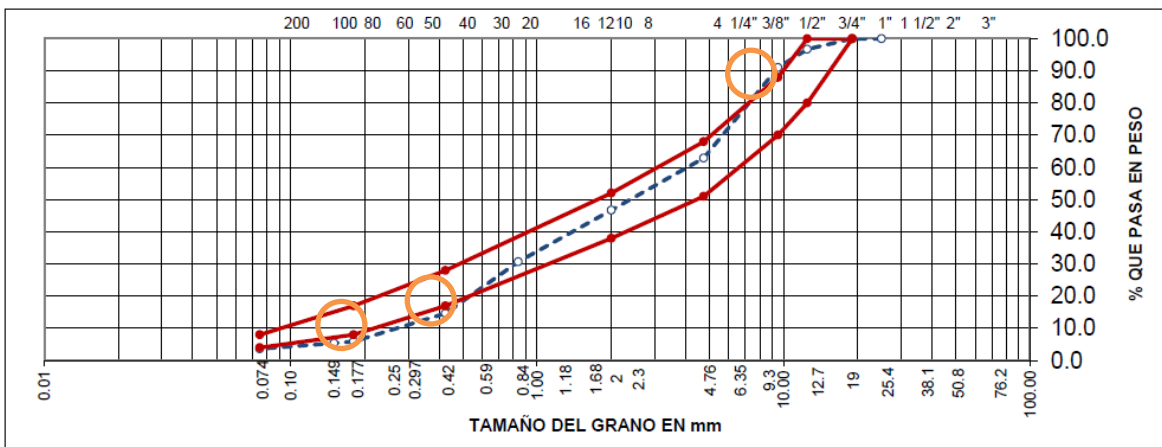
**Figura 10.** Vista de ensayo de lavado asfáltico.

### 3.8.3.1. Contenido de mezcla asfáltica (%)

El porcentaje de la mezcla asfáltica en pavimento recuperado es fundamental, porque de esto depende la cantidad de rejuvenecedor asfáltico que se le agregara para el nuevo diseño de pavimento.

**Tabla 13. Ensayo de lavado asfáltico de la muestra 01.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN				
3/4"	19.000	0	0.0	0.000	100.00	100	100	PESO M.A.C.	: 1800.00	g
1/2"	12.500	55	3.3	3.300	96.70	80	100	PESO AGREGADOS	: 1680.00	g
3/8"	9.500	96	5.7	9.000	91.00	70	88	PESO C.A.	: 120.00	g
Nº 4	4.750	472	28.1	37.100	62.90	51	68	CONT. DE C.A.	: 6.67	%
Nº 10	2.000	272	16.2	53.300	46.70	38	52			
Nº 20	0.840	270	16.1	69.300	30.70			GRAVA	: 37.08	%
Nº 40	0.425	269	16.0	85.400	14.60	17	28	ARENA	: 59.29	%
Nº 80	0.180	147	8.8	94.100	5.90	8	17	FINO	: 3.63	%
Nº 100	0.150	8	0.5	94.600	5.40					
Nº 200	0.075	30	1.8	96.400	3.60	4	8			
< Nº 200	FONDO	61	3.6	100.000	0.00					



**Figura 11. Análisis granulométrico de pavimento reciclado.**

**Interpretación:** en la **Tabla 13**. Se puede visualizar el ensayo de granulometría en donde se determinó el porcentaje de contenido de asfalto que conserva el pavimento, así mismo se determinó el porcentaje de grava, arena y finos, en donde se puede observar que en la malla 3/8" sobrepasa el porcentaje permitido, también en las mallas 80 y 200 falta un porcentaje de material, por lo que se procede a realizar el aumento de materiales pétreos y filler. Así mismo se puede apreciar el porcentaje de contenido de asfalto en el pavimento recuperado, esto con la finalidad de determinar el porcentaje adecuado para agregar la cantidad de rejuvenecedores asfálticos, en donde se tiene como resultado de contenido de asfalto de 6.67%, grava 37.08%, arena 59.29% y fino

3.63%.

### 3.8.3.2. Porcentaje de materiales

De acuerdo al análisis granulométrico del pavimento reciclado se realiza el agregado de material pétreo y filler, esto con la finalidad de cumplir con los parámetros del análisis granulométrico que indica la normativa.

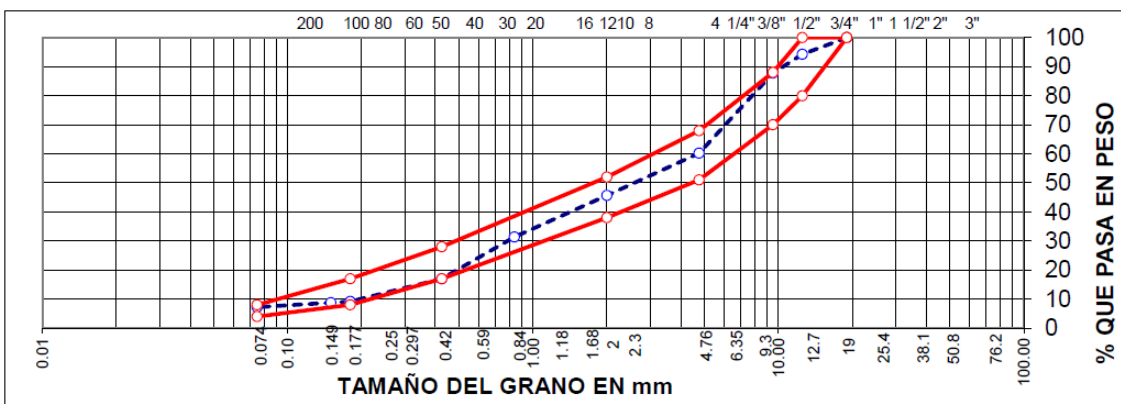
**Tabla 14. Agregado de materiales pétreos.**

Descripción	Porcentaje
Agregados de pavimento asfáltico recuperado	89.0%
Piedra chancada pasante malla 3/4	7.0%
Arena chancada	0.0%
Arena natural	0.0%
Filler silico	4.0%

**Interpretación:** En la **Tabla 14**. Se puede apreciar la cantidad de material pétreo y filler que se agregó para cumplir con los parámetros de granulometría, los resultados se presentan en las siguientes tablas.

**Tabla 15. Granulometría agregando material pétreo y filler.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN					
3/4"	19.000	0	0.0	0.000	100.00	100	100	Peso inicial	:	2400.00	g
1/2"	12.500	136.75	5.7	5.700	94.30	80	100	Peso fracción	:	624.00	g
3/8"	9.500	156.86	6.5	12.200	87.80	70	88	Grava	:	39.80	%
Nº 4	4.750	662.44	27.6	39.800	60.20	51	68	Arena	:	52.97	%
Nº 10	2.000	150.5	14.5	54.320	45.68	38	52	Fino	:	7.23	%
Nº 20	0.840	148.6	14.3	68.660	31.34						
Nº 40	0.425	148.4	14.3	82.980	17.02	17	28				
Nº 80	0.180	81.1	7.8	90.800	9.20	8	17				
Nº 100	0.150	4.5	0.4	91.230	8.77						
Nº 200	0.075	16	1.5	92.770	7.23	4	8				
< Nº 200	FONDO	894.85	37.3	130.070							



**Figura 12. Curva granulométrica cumpliendo los parámetros.**

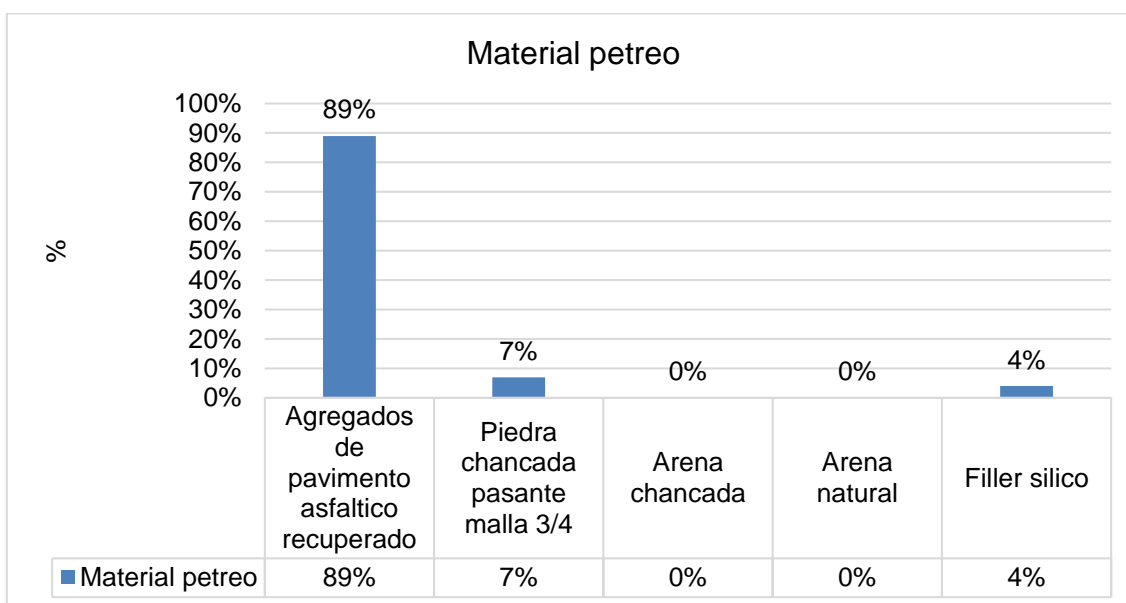
**Interpretación:** en la **Tabla 15** y **Figura 12**. Se aprecia el ensayo de granulometría cumpliendo con los parámetros estandarizados por la norma, por lo que con esta muestra se inicia el diseño de mezclas asfálticas Marshall, esto con la finalidad de determina la cantidad de rejuvenecedor óptimo para aplicar en los pavimentos flexibles.

### 3.8.3.3. Porcentaje de material optimo

El pavimento reciclado presentaba un porcentaje mínimo de desgaste de material como es la piedra chancada y filler silico, por lo que se procedió a agregar un porcentaje mínimo de los materiales mencionados, esto con la finalidad de tener un pavimento flexible adecuado.

**Tabla 16.** *Porcentaje de materiales que se agrega para aplicar rejuvenecedor asfaltico.*

MATERIAL PÉTREO	PORCENTAJE
Agregados de pavimento asfaltico recuperado	89%
Piedra chancada pasante malla 3/4	7%
Arena chancada	0%
Arena natural	0%
Filler silico	4%
Asfalto optimo	6.80%



**Figura 13.** *Diagrama de la cantidad de materiales que se agregó.*







**Figura 16.** Muestreo para ensayo de Marshall.

**Tabla 17.** Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra patrón

<b>Muestra patrón (0%)</b>	
<b>fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
0	0
85	0.001
150	0.002
230	0.003
350	0.005
415	0.006
498	0.0073
581	0.0086
664	0.0099
690	0.0112
709	0.0125
690	0.0138
500	0.0151
480	0.0164
475	0.0177
470	0.019
465	0.0203
460	0.0216
455	0.0229
450	0.0242
445	0.0255
440	0.0268

**Tabla 18.** Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 01 (0.5%).

<b>M-01 (0.5%)</b>	
<b>Fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
0	0

<b>M-01 (0.5%)</b>	
<b>Fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
100	0.0008
150	0.0009
230	0.001
350	0.002
415	0.0025
498	0.0031
581	0.0038
664	0.0047
690	0.0056
884	0.0065
690	0.0074
500	0.0083
480	0.0092
475	0.0101
470	0.011
465	0.0119
460	0.0128
455	0.0137
450	0.0146
445	0.0155
440	0.0164

**Tabla 19.** Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 02 (1.0%).

<b>M-02 (1%)</b>	
<b>fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
0	0
100	0.00075
120	0.0009
230	0.002
350	0.0031
415	0.0042
498	0.0053
581	0.0064
664	0.0075
690	0.008
876	0.0095
690	0.0108
500	0.0119
480	0.013
475	0.0141
470	0.0152
465	0.0163

<b>M-02 (1%)</b>	
<b>fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
460	0.0174
455	0.0185
450	0.0196
445	0.0207
440	0.0218

**Tabla 20.** Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 02 (1.5%).

<b>M-03 (1.5%)</b>	
<b>fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
0	0
100	0.000835
120	0.000912
230	0.00213
350	0.003348
415	0.004566
498	0.005784
581	0.007002
664	0.00822
690	0.009438
769	0.010656
690	0.011874
500	0.013092
480	0.01431
475	0.015528
470	0.016746
465	0.017964
460	0.019182
455	0.0204
450	0.021618
445	0.022836
440	0.024054

**Tabla 21.** Cuadro de fuerza desplazamiento de la muestra 04 (2.0%).

<b>M-04 (2%)</b>	
<b>fuerza Kg-f</b>	<b>Desplazamiento mm</b>
0	0
85	0.000841
150	0.000918
230	0.0024
350	0.003882
415	0.005364
498	0.006846

M-04 (2%)	
fuerza Kg-f	Desplazamiento mm
581	0.008328
605	0.00981
690	0.011292
705	0.012774
690	0.014256
500	0.015738
480	0.01722
475	0.018702
470	0.020184
465	0.021666
460	0.023148
455	0.02463
450	0.026112
445	0.027594
440	0.029076

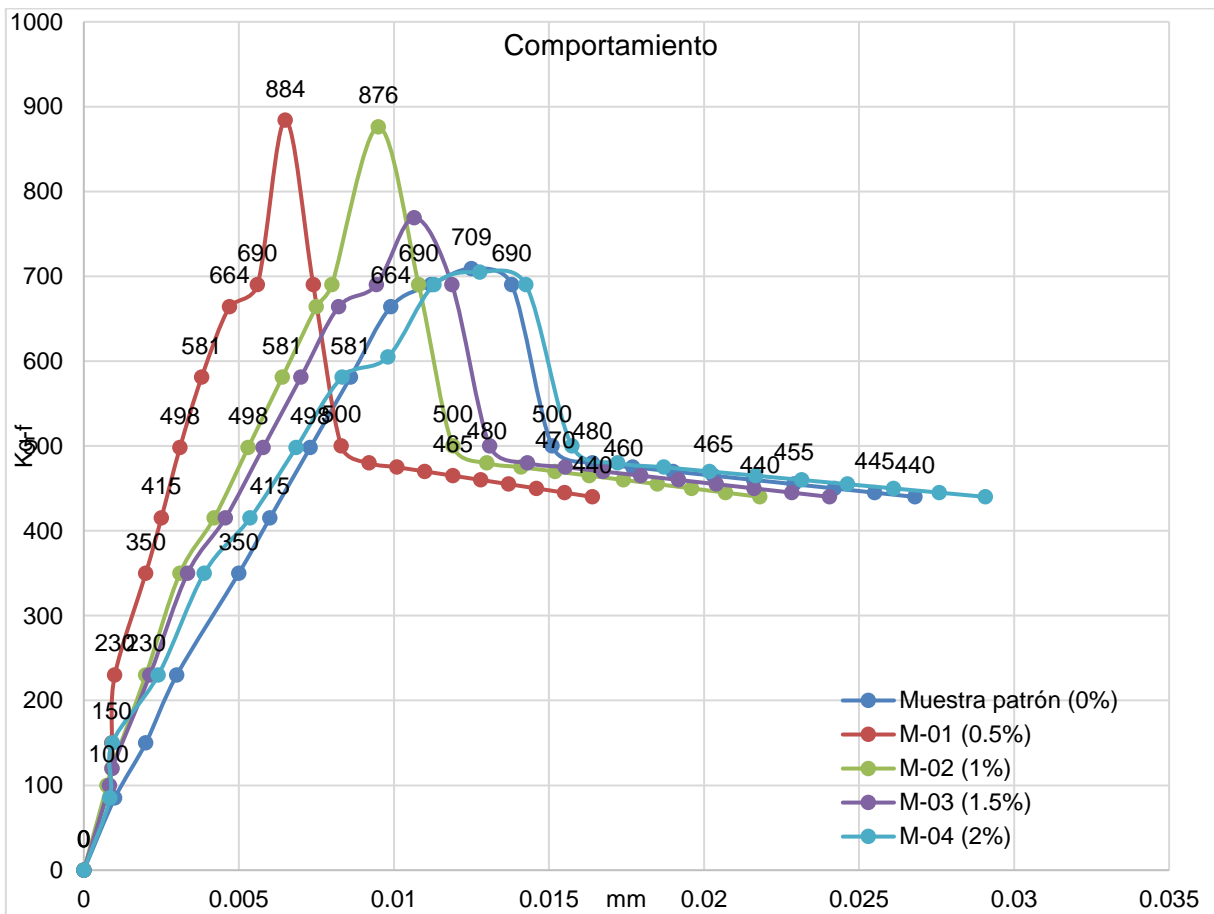


Figura 17. Diagrama del comportamiento de las muestras.

**Interpretación.** En la **Figura 17**. Se muestra el comportamiento de mezclas asfálticas en donde se puede observar que una adición de 0.5% de rejuvenecedor asfáltico es el que muestra un mejor comportamiento, y las muestra que contienen de 1.0%, 1.5% y 2.0% de rejuvenecedor asfáltico son los que muestra un comportamiento pobre.

### 3.8.4.1. Estabilidad (kg) flujo Marshall (mm)

Las estabildades se determinan realizando el diseño de mezclas asfálticas Marshall con rejuvenecedores asfálticos esto se detalla en los siguientes cuadros.

**Tabla 22.** Ensayo de Marshall muestra patrón.

BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.9			
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla		35.95			
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		54.38			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla		3.76			
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.533			
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1184.7	1186.8	1178.3		
13	Peso de la Briqueta al agua por 60' gr	1187.6	1188.9	1179.7		
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	658	666.5	662.1		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	529.6	522.4	517.6		
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.237	2.272	2.276	<b>2.262</b>	
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.402			
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	6.9	5.4	5.2	<b>5.8</b>	2 - 4
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.628			
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		1.94			
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		4.07			
23	Relación Filler/Betun		0.82			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	15.9	14.6	14.4	<b>14.9</b>	
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	56.7	62.8	63.7	<b>61</b>	
26	Flujo (mm)	<b>3</b>	<b>2.75</b>	<b>2.75</b>	<b>2.8</b>	<b>2 - 4.0</b>
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	739	803	674		
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida $27*28$ (Kg)	<b>709</b>	<b>771</b>	<b>647</b>	<b>709</b>	MIN 815
30	Estabilidad/Flujo $(29/26)*100$	2363	2803	2353	<b>2506</b>	1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 22**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra patrón en donde se puede ver que con una estabilidad de 709 Kg el flujo es de 2.8 mm.

**Tabla 23.** Ensayo de Marshall muestra 01, adicionando 0.5% de rejuvenecedor asfáltico.

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.4				
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla	35.76				
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla	54.09				
4	% Filler silico en peso de la Mezcla	3.74				
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc	1.013				
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc	2.533				
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc	2.491				
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc	2.367				
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc	2.614				
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc	2.569				
11	Altura promedio de la Briqueta cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1182.2	1175.4	1180.8		
13	Peso de la Briqueta al agua por 60´ gr	1185	1178.2	1182.6		
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	662.7	663	662.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	522.3	515.2	520		
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.263	2.281	2.271	<b>2.272</b>	
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.392			
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	5.4	4.6	5.1	<b>5</b>	2 - 4
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.637			
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		2.08			
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		4.45			
23	Relacion Filler/Betun		0.89			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	15.3	14.7	15.1	<b>15</b>	
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	64.9	68.5	66.3	<b>66.6</b>	
26	Flujo (mm)	3	3	4.25	<b>3.4</b>	2 - 4.0
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	1183	947	634		
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	1136	909	609	<b>884</b>	MIN 815
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100	3786	3030	1432	<b>2749</b>	1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 23**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 01 en donde se puede ver que con una estabilidad de 884 Kg el flujo es de 3.4 mm.

**Tabla 24.** Ensayo de Marshall muestra 02, adicionando 1.0% de rejuvenecedor asfáltico.

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.9			
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla	35.57			

BRIQUETA Nº		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		53.8			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla		3.72			
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.533			
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1174	1181.5	1184		
13	Peso de la Briqueta al agua por 60´ gr	1175.1	1183.4	1185.9		
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	665.9	660.6	662.9		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	509.2	522.8	523		
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.306	2.26	2.264	<b>2.276</b>	
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.382			
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	3.2	5.1	5	<b>4.4</b>	2 - 4
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.647			
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		2.22			
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		4.83			
23	Relacion Filler/Betun		0.96			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	14.2	15.9	15.8	<b>15.3</b>	
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	77.4	67.8	68.5	<b>71.2</b>	
26	Flujo (mm)	<b>3.75</b>	<b>3.5</b>	<b>3.75</b>	<b>3.7</b>	<b>2 - 4.0</b>
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	901	846	990		
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	<b>865</b>	<b>812</b>	<b>950</b>	<b>876</b>	MIN 815
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100	2307	2320	2534	<b>2387</b>	1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 24**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 02 en donde se puede ver que con una estabilidad de 876 Kg el flujo es de 3.70 mm.

**Tabla 25.** Ensayo de Marshall muestra 03, adicionando 1.5% de rejuvenecedor asfáltico.

BRIQUETA Nº		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.3			
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla		35.42			
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		53.57			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla		3.71			
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.533			



BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1167.5	1172.9	1162.9		
13	Peso de la Briqueta al agua por 60´ gr	1169.3	1174.2	1164.5		
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	654.8	655.3	659.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	514.5	518.9	504.7		
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.269	2.26	2.304	<b>2.278</b>	
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.365			
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	4.1	4.4	2.6	<b>3.7</b>	2 - 4
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.643			
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		2.16			
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		5.3			
23	Relacion Filler/Betun		1.01			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	15.9	16.2	14.6	<b>15.6</b>	
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	74.5	72.8	82.4	<b>76.6</b>	
26	Flujo (mm)	4	4.25	4	<b>4.1</b>	2 - 4.0
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	773	780	850		
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida $27*28$ (Kg)	742	749	816	<b>769</b>	MIN 815
30	Estabilidad/Flujo $(29/26)*100$	1855	1762	2040	<b>1886</b>	1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 25**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 03 en donde se puede ver que con una estabilidad de 769 Kg el flujo es de 4.10 mm.

**Tabla 26. Ensayo de Marshall muestra 04, adicionando 2.0% de rejuvenecedor asfáltico.**

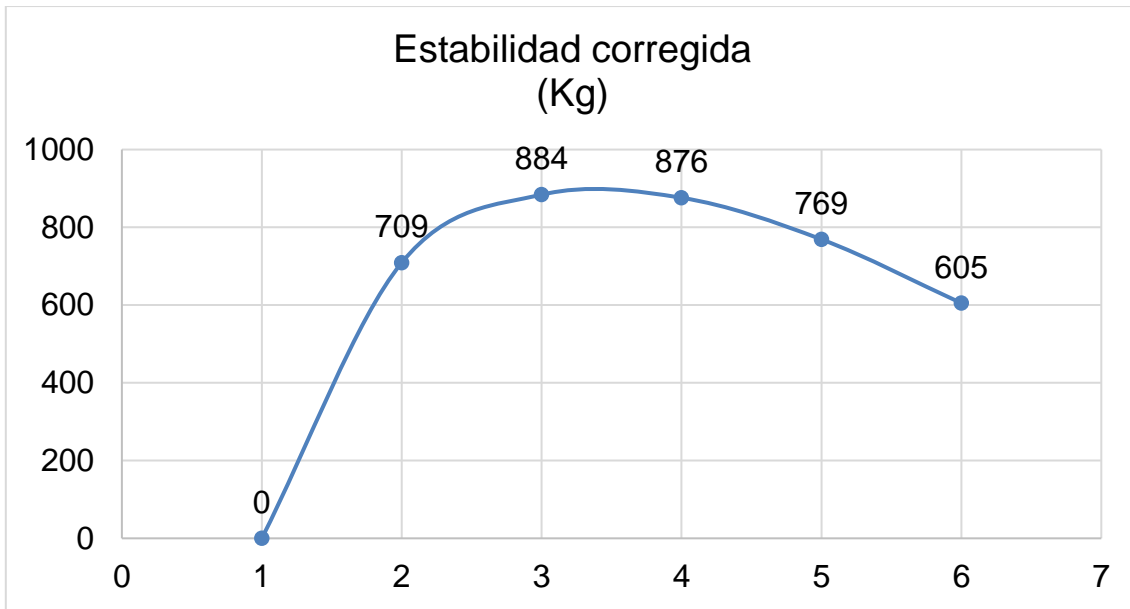
BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.8		
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla		35.23		
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		53.28		
4	% Filler silico en peso de la Mezcla		3.69		
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		1.013		
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.533		
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491		
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.367		
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.614		
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569		

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
11	Altura promedio de la Briqueta cm				
12	1172.4	1271.8	1176.6		
13	1173.6	1273.2	1177.5		
14	659.3	714.1	657.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc				
16	514.3	559.1	519.7		
17	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc				
18	2.28	2.275	2.264	<b>2.273</b>	
19	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc				
20	3.1	3.3	3.8	<b>3.4</b>	2 - 4
21	% Vacíos $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %				
22	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$				
23	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$				
24	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$				
25	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$				
26	Relacion Filler/Betun				
27		1.08			0.6 - 1.3
28	Vacíos de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$				
29	16	16.2	16.6	<b>16.2</b>	
30	% de vacíos llenos con C.A. $100*(24-18)/24$				
31	80.5	79.4	77.2	<b>79</b>	
32	Flujo (mm)				
33	4.75	4.25	4	<b>4.3</b>	2 - 4.0
34	Estabilidad sin Corregir (Kg)				
35	630	651	611		
36	Factor de Estabilidad				
37	0.96	0.96	0.96		
38	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)				
39	605	625	587	<b>605</b>	MIN 815
40	Estabilidad/Flujo $(29/26)*100$				
41	1273	1470	1466	<b>1403</b>	1700 - 4000

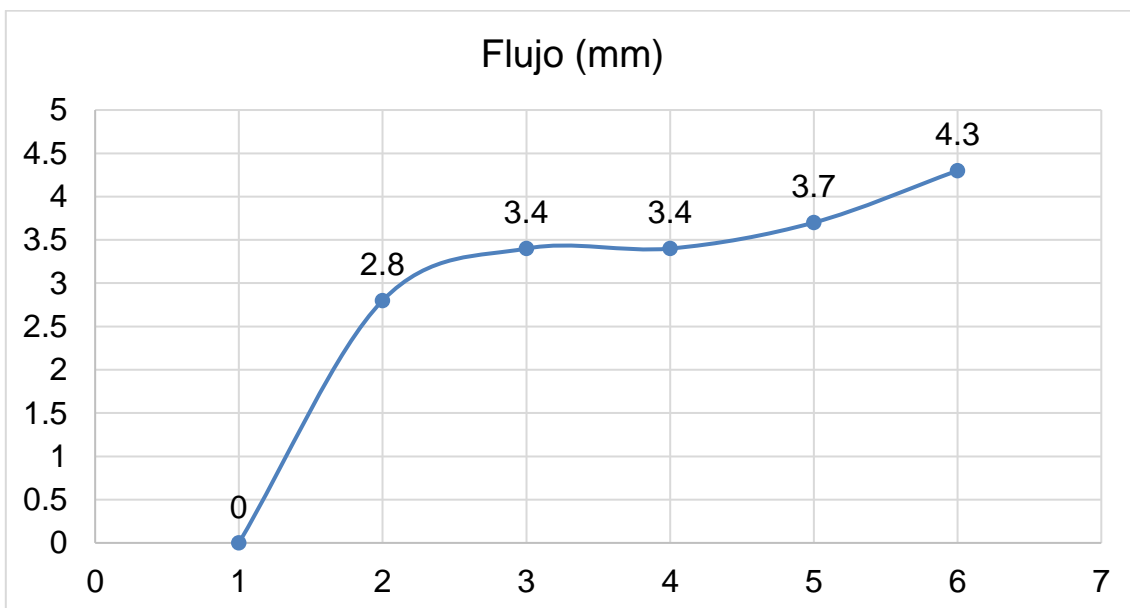
**Interpretación:** En la **Tabla 26**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 04 en donde se puede ver que con una estabilidad de 605 Kg el flujo es de 4.30 mm.

**Tabla 27. Parámetros de Marshall.**

Descripción	Muestras				
Aplicación del rejuvenecedor asfáltico (MC-70)	Muestra patrón (0%)	M-01 (0.5%)	M-02 (1%)	M-03 (1.5%)	M-04 (2%)
Estabilidad corregida (Kg)	709	884	876	769	605
Flujo (mm)	2.8	3.4	3.4	3.7	4.3
% Vacíos $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	5.8	5	5	3.7	3.4



**Figura 18.** Estabilidad de la muestras.



**Figura 19.** Flujo de asfalto.

**Interpretación:** en la **Tabla 27**, **Figura 18** y **Figura 19**. Se puede apreciar la estabilidad de las muestras de diseño asfáltico con 0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0% de rejuvenecedor asfáltico, en donde se presentó estabilidades de 709 kg, 884 kg, 876 kg, 769 kg y 605 kg, esto indica que con 0.5% de rejuvenecedor alcanza la máxima estabilidad; así mismo el flujo en las muestras que presentaron son de 2.8 mm, 3.4 mm, 3.4 mm, 3.7 mm y 4.3 mm, esto indica que a mayor cantidad de flujo mejor es la

estabilidad en las muestras de pavimento.

### 3.8.5. Propiedades mecánicas

#### 3.8.5.1. Rejuvenecedor asfáltico (%) Estabilidad (kg)

El porcentaje de paramentos marshall de los rejuvenecedores asfálticos del pavimento flexible se realizó por medio de Contenido óptimo de mezcla asfáltica (%) y Porcentaje de vacíos (%).

**Tabla 28. Ensayo de Marshall muestra patrón.**

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla	5.9			
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla	35.95			
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla	54.38			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla	3.76			
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc	1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc	2.533			
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc	2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc	2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc	2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc	2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1184.7	1186.8	1178.3	
13	Peso de la Briqueta al agua por 60´ gr	1187.6	1188.9	1179.7	
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	658	666.5	662.1	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	529.6	522.4	517.6	
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.237	2.272	2.276	<b>2.262</b>
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.402		
18	% Vacíos $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	6.9	5.4	5.2	<b>5.8</b>
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502		
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.628		
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		1.94		
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		4.07		
23	Relación Filler/Betun		0.82		0.6 - 1.3
24	Vacíos de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	15.9	14.6	14.4	<b>14.9</b>
25	% de vacíos llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	56.7	62.8	63.7	<b>61</b>
26	Flujo (mm)	3	2.75	2.75	<b>2.8</b>
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	739	803	674	
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96	
29	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	709	771	647	<b>709</b>
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100	2363	2803	2353	<b>2506</b>
					1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 28**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra patrón en donde se puede ver que el porcentaje de asfalto en la muestra patrón es 5.90%.

**Tabla 29.** *Ensayo de Marshall con 0.5% de rejuvenecedor.*

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.4			
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla	35.76			
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla	54.09			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla	3.74			
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc	1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc	2.533			
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc	2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc	2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc	2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc	2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1182.2	1175.4	1180.8	
13	Peso de la Briqueta al agua por 60´ gr	1185	1178.2	1182.6	
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	662.7	663	662.6	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	522.3	515.2	520	
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.263	2.281	2.271	2.272
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.392		
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	5.4	4.6	5.1	5
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502		
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.637		
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		2.08		
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		4.45		
23	Relacion Filler/Betun		0.89		0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	15.3	14.7	15.1	15
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	64.9	68.5	66.3	66.6
26	Flujo (mm)	3	3	4.25	3.4
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	1183	947	634	
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96	
29	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	1136	909	609	884
30	Estabilidad/Flujo $(29/26)*100$	3786	3030	1432	2749
					1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 29**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 01 en donde se puede ver que el porcentaje de rejuvenecedor asfaltico es de 6.40% esto indica que se le agrego 0.5% de rejuvenecedor asfaltico a la muestra patrón.

**Tabla 30. Ensayo de Marshall con 1.0% de rejuvenecedor.**

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 % C.A. en peso de la Mezcla		6.9			
2 % C.A. en peso de la Mezcla		35.57			
3 % Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla		53.8			
4 % Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		3.72			
5 % Filler silico en peso de la Mezcla		1.013			
6 Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		2.533			
7 Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491			
8 Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.367			
9 Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.614			
10 Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569			
11 Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc					
12 Altura promedio de la Briqueta cm	1174	1181.5	1184		
13 Peso de la Briqueta al Aire gr	1175.1	1183.4	1185.9		
14 Peso de la Briqueta al agua por 60' gr	665.9	660.6	662.9		
15 Peso de la Briqueta al Agua gr	509.2	522.8	523		
16 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	2.306	2.26	2.264	2.276	
17 Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc		2.382			
18 Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc	3.2	5.1	5	4.4	2 - 4
19 % Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %		2.502			
20 Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.647			
21 Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.22			
22 Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		4.83			
23 % de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		0.96			0.6 - 1.3
24 Relacion Filler/Betun	14.2	15.9	15.8	15.3	
25 Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	77.4	67.8	68.5	71.2	
26 % de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	3.75	3.5	3.75	3.7	2 - 4.0
27 Flujo (mm)	901	846	990		
28 Estabilidad sin Corregir (Kg)	0.96	0.96	0.96		
29 Factor de Estabilidad	865	812	950	876	MIN 815
30 Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	2307	2320	2534	2387	1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 30**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 01 en donde se puede ver que el porcentaje de rejuvenecedor asfaltico es de 6.90% esto indica que se le agrego 1.0% de rejuvenecedor asfaltico a la muestra patrón.

**Tabla 31. Ensayo de Marshall con 1.5% de rejuvenecedor.**

BRIQUETA Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 % C.A. en peso de la Mezcla		7.3			
2 % Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla		35.42			

BRIQUETA Nº		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		53.57			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla		3.71			
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.533			
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1167.5	1172.9	1162.9		
13	Peso de la Briqueta al agua por 60' gr	1169.3	1174.2	1164.5		
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	654.8	655.3	659.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	514.5	518.9	504.7		
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.269	2.26	2.304	2.278	
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.365			
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	4.1	4.4	2.6	3.7	2 - 4
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.643			
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		2.16			
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		5.3			
23	Relacion Filler/Betun		1.01			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	15.9	16.2	14.6	15.6	
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	74.5	72.8	82.4	76.6	
26	Flujo (mm)	4	4.25	4	4.1	2 - 4.0
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	773	780	850		
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	742	749	816	769	MIN 815
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100	1855	1762	2040	1886	1700 - 4000

**Interpretación:** En la **Tabla 31**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 01 en donde se puede ver que el porcentaje de rejuvenecedor asfáltico es de 7.30% esto indica que se le agrego 1.5% de rejuvenecedor asfáltico a la muestra patrón.

**Tabla 32. Ensayo de Marshall con 2.0% de rejuvenecedor.**

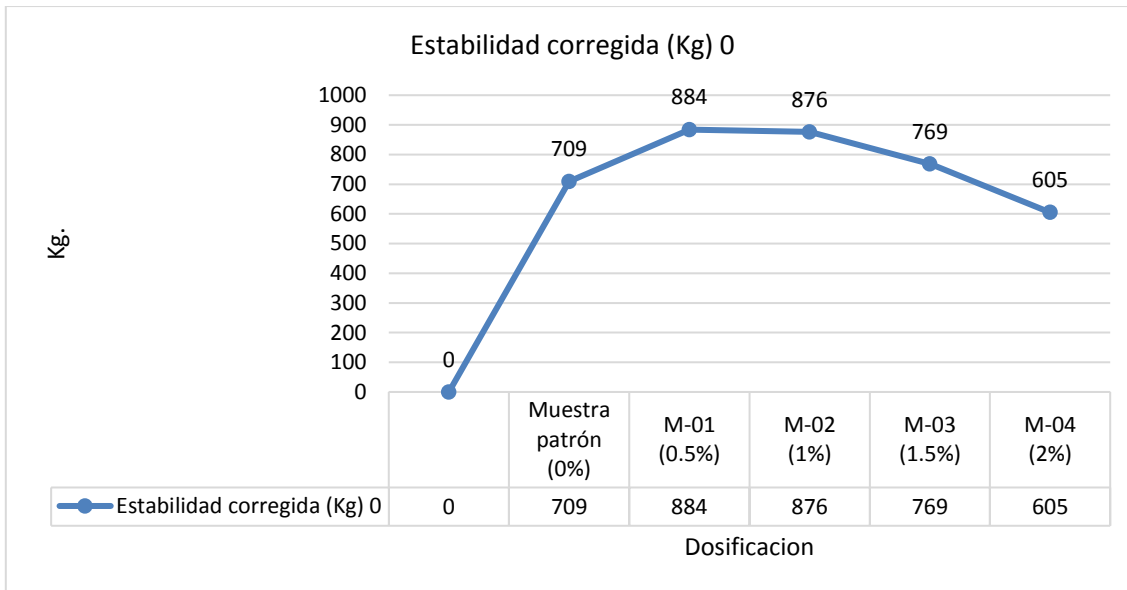
BRIQUETA Nº		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.8			
2	% Agregado > N° 04 en peso de la Mezcla		35.23			
3	% Agregado < N° 04 en peso de la Mezcla		53.28			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla		3.69			

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
5	Densidad del C.A. (Aparente) gr/cc		1.013			
6	Densidad de la Grava > N° 04 (Bulk) gr/cc		2.533			
7	Densidad de la Arena < N° 04 (Bulk) gr/cc		2.491			
8	Densidad de filler silico (Aparente) gr/cc		2.367			
9	Densidad de la Grava > N° 04 (Aparente) gr/cc		2.614			
10	Densidad de la Arena < N° 04 (Aparente) gr/cc		2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire gr	1172.4	1271.8	1176.6		
13	Peso de la Briqueta al agua por 60´ gr	1173.6	1273.2	1177.5		
14	Peso de la Briqueta al Agua gr	659.3	714.1	657.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14) cc	514.3	559.1	519.7		
16	Densidad Bulk de la briqueta (12/15) gr/cc	2.28	2.275	2.264	2.273	
17	Densidad máximo ASTM D 2041 (RICE) gr/cc		2.353			
18	% Vacios $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %	3.1	3.3	3.8	3.4	2 - 4
19	Peso Esp. Bulk agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$		2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total $(2+3+4)/((100/17)-1/5)$		2.649			
21	Asfalto absorbido por el agregado $(100*5*(20-19))/(19*20)$		2.26			
22	% de Asfalto efectivo $1-(21*(2+3+4))/100$		5.72			
23	Relacion Filler/Betun		1.08			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) $100-(2+3+4)*(16/19)$	16	16.2	16.6	16.2	
25	% de vacios llenos con C.A. $100*(24-18)/24$	80.5	79.4	77.2	79	
26	Flujo (mm)	4.75	4.25	4	4.3	2 - 4.0
27	Estabilidad sin Corregir (Kg)	630	651	611		
28	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad corregida 27*28 (Kg)	605	625	587	605	MIN 815
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100	1273	1470	1466	1403	1700 - 4000

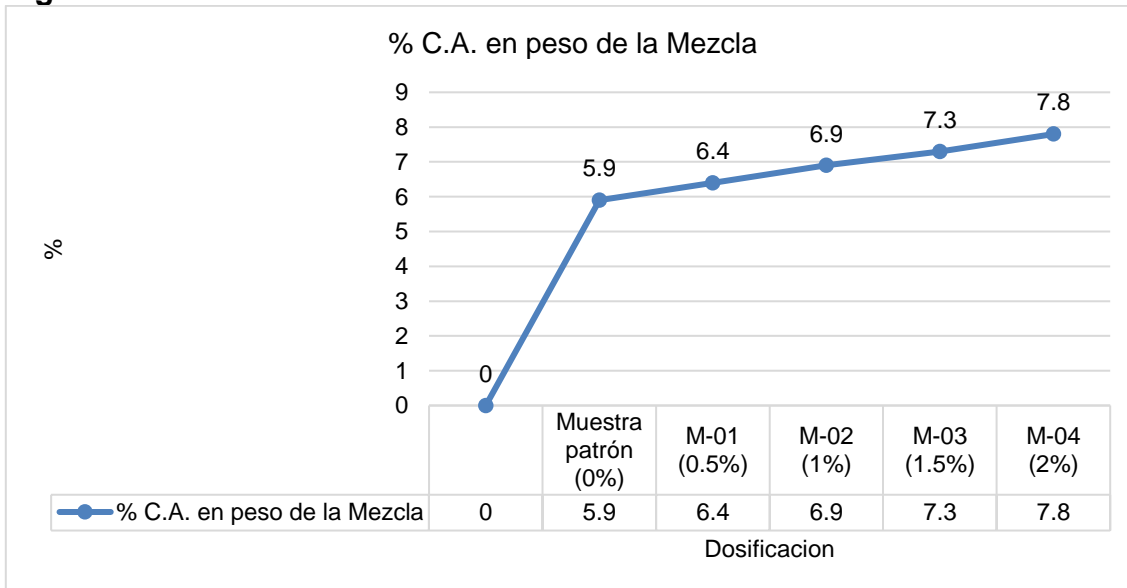
**Interpretación:** En la **Tabla 32**. Se visualiza la elaboración de ensayo Marshall en muestra 01 en donde se puede ver que el porcentaje de rejuvenecedor asfaltico es de 7.80% esto indica que se le agrego 2.00% de rejuvenecedor asfaltico a la muestra patrón.

En el análisis de la propiedades mecánicas del nuevo diseño de pavimento asfaltico empleando el pavimento reciclado, adicionando los rejuvenecedores asfalticos, esto con la finalidad de alargar la vida útil del pavimento flexible.





**Figura 20.** Estabilidad de las muestras.



**Figura 21.** Contenido de asfalto que se presentan en las muestras.

**Interpretación:** en la **Figura 20** y **Figura 21** los parámetros de Marshall, en la cual se puede apreciar, Estabilidad (Kg), Flujo (mm) y % Vacíos; teniendo como resultado sobre estabilidad en la muestra patrón 709 kg, flujo 2.8 mm y porcentaje de vacíos 5.8%; en la muestra 01, 884 kg, flujo 3.4 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 02, 876 kg, flujo 3.4 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 03, 769 kg, flujo 3.7 mm y porcentaje de vacíos 3.7%; en la muestra 04, 605 kg, flujo 4.3 mm y porcentaje de vacíos 3.4%.

#### IV. RESULTADO

##### 4.1. Propiedades físicas (porcentaje de contenido de asfalto del pavimento flexible recuperado).

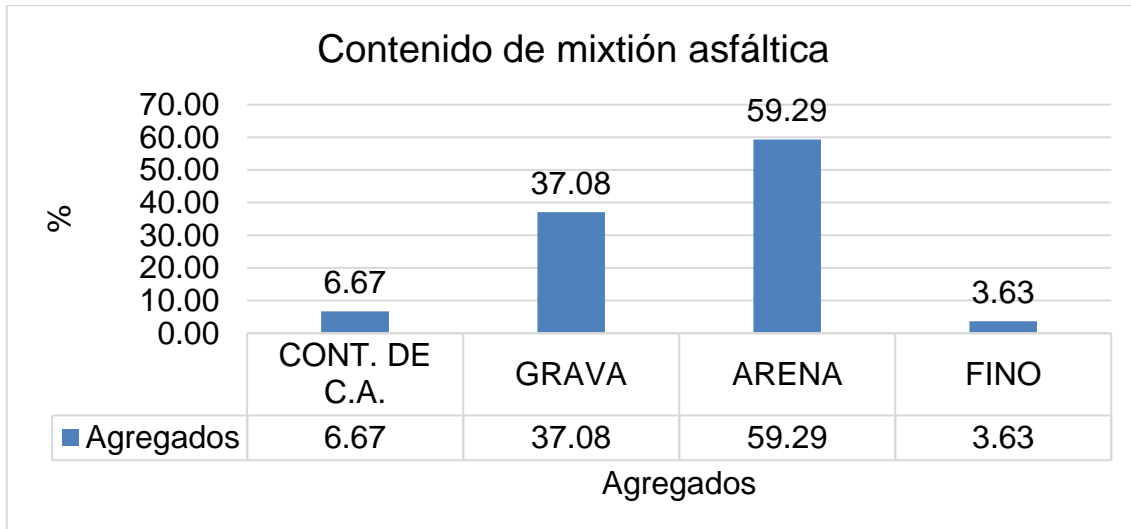


Figura 22. Diagrama de porcentaje de materiales en el pavimento recuperado.

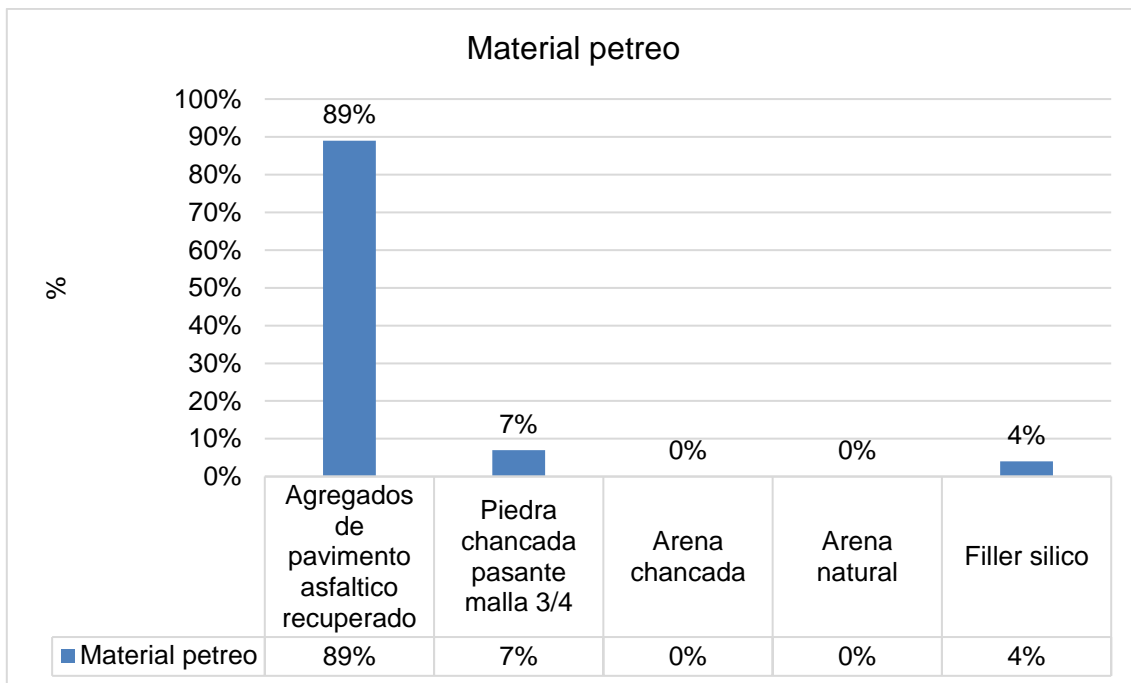
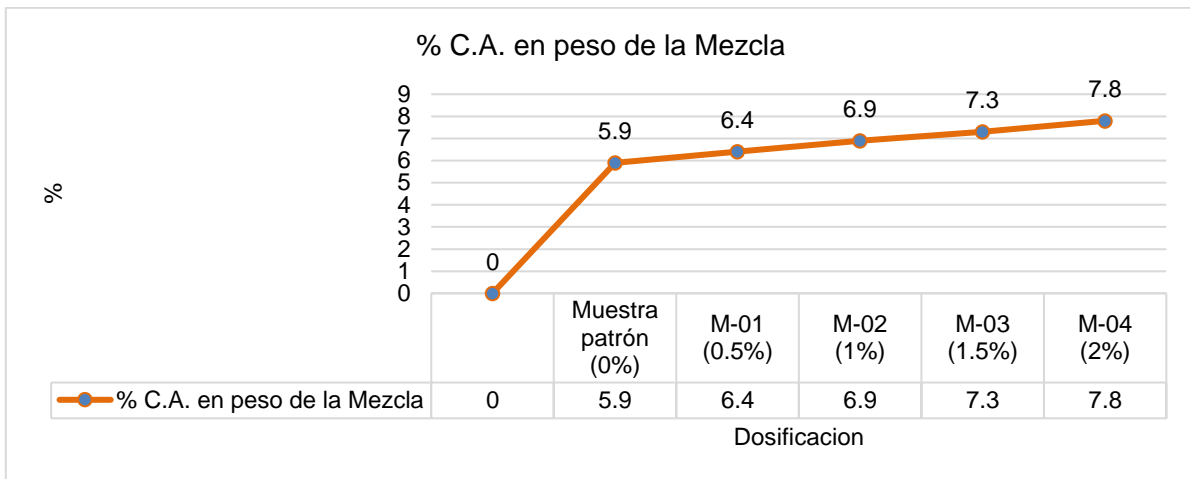
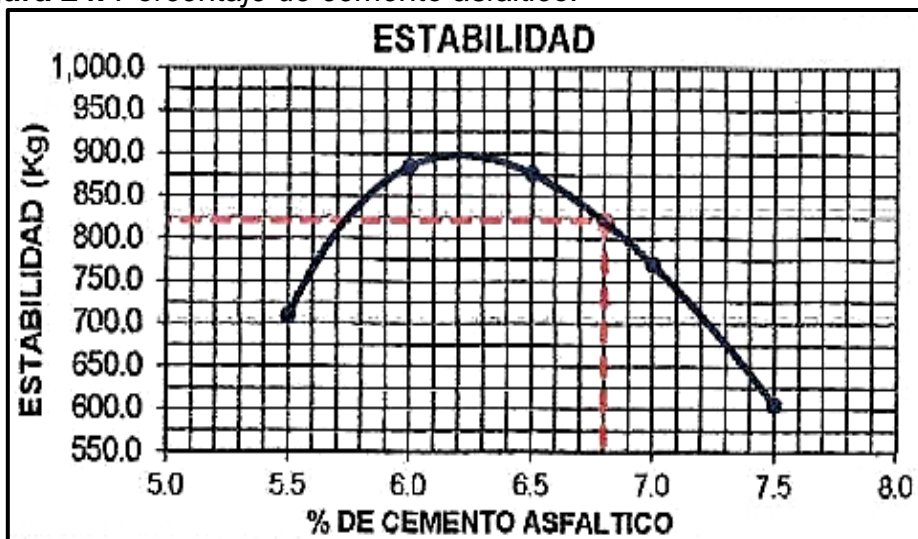


Figura 23. Diagrama de la cantidad de materiales que se agregó.

**4.2. Comportamiento mecánico del nuevo diseño de mezcla asfáltica con RAP adicionando rejuvenecedor asfáltico**



**Figura 24.** Porcentaje de cemento asfáltico.



**Figura 25.** Estabilidad de las muestras.

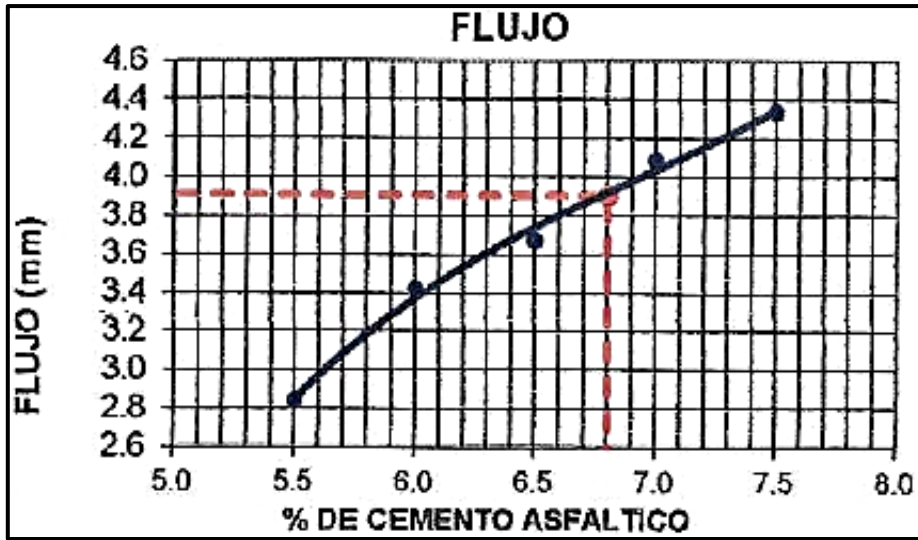


Figura 26. Flujo de las muestras.

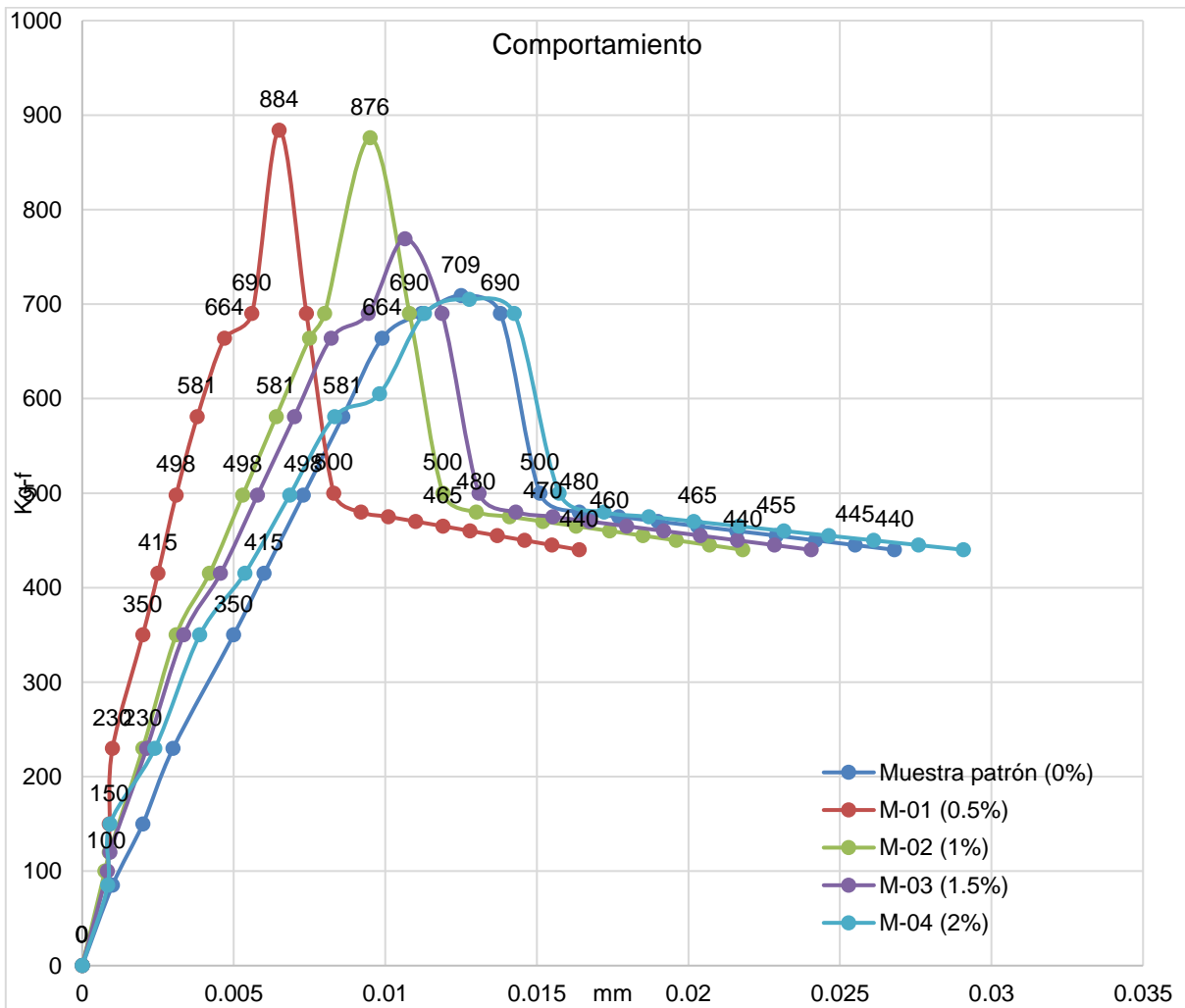


Figura 27. Esfuerzo - Deformación.

4.3. Propiedades mecánicas del diseño de pavimento asfáltico con RAP adicionando Rejuvenecedores asfálticos

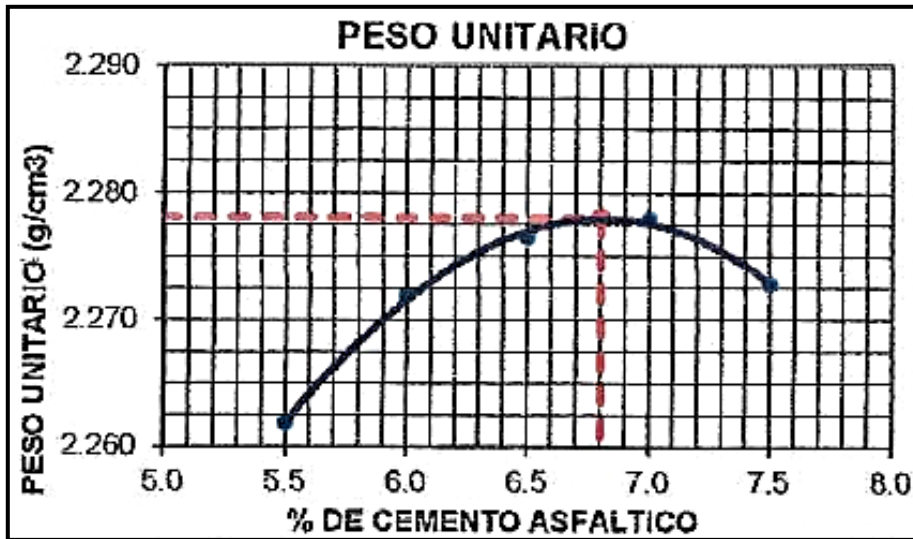


Figura 28. Peso unitario de cemento asfáltico (rejuvenecedor).

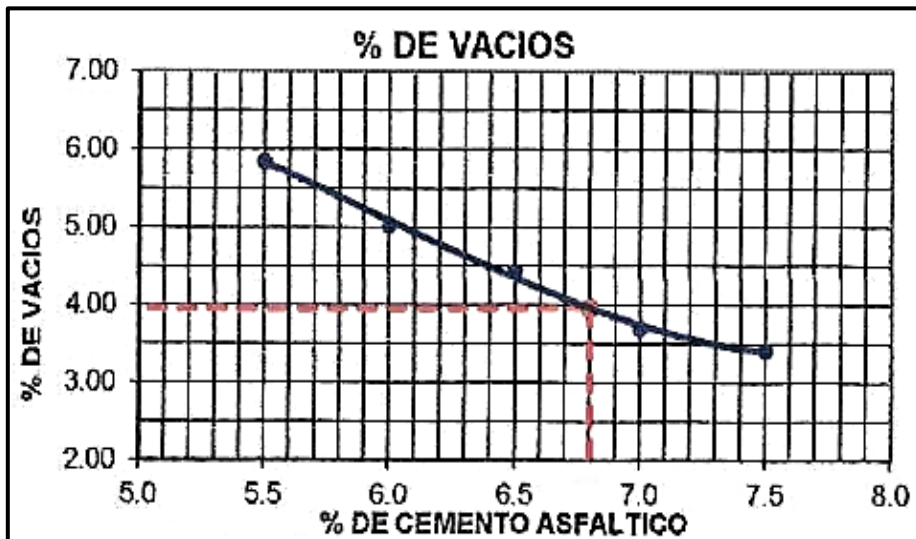


Figura 29. Porcentaje de vacíos de cemento asfáltico (rejuvenecedor).

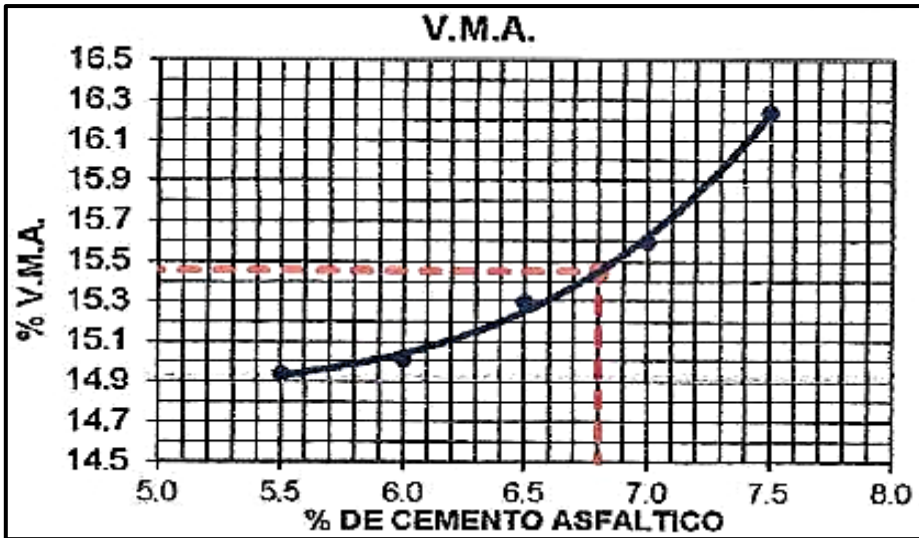


Figura 30. Porcentaje de volumen asfáltico.

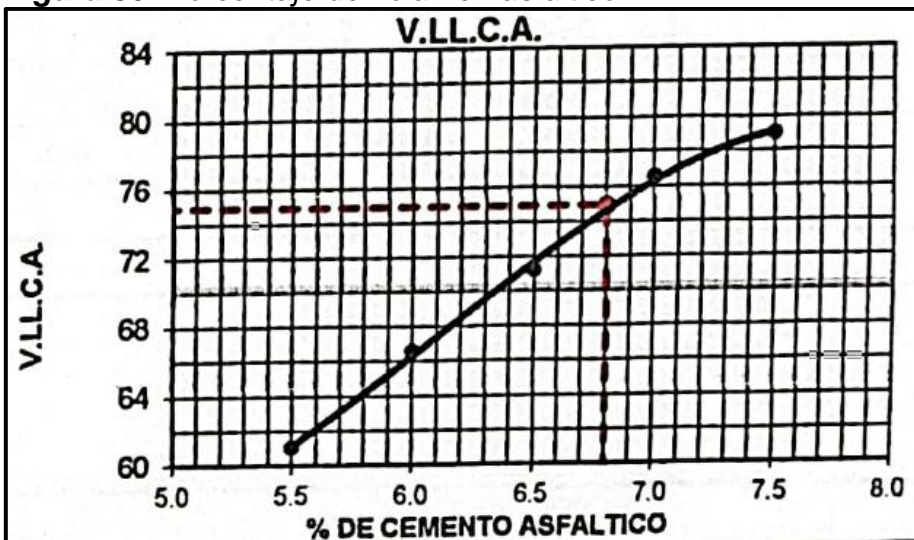


Figura 31. Porcentaje de vacíos llenos con C.A.

Tabla 33. Resultados óptimos del ensayo Marshall

PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	
Nº DE GOLPES POR CAPA	75
CEMENTO ASFÁLTICO ÓPTIMO	6.40%
PESO UNITARIO	2.272 gr/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE VACIOS	5.00%
V.M.A.	15.00%
VACIOS LLENOS CON C.A.	66.60%
FLUJO	3.40 mm
ESTABILIDAD	884.0 kg
ESTABILIDAD/FLUJO	2749.0 kg/cm

## V. DISCUSIÓN

La influencia de los rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezclas asfálticas del pavimento recuperado ha influido significativamente en las propiedades físicas y en el comportamiento mecánico del diseño de pavimento asfáltico con RAP, los valores obtenidos de la estabilidad, el flujo y el porcentaje de asfalto óptimo están de acuerdo al manual de carreteras del MTC aprobados y la finalidad del proyecto es la reutilización de los materiales de pavimentos en estado de demolición.

El procedimiento de los ensayos que se realizó aplicando las teorías de las bases teóricas, se inició con la determinación de las propiedades físicas del porcentaje de contenido de asfalto del pavimento flexible recuperado que es de 6.67% y el porcentaje de los materiales, grava 37.08% arena 59.29% y fino 3.63%; para realizar el diseño de mezclas se agregó un porcentaje de rejuvenecedor y material para que pueda cumplir con los parámetros estandarizados en el manual de diseño de carreteras; así mismo el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico se identificó con diferentes proporciones de RAP, los cuales son con 0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0% de rejuvenecedor asfáltico, que presentaron estabilidades de 709 kg, 884 kg, 876 kg, 769 kg y 605 kg, esto indica que con 0.5% de rejuvenecedor alcanza la máxima estabilidad; así mismo el flujo en las muestras que presentaron son de 2.8 mm, 3.4 mm, 3.7 mm, 4.1 mm y 4.3 mm, esto indica que a mayor cantidad de flujo menor es la estabilidad en las muestras de pavimento; finalmente las propiedades mecánicas que se determinó son la Estabilidad (Kg) y el Flujo (mm); teniendo como resultado sobre estabilidad en la muestra patrón 709 kg, flujo 2.8 mm y porcentaje de vacíos 5.8%; en la muestra 01, estabilidad 884 kg, flujo 3.4 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 02, estabilidad 876 kg, flujo 3.7 mm y porcentaje de vacíos 4.4%; en la muestra 03, estabilidad 769 kg, flujo 4.1 mm y porcentaje de vacíos 3.7%; en la muestra 04, estabilidad 605 kg, flujo 4.3 mm y porcentaje de vacíos 3.4%.

Aguilar & Infanzón, (2020). indica que sus resultados del diseño de la carpeta de rodadura de muestra y el diseño de carpeta de materiales reciclados muestran que si el pavimento asfáltico reciclado se puede reutilizar para hacer nuevos pavimentos

asfálticos, por lo tanto, es necesario analizar y determinar las proporciones necesarias y precisas de pavimento reciclado para un buen diseño de mezclas asfálticas que cumple con los requisitos que corresponden a los parámetros especificados en la norma, determinaron que de los 4 porcentajes de RAP utilizados en el diseño de la nueva capa asfáltica el único que llegó a cumplir con todas las propiedades de la norma fue el diseño de 30 % de RAP y teniendo resultados similares a su muestra patrón, en nuestra investigación determinamos que para la reutilización del pavimento asfáltico se requiere de estudios de laboratorio, esto con fines de determinar el porcentaje de asfalto y el porcentaje de materiales que conforma el diseño de mezclas, como también en la presente investigación se obtuvo una mezcla con 89% de RAP, 7% de piedra chancada pasante malle 3/4", 4% de filler silico, lo cual se ha comprobado que agregando 0.5% de rejuvenecedor asfáltico se alcanzó la máxima estabilidad, flujo y esfuerzo-deformación que la muestra patrón y se concluye que el rejuvenecedor asfáltico influye significativamente en el diseño de mezclas asfálticas con RAP.

Leiva & Vargas, (2017) indican en su investigación que los pavimentos de asfalto reciclado deben tratarse adecuadamente para reducir la clasificación y la variabilidad en el contenido de asfalto. Se deben tomar muestras aleatorias de la pila de RAP procesada para identificar variaciones en las propiedades del material RAP. Para procedimiento de reciclaje de pavimento asfáltico, recomendamos un tamaño máximo de árido de 38 mm. El procedimiento de fabricación de RAP afecta el tamaño de los agregados y puede requerir que se filtren o eliminen demasiadas partículas grandes, en nuestra investigación determinamos que el tamaño y porcentaje de los agregados es fundamental, ya que juega un papel fundamental en el desgaste del pavimento.

Santa, (2021) indica en su investigación que se analizó el potencial para producir nuevas combinaciones bituminosas en caliente a partir de materiales asfálticos reciclados, el método de investigación profundiza en los conocimientos adquiridos a través de los resultados obtenidos del ensayo Marshall, ensayo de tracción indirecta, daño por humedecimiento, cuando se adicionó el material bituminoso reciclado a la nueva combinación, el caudal disminuyó de 3.9 mm a 2.8 mm; por lo que la estabilidad, esta último aumentó de 950 kg a 1308 kg, nuevamente, debido a las propiedades



mecánicas, se confirmó que en la nueva mezcla se ha demostrado la viabilidad de una nueva combinación bituminosa en caliente con 40% de material bituminoso reciclado, en nuestra investigación determinamos que la estabilidad máxima es de 884 kg con un de flujo 3.4 mm. Esto indica que a mayor cantidad de flujo mejor es la estabilidad en las muestras de pavimento.

Huari, (2020) e en su tesis menciona que se analizaron y evaluaron las características de combinación bituminosa en caliente con diferentes porcentajes de pavimento asfáltico recuperado (RAP) donde se utilizó aditivos que rejuvenecen el asfalto y que la viscosidad Brookfield reconfirmó el efecto del rejuvenecedor sobre el ligante asfáltico. Para un adhesivo 100% reciclado, el valor de viscosidad inicial a 135°C es 5313cP. Sin embargo, después de agregar 5% de rejuvenecedor, este valor aumenta y disminuye a 1905cP (65% de aumento en comparación con las condiciones iniciales), en nuestra investigación determinamos que el rejuvenecedor asfáltico tiene mayor cohesión en los materiales finos en una dosificación de 0.5% de rejuvenecedor asfáltico. Con el cual alcanza la máxima estabilidad.

Villafuerte, (2018) en su investigación indico que se realizó el cálculo óptimo de la combinación bituminosa utilizando cemento asfáltico (RAP) y la inclusión de aditivos rejuvenecedores el método aplicado para el desarrollo demostró evaluar y diseñar una mezcla asfáltica con alto porcentaje de residuos de demolición, los módulos dinámicos de las tres probetas tuvieron un comportamiento similar, sin embargo, los cambios de ángulo de fase de la probeta control y la probeta que contenía 30% RAP más 5% de rejuvenecedor mostraron mayor sensibilidad a la temperatura, principalmente a temperaturas superiores a 21° C, comienza a dominar el comportamiento viscoso del cemento asfáltico, en la investigación determinamos que con 89% de RAP con rejuvenecedor 0.5% presenta mejor estabilidad y flujo.

Sánchez, (2017) en su investigación indica que la mayor resistencia del asfalto reciclado se incrementó en un 14,34% comparando con el asfalto tradicional, dando como resultado una mejor estabilidad de la capa asfáltica de 1606 kg. Por tanto, frente al asfalto convencional con una estabilidad de 1263 kg, se puede concluir que el asfalto

reciclado contribuye a la resistencia a la deformación, se obtuvo como resultado una buena estabilidad con 884 kg, con una dosificación de 0.5 de rejuvenecedor asfáltico.

Valenzuela, (2020) en su investigación realizó lavados asfálticos de material reciclado en donde determinó 5.6% de contenido de asfalto; en nuestra investigación el porcentaje de asfalto que se determinó es de 6.67%, en la norma indica que el porcentaje de contenido de asfalto debe ser de 3.0% a 7.0%, en nuestro caso es que el pavimento reciclado estaba en el rango permitido; así mismo se determinó la composición de la mezcla con material reciclado, pero con la reconfiguración en el diseño se logró ajustar a los parámetros del MAC-2.

Icaza & Mera, (2018), en su investigación indica que obtuvo una estabilidad Marshall de 4929 lbs, una desviación estándar de 333 lbs y un coeficiente de variación del 7%. Para caudales, la media es 12 (0,01"), la variación estándar es 1 (0,01") y el coeficiente de variación es 5%, lo que indica que la estabilización está para poder soportar tráfico de alto nivel; en nuestra investigación determinamos que la estabilidad del Marshall es de 884 kg.

Corbacho, (2019) en su investigación plantea analizar la estabilidad Marshall y deformación a largo plazo de una mezcla asfáltica modificada en agua caliente por sustitución parcial de aditivos el cual presentan los resultados, indicando que el porcentaje óptimo de mezcla asfáltica es de 6,15 por ciento, arrojando una estabilidad de 938 kg y una fluctuación de 13,8 por ciento (0,25 mm). De acuerdo con los hallazgos de este estudio, la estabilidad de diseño de la mezcla de asfalto modificado disminuye en un 9,6 por ciento en comparación con la mezcla de asfalto convencional, en nuestra investigación determinamos que con una dosificación de 0.5% se tiene una estabilidad de 884 kg.

En la ciudad de Juliaca en su mayoría son pavimentos flexibles. ha generado muchos problemas sociales ya que los pavimentos flexibles presentaban deterioros antes de cumplir su vida útil que se proyectaba, esta investigación permitirá la reutilización de los pavimentos desechados, haciendo uso adecuado de los materiales recuperados.

Los resultados de la presente investigación del tramo estudiado son sobre la

propiedades físicas del pavimento recuperado, el comportamiento mecánico del nuevo diseño asfáltico y la propiedades de mecánicas del nuevo diseño asfáltico de acuerdo a la proporción de rejuvenecedores asfálticos que se aplicó (0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0%), en la cual se realizó la determinación de la propiedades físicas del pavimento reciclado en sus condiciones y se encontró un porcentaje de contenido de asfalto del pavimento flexible recuperado de 6.67% y el porcentaje de los materiales, grava 37.08% arena 59.29% y fino 3.63% los cuales no cumplían con los estándares; para lo cual se agregó un porcentaje de rejuvenecedor y material con el fin de cumplir con los parámetros estandarizado en el manual de diseño de carreteras; así mismo se determinó el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico en donde se presentan estabilidades de 709 kg, 884 kg, 876 kg, 769 kg y 605 kg; finalmente se determinó las propiedades mecánicas en donde se presentan Estabilidades (Kg) y el Flujo (mm) de muestra patrón 709 kg, flujo 2.8 mm y porcentaje de vacíos 5.8%; en la muestra 01, 884 kg, flujo 3.4 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 02, 876 kg, flujo 3.4 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 03, 769 kg, flujo 3.7 mm y porcentaje de vacíos 3.7%; en la muestra 04, 605 kg, flujo 4.3 mm y porcentaje de vacíos 3.4%. Durante el proceso de investigación se encontró hallazgos que el desgaste en los pavimentos asfáltico es mucho mayor en los materiales finos, es por ello que los pavimentos asfálticos sufren un mayor daño sobre, así mismo al momento de sufren el desgaste de los materiales finos, el asfalto se desintegra juntamente con esto; el mayor porcentaje de asfalto se encuentra en los materiales finos del pavimento asfáltico.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó la influencia de los rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezclas asfálticas en pavimento asfáltico recuperado, teniendo como resultado el contenido de asfalto en el pavimento reciclado es de 6.67%, porcentaje de materiales, grava 37.08%, arena 59.29% y fino 3.63%, de la misma forma se determinó el comportamiento mecánico con muestra patrón y agregando 0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0% de rejuvenecedor asfáltico teniendo como estabilidad 709 kg, 884 kg, 876 kg, 769 kg y 605 kg, en donde se puede ver que la mayor estabilidad se presentó con una dosificación de 0.5% de rejuvenecedor asfáltico.

Se determinó las propiedades físicas de la muestra patrón para el diseño de la mezcla asfáltica los cuales no cumplían lo establecido en la norma por lo cual se tuvo que aumentar Piedra chancada pasante malla 3/4 7%, Arena chancada 0%, Arena natural 0% y Filler silico 4%, con este porcentaje de material y con dosificaciones de 0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0% de rejuvenecedor asfáltico se realizó el diseño de mezcla asfáltica.

Se identificó que el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP con porcentajes de: 0.5%, 1.0% 1.5% y 2.0% de rejuvenecedores asfálticos, se obtienen estabilidades de (muestra patrón 709 kg, muestra con 0.5% de rejuvenecedor 884 kg, muestra con 1.0% de rejuvenecedor 876 kg, muestra con 1.5% de rejuvenecedor 769 kg y muestra con 2.0% de rejuvenecedor 605 kg, en donde se puede ver que con 0.5% de rejuvenecedor alcanza la máxima estabilidad; así mismo el flujo en las muestras que presentaron son de 2.8mm, 3.4mm, 3.7mm, 4.1mm y 4.3mm, esto indica que a mayor cantidad de flujo menor es la estabilidad en las muestras de pavimento.

En el análisis de las propiedades mecánicas del diseño óptimo obtenido en la presente investigación de pavimento asfáltico con RAP más rejuvenecedores asfálticos se encontró, Estabilidad (Kg), Flujo (mm) y % Vacíos; teniendo como resultado sobre estabilidad en la muestra patrón 709 kg, flujo 2.8 mm y porcentaje de vacíos 5.8%; en la muestra 01, 884 kg, flujo 3.4 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 02, 876 kg, flujo 3.7 mm y porcentaje de vacíos 5.0%; en la muestra 03, 769 kg, flujo 4.1 mm y porcentaje de vacíos 3.7%; en la muestra 04, 605 kg, flujo 4.3 mm y porcentaje

de vacíos 3.4%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para determinar las características físicas del porcentaje de contenido se debe de extraer mayor cantidad de muestra y someter al ensayo de lavado asfáltico, aumentar la cantidad de muestras permitirá estimar con mayor precisión el porcentaje de contenido de asfalto y de los materiales.

Se recomienda que para determinar el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP se debe de tener consideración el porcentaje de asfalto y agregados, esto con la finalidad de aplazar la cantidad de vida útil que puede cumplir un pavimento flexible en la ciudad de Juliaca.

Se recomienda que para poder analizar las propiedades mecánicas se debe de realizar mayor cantidad de ensayo en el laboratorio, esto con la finalidad de tener valores con mayores exactitudes sobre las propiedades mecánicas de las muestras extraídas.

## REFERENCIAS

- Aguilar, Angie Carolina y Infanzón , Richard. 2020.** *Aprovechamiento de material de pavimento asfáltico envejecido para reciclaje en caliente y reutilización en mezcla asfáltica en caliente.* 2020.
- Alvarez, Aldo. 2020.** *Clasificación de las Investigaciones.* 2020.
- Arellano, Lady Laura y Caceres, Claudia Stephanie. 2018.** *Importancia de la evaluación a las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente a más de 3000 msnm para el proyecto carretera desvío imperial-pampas.* 2018.
- Arias, José Luis. 2021.** *Técnicas e instrumentos de investigación científica.* Peru : s.n., 2021.
- Borja, Manuel. 2012.** *Metodología de la investigación Científica.* Chiclayo : s.n., 2012.
- Cancela, Rocío , y otros. 2010.** *Metodología de la investigación educativa.* 2010.
- Contreras, Victoria Rosa, y otros. 2020.** *Metodología de investigación.* 2020.
- Corbacho, Jorge Edison. 2019.** *Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de Tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del cusco-2018.* 2019.
- Cruz, Paolo Luis Santa . 2021.** *Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020.* 2021.
- Danox, A-RJ. 2020.** *Aditivos rejuvenecedor para asfalto.* 2020.
- De la Cruz, Paulino y Porrás, Mario José. 2017.** *Evaluación de desempeño de mezclas asfálticas en caliente diseñadas por la metodología Marshall con el ensayo de la rueda cargada de Hamburgo para el proyecto de rehabilitación de la carretera dv imperial-pampas.* 2017.
- Delgado, Horacio , Ayala, Yelitza y Zambrano, Juan Manuel . 2021.** *Análisis y*

*modelación de la variación de parámetros de diseño en el comportamiento a deformación permanente de una mezcla asfáltica. 2021.*

**Diseño de mezcla asfáltica con materiales de desechos. Villegas, Rafael , Aguiar, Jose y Loria, Luis. 2017. 2017.**

**Fidias, Arias. 2016. *El proyecto de investigacion.* 2016.**

**Franco, Freddy Erick. 2002. *Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido rc-250 y emulsión.* 2002.**

**Gaitán, Christian Steven y Torres, Diego Alejandro . 2019. *Diseño de una mezcla asfáltica convencional y reciclado con 100% de RAP.* Bogota : s.n., 2019.**

**Garcia, Jean Carlos y linga, Ronny David. 2020. *Variación de las propiedades mecánicas obtenidas del ensayo Marshall entre las mezclas asfálticas tibias producidas con diferentes tecnologías y las mezclas asfálticas en caliente.* 2020.**

**García, Paula Fernández, y otros. 2014. *Structured Validity for a quasi-experimental research of quality. They are fulfilled 50 years of the presentation in company of the quasi-experimental designs.* 2014.**

**Hielscher, Ultrasound Technology. 2022. Mezcla ultrasónica de rejuvenecedores de asfalto. [En línea] 2022. <https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-mixing-of-asphalt-rejuvenators.htm>.**

**Huamán, Néstor y Chang, Carlos M. 2016. *The permanent deformation in the asphalt mixtures and the consequent deterioration of asphalt pavements in Peru.* 2016.**

**Huari, Reyson Amadeo. 2020. *Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con rap y una mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70-28.* 2020.**

**Icaza, Kevin Alberto y Mera, Walter Antonio. 2018. *Influencia de los asfaltos mejorados con rejuvenecedores en el comportamiento de las mezclas asfálticas.* Guayaquil : s.n., 2018.**



- Jurado, Eddy Mauricio . 2018.** *Evaluación De Las Propiedades Mecánicas De Las Carpetas Asfálticas Utilizando Tratamiento Rejuvenecedor, Aplicado Para La Vía Princesa Toa conocoto En La Ciudad De Quito.* Quito : s.n., 2018.
- Leiva, Fabricio y Vargas, Adriana . 2017.** *Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimentos asfálticos recuperados (RAP).* 2017.
- Leonardo, Luis. 2016.** *Permeabilidad del concreto asfáltico: influencia de la granulometría y el contenido de cemento asfáltico.* 2016.
- López, Nancy Johanna. 2015.** *Evaluación del estado de la mezcla asfáltica en servicio de un pavimento rehabilitado que presentó afectaciones de tipo deformación.* 2015.
- Mejía, Elías . 2015.** *Técnicas e Instrumentos de investigación.* 2015.
- Minaya, Silene y Ordóñez, Abel. 2016.** *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos.* 2016.
- Monje, Carlos Arturo. 2016.** *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica.* 2016.
- Monsalve, Lina Mercedes, Giraldo, Laura Cristina y Maya, Jessyca . 2016.** *Diseño de pavimento flexible y rígido.* Armenia : s.n., 2016.
- MTC. 2016.** *Manual de ensayos de material.* 2016.
- Navarro, José Martin. 2017.** *propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET.* 2017.
- Nazareno, José Enrique. 2014.** *Diseño estructural de un pavimento permeable mediante la relación de vacíos y su aplicación al drenaje vial.* 2014.
- Orellana, Jordi René . 2019.** *Dosificación óptima en pavimento flexible de asfalto y caucho reciclado utilizando materiales de la región.* 2019.
- Pita, S. y Pértegas, S. 2012.** *Investigación cuantitativa y cualitativa.* 2012.

- Ramos, Carlos. 2020.** *Los alcances de una investigación.* 2020.
- Reyes, Oscar J. . 2009.** *Cambios dinámicos y mecánicos de una mezcla asfáltica densa por las propiedades del asfalto y la energía de compactación.* 2009.
- Reyes, Oscar Javier y Camacho, Javier Fernando. 2008.** *Effect of ultraviolet radiation on an asphalt mixture's mechanical and dynamic properties.* 2008.
- Rodríguez, Carmen Elena y Rodríguez, Jose Antonio. 2017.** *Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje.* 2017.
- Rodríguez, Edgar Daniel. 2009.** *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla.* 2009.
- Sánchez, María Yakeli. 2017.** *Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+000 al km 79+000), Lima 2017.* Lima : s.n., 2017.
- Ulloa, Andrea. 2011.** *Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico.* 2011.
- Valenzuela, Jasmani. 2020.** *Diseño de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlos y optimizar costos.* Huancayo : s.n., 2020.
- Vila, Rolando , Mera, Walter y Jaramillo, José Gabriel. 2021.** *Valoración de un rejuvenecedor como aditivo en el asfalto.* 2021.
- Villafuerte, David Israel. 2018.** *Diseño de mezclas asfálticas elaboradas con concreto asfáltico reciclado (rap) y agentes rejuvenecedores.* Ciudad de Mexico : s.n., 2018.

## ANEXOS

## Anexo 1.

### Anexo 1.1 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente: Rejuvenecedores asfálticos</b>	Los agentes rejuvenecedores son aquellos materiales orgánicos cuyas características mecánicas y físicas permiten devolverle al asfalto envejecido las propiedades perdidas en su ciclo de vida y brindan las condiciones necesarias para ofrecer un buen comportamiento dentro de la nueva mezcla (Huari, 2020)	Para determinar la influencia de los rejuvenecedores asfálticos se toman en consideración las propiedades físicas.	Propiedades físicas	Lavado asfáltico (%)	Razón
<b>Variable dependiente: Diseño</b>	Es la mezcla del pavimento removido (previamente triturado) a la cual se adiciona cemento asfáltico, emulsión asfáltica, un agente rejuvenecedor o un agregado mineral, según sea requerido (Minaya, y otros, 2016).	Para el diseño de la mezcla asfáltica se toma en consideración, el porcentaje de parámetros Marshall de los rejuvenecedores asfálticos, resistencia a la compresión y los efectos positivos y negativos de rejuvenecedores asfálticos.	Comportamiento mecánico	Estabilidad (kg)	Razón
			Flujo (mm)		
			Esfuerzo Deformación kg/mm		
			Propiedades mecánicas.	Contenido óptimo de mezcla asfáltica (%).	Razón
				Porcentaje de vacíos (%).	
				Porcentaje de vacíos llenos con C.A. (%)	

### Anexo 3.2. Indicadores de variables

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICAS/INSTRUMENTOS	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CALCULO
Determinar las propiedades físicas del porcentaje de contenido de asfalto del pavimento flexible recuperado del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.	Propiedades físicas	Lavado asfáltico (%)	El lavado asfáltico es un procedimiento para determinar el porcentaje de asfalto.	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	5 días.	Ensayos de laboratorio
Identificar el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado de distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.	comportamiento mecánico	Estabilidad (Kg)	Es la carga máxima que se logra al someter al espécimen a través de la prueba de compresión	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	2 días	Ensayos en formato de laboratorio y cálculos.
		Flujo (mm)	Es la deformación del espécimen, cuando se le aplica a la máxima carga	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	3 días	Ensayos en formato de laboratorio y cálculos.
		Esfuerzo Deformación (kg/mm)	Es la curva entre la carga máxima y la deformación del espécimen	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	3 días	Ensayos en formato de laboratorio y cálculos.
Analizar las propiedades mecánicas del nuevo diseño de pavimento asfáltico con RAP adicionando Rejuvenecedores asfálticos del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.	Propiedades mecánicas.	Contenido óptimo de mezcla asfáltica (%).	El contenido efectivo de asfalto es el volumen de asfalto no absorbido por el agregado	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	3 días	Ensayos en formato de laboratorio y cálculos.
		Porcentaje de vacíos (%).	Se define como el grado o la proporción de los espacios vacíos.	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	2 días	Ensayos en formato de laboratorio y cálculos.
		Porcentaje de vacíos llenos con C.A. (%)	Es el contenido de vacíos llenos con cemento asfáltico	<b>Técnica:</b> <b>Observación</b> <b>Instrumento:</b> Guía de observación	2 días	Ensayos en formato de laboratorio y cálculos.


### Anexo 3.3. Matriz de consistencia

Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022.					
Problema General	Objetivos General	Marco teórico	Hipótesis General	Variables	Metodología
¿Cómo influirá los Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022?	Determinar la influencia de los Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022.	Franco, Freddy Erick. 2002. Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido rc-250 y emulsión. 2002. Huamán, Néstor y Chang, Carlos M. 2016. The permanent deformation in the asphalt mixtures and the consequent deterioration of asphalt pavements in Peru. 2016.	Los rejuvenecedores asfálticos influyen significativamente en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022.	<b>Variable independiente:</b> Rejuvenecedores asfálticos	<b>Enfoque de investigación</b> Cuantitativo. <b>Tipo de investigación</b> - por el propósito Aplicada
<b>Problema específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variable dependiente:</b> Diseño de mezcla asfáltica.		- por el diseño experimental - por el nivel La investigación "ex-post-facto"	
1. ¿Cuál será el porcentaje de las propiedades físicas del asfalto del pavimento flexible recuperado del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022?	1. Determinar las propiedades físicas del porcentaje de contenido de asfalto del pavimento flexible recuperado del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022.	Huari, Reyson Amadeo. 2020. Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con rap y una mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70-28. 2020. Jurado, Eddy Mauricio . 2018. Evaluación De Las Propiedades Mecánicas De Las Carpetas Asfálticas Utilizando Tratamiento Rejuvenecedor, Aplicado Para La Vía Princesa Toa conocoto En La Ciudad De Quito. Quito: s.n., 2018. Leonardo, Luis. 2016. Permeabilidad del concreto asfáltico: influencia de la granulometría y el contenido de cemento asfáltico. 2016. Navarro, José Martín. 2017. propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET. 2017. Nazarano, José Enrique. 2014. Diseño estructural de un pavimento permeable mediante la relación de vacíos y su aplicación al drenaje vial. 2014. Reyes, Oscar Javier y Camacho, Javier Fernando. 2008. Effect of ultraviolet radiation on an asphalt mixture's mechanical and dynamic properties. 2008.			<b>Diseño de investigación</b> Experimental <b>Población</b> Pavimentos asfálticos del distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022. <b>Muestra</b> Un tramo del pavimento asfáltico del distrito de Juliaca, departamento de Puno <b>Técnicas</b> Observación <b>Instrumentos</b> Guías de observación
2. ¿Cómo Identificar el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado de distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022?	2. Identificar el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con RAP en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado de distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022.				
3. ¿Cuál será las propiedades mecánicas del nuevo diseño de pavimento asfáltico con RAP y Rejuvenecedores asfálticos recuperados distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022?	3. Analizar las propiedades mecánicas del nuevo diseño de pavimento asfáltico con RAP y Rejuvenecedores asfálticos recuperados distrito de Juliaca, departamento de puno, 2022.				

## Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

### Anexo 4.1 Instrumento para extracción de muestra.

#### Porcentaje de materiales en el pavimento recuperado

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	

<b>TITULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Jullaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhunior (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

#### Porcentaje de materiales en el pavimento recuperado

<b>UBICACIÓN:</b>	
-------------------	--

Descripcion	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimenciones</b>			

AGREGADOS	PORCENTAJE		
CONT. DE C.A.	:		%
GRAVA	:		%
ARENA	:		%
FINO	:		%


  
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN MARTÍN  
 SUB GERENCIA DE CONSERVACION DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL Y MANUTENCION VIAL  
  
 Ing. Eloy I. Huma Ventura  
 CIP 97681  
 SUB GERENTE

**Porcentaje de materiales en el pavimento recuperado**

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**Porcentaje de materiales en el pavimento recuperado**

<b>UBICACIÓN:</b>	
-------------------	--

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>			

AGREGADOS	PORCENTAJE		
CONT. DE C.A.	:		%
GRAVA	:		%
ARENA	:		%
FINO	:		%





Dr. César Parícuti Soria  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil  
Magister en Ingeniería Civil  
Ingeniero Civil N.º 12233



Anexo 4.2 Instrumento para el porcentaje de materiales en el pavimento recuperado.

**Extracción de muestra 01.**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhonor (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE PAVIMENTO**

<b>MUESTRA:</b>	M-01
<b>UBICACIÓN:</b>	

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
Dimensiones			

Fotografía	Ubicación


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SUCRE  
 SUB GERENCIA DE CONSERVACION DE  
 INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO VIAL  
 Ing. Blay E. Nina Venencia  
 D.P. 97681

**Extracción de muestra 01.**

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE PAVIMENTO</b>
---

<b>MUESTRA:</b>	M-01
<b>UBICACIÓN:</b>	

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
Dimensiones			


Fotografía	Ubicación



Elmer Pantoja Sosa  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 105331

### Anexo 4.3 Instrumento para parámetros de Marshall.

#### Parámetros de Marshall.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

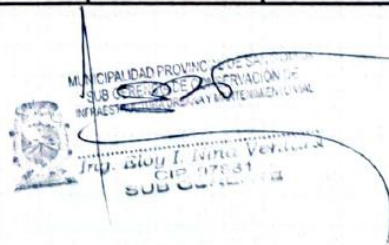
<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

#### Parámetros de Marshall.

<b>UBICACIÓN:</b>	
-------------------	--

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>			

Descripción	Muestras				
	Muestra patrón (0%)	M-01 (0.5%)	M-02 (1%)	M-03 (1.5%)	M-04 (2%)
Aplicación del rejuvenecedor asfáltico (MC-70)					
Estabilidad corregida (Kg)					
Flujo (mm)					
% Vacíos $((17-16)*100)/17$ ASTM D 3203 %					


  
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO  
 SUB GERENCIA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Stroy I. Nino Velasco  
 CIP 07131



**Parámetros de Marshall.**

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

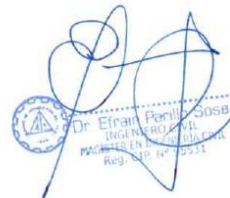
<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**Parámetros de Marshall.**

**UBICACIÓN:**

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>			

Descripción	Muestras				
Aplicación del rejuvenecedor asfáltico (MC-70)	Muestra patrón (0%)	M-01 (0.5%)	M-02 (1%)	M-03 (1.5%)	M-04 (2%)
Estabilidad corregida (Kg)					
Flujo (mm)					
% Vacíos $((17-16) \cdot 100) / 17$ ASTM D 3203 %					

Dr. Efraim Perillo Sosa  
INGENIERO PROFESIONAL  
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL  
Reg. N.º 16.0531



**EXTRACCION CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS Y ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFALTICAS**  
 (MTC E-502, 503) (D2172, D546)

OBRA :

SOLICITANTE :

MATERIAL :

MUESTRA :

UBICACION :

PROG. (km) :

TEC.RESP. :

ING.RESP. :

FECHA :

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					MAC - II	PESO M A C : Grs
2 1/2"	63.000						PESO AGREGADOS : Grs
2"	50.000						PESO C A : Grs
1 1/2"	37.500						CONT. DE C A : %
1"	25.000						
3/4"	19.000					100 - 100	
1/2"	12.500					80 - 100	GRAVA : %
3/8"	9.500					70 - 88	ARENA : %
No.04	4.750					51 - 68	FINO : %
No.10	2.000					38 - 52	
No.20	0.840						
No.40	0.425					17 - 28	
No.80	0.180					8 - 17	
No.100	0.150						
No.200	0.075					4 - 8	
<No.200							

REPRESENTACION GRAFICA  
 TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACION:

*[Handwritten signature]*





## Anexo 4.5 Instrumento para Gravedad específica y absorción del agregado fino

**GEOPOL ERL**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
(ASTM C-128, MTC - E205)

OBRA :

SOLICITANTE :  
UBICACIÓN :  
MUESTRA :  
CANTERA :  
MATERIAL :  
PROG (Km) :  
ACCESO :


TEC. RESP. :  
ING. RESP. :  
FECHA :

FILLER SILICO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr			
B. Peso frasco + Agua	gr			
C. Peso frasco + Agua + (A)	gr			
D. Peso material + Agua en el frasco	gr			
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3			
F. Peso material seco	gr			
G. Volúmen de masa	cm3			
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	gr/cm3			
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	gr/cm3			
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	gr/cm3			
K. Absorción	%			

FILLER SILICO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr			
B. Peso frasco + agua	gr			
C. Peso frasco + agua + (A)	gr			
D. Peso material + agua en el frasco	gr			
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3			
F. Peso material seco	gr			
G. Volúmen de masa	cm3			
H. Peso especifico bulk (base seca)	gr/cm3			
I. Peso especifico bulk (base saturada)	gr/cm3			
J. Peso especifico aparente (base seca)	gr/cm3			
K. Absorción	%			

Observacion:


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN JUAN  
 SUB GERENCIA DE CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO VIAL  
 Ing. Eloy I. Ruiz Velasco  
 C.I.E. 97881  
 SUB GERENCIA



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
(ASTM C-128, MTC - E205)

OBRA :

SOLICITANTE :

UBICACIÓN :

MUESTRA :

CANTERA :

MATERIAL :

PROG (Km) :

ACCESO :

TEC. RESP. :

ING. RESP. :

FECHA :

FILLER SILICO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr			
B. Peso frasco + Agua	gr			
C. Peso frasco + Agua + (A)	gr			
D. Peso material + Agua en el frasco	gr			
E. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm3			
F. Peso material seco	gr			
G. Volúmen de masa	cm3			
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	gr/cm3			
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	gr/cm3			
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	gr/cm3			
K. Absorción	%			


FILLER SILICO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr			
B. Peso frasco + agua	gr			
C. Peso frasco + agua + (A)	gr			
D. Peso material + agua en el frasco	gr			
E. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm3			
F. Peso material seco	gr			
G. Volúmen de masa	cm3			
H. Peso especifico bulk (base seca)	gr/cm3			
I. Peso especifico bulk (base saturada)	gr/cm3			
J. Peso especifico aparente (base seca)	gr/cm3			
K. Absorción	%			

Observacion:





## Anexo 4.6 Instrumento para Gravedad específica de mezcla bituminosa



**GEOPOL EURL**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA**  
ENSAYO RICE MTC E - 508, ASTM D-2041

OBRA : \_\_\_\_\_

SOLICITANTE : \_\_\_\_\_

UBICACIÓN : \_\_\_\_\_

MUESTRA : \_\_\_\_\_

CANTERA : \_\_\_\_\_

MATERIAL : \_\_\_\_\_

PROG (Km) : \_\_\_\_\_

ACCESO : \_\_\_\_\_

TEC.RESP. : \_\_\_\_\_

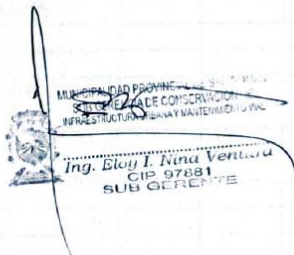
ING.RESP. : \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA**

DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
1. Peso del frasco	gr			
2. Peso del frasco + agua	gr			
3. Diferencia de peso (04) - (05)	gr			
4. Peso del frasco + agua + muestra	gr			
5. Peso neto de la muestra	gr			
6. Agua Desplazada	cm3			
Peso específico maximo de la muestra (5)/(6)	gr/cm3			
Contenido de C.A.	%			

Observación:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SUCRE  
DIRECCIÓN DE CONSERVACIÓN  
DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y MANTENIMIENTO VIAL  
Ing. Eloy I. Nina Ventura  
CIP 97881  
SUB GERENTE



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE MTC E - 508, ASTM D-2041

OBRA :

SOLICITANTE :  
UBICACIÓN :  
MUESTRA :  
CANTERA :  
MATERIAL :  
PROG (Km) :  
ACCESO :

TEC.RESP. :  
ING.RESP. :  
FECHA :


### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
1. Peso del frasco	gr			
2. Peso del frasco + agua	gr			
3. Diferencia de peso (04) - (05)	gr			
4. Peso del frasco + agua + muestra	gr			
5. Peso neto de la muestra	gr			
6. Agua Desplazada	cm <sup>3</sup>			
Peso especifico maximo de la muestra (5)/(6)	gr/cm <sup>3</sup>			
Contenido de C.A.	%			

Observación:



## Anexo 4.8 Instrumentos para el Análisis Granulométrico por Tamizado



**GEOPOL SRL**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concreto, Pavimentos y Control de Calidad

---

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NTP 339 120, ASTM D-422, MTC E107)

OBRA : \_\_\_\_\_

SOLICITANTE : \_\_\_\_\_

UBICACIÓN : \_\_\_\_\_

MATERIAL : \_\_\_\_\_

CANTERA : \_\_\_\_\_

MUESTRA : \_\_\_\_\_

PROG (Km) : \_\_\_\_\_

ACCESO : \_\_\_\_\_

TEC. RESP. : \_\_\_\_\_

ING. RESP. : \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : %
1 1/2"	37.500						Arena : %
1"	25.000						Fino : %
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
No.04	4.750						
No.10	2.000						
No.20	0.840						
No.40	0.425						
No.80	0.180						
No.100	0.150						
No.200	0.075						
<No.200							

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**

**TAMAÑO DEL GRANO EN mm**

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN JUAN  
SUB GERENCIA DE CONSERVACION DE  
INFRAESTRUCTURA URBANA Y MANTENIMIENTO VIAL

*Ing. Eloy I. Nina Ventura*  
642-07884  
JEFE GERENTE





## Anexo 4.7 Instrumento para el diseño de Marshall

**AGEOPOL EIRL**  
Laboratorio de Mecánica de Rutas, Concreto, Pavimentos y Control de Calidad

**DISEÑO MARSHALL**  
(ASTM-1559)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
 MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
 GANTERA : -  
 MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
 PROG (Km) : -  
 ACCESO : -

TEC. RESP. : RRPL  
 ING. RESP. :  
 FECHA :

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
BRIOQUETA Nº				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla							
2	% Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla							
3	% Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla							
4	% Filler sílico en peso de la Mezcla							
5	Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc				
6	Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc				
7	Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc				
8	Peso Especifico de filler sílico (Aparente)			gr/cc				
9	Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc				
10	Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc				
11	Altura promedio de la Briqueta			cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire			gr				
13	Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr				
14	Peso de la Briqueta al Agua			gr				
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc				
16	Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc				
17	Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc				
18	% Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%				
19	Peso Esp Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)							
20	Peso Esp efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-1/5))							
21	Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)							
22	% de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100							
23	Relacion Filler/Betun							
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)							
25	% de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24							
26	Flujo (mm)							
27	Estabilidad sin Corregr (Kg)							
28	Factor de Estabilidad							
29	Estabilidad corregida 27*28			(Kg)				MIN 815
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100							1700 - 4000

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO  
 SUB GERENCIA DE INGENIERIA DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA  
 Ing. Eloy E. Jara Vera  
 CIP 97881  
 SUB GERENTE



**DISEÑO MARSHALL**

(ASTM D-1559)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO


SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
CANTERA : -  
MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
PROG (Km) : -  
ACCESO : -  
TEC. RESP. : RRPL  
ING. RESP. :  
FECHA :

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
BRIQUETA Nº				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC
1 % C.A. en peso de la Mezcla								
2 % Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla								
3 % Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla								
4 % Filler silico en peso de la Mezcla								
5 Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc					
6 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc					
7 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc					
8 Peso Especifico de filler silico (Aparente)			gr/cc					
9 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc					
10 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc					
11 Altura promedio de la Briqueta			cm					
12 Peso de la Briqueta al Aire			gr					
13 Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr					
14 Peso de la Briqueta al Agua			gr					
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc					
16 Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc					
17 Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc					
18 % Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%					
19 Peso Esp. Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)								
20 Peso Esp. efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-1/5))								
21 Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)								
22 % de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100								
23 Relacion Filler/Betun								
24 Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)								
25 % de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24								
26 Flujo			(mm)					
27 Estabilidad sin Corregir			(Kg)					
28 Factor de Estabilidad								
29 Estabilidad corregida 27*28			(Kg)					MIN 815
30 Estabilidad/Flujo (29/26)*100								1700 - 4000



## Anexo 4.9 Instrumento de recolección de datos llenos con la información generada en la investigación

### Extracción de muestra 02.

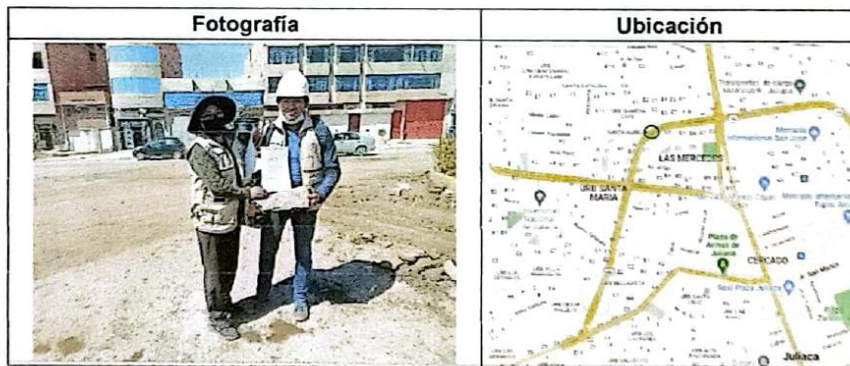
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

### EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE PAVIMENTO


<b>MUESTRA:</b>	M-02
<b>UBICACIÓN:</b>	Av. Circunvalación Oeste - Juliaca

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>	30	30	7.6



  
**CELSO AUGUSTO BARRIOS FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 137112

**Extracción de muestra 03.**



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TITULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE PAVIMENTO**

<b>MUESTRA:</b>	M-03
<b>UBICACIÓN:</b>	Av. Circunvalación Oeste - Juliaca


Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>	30	30	7.6

Fotografía	Ubicación
	

  
**CEPOL E.I.R.L.**  
 CONCIERTE EN MATERIA DE OBRAS DE CONCRETO  
 Cesar Justo Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 13192



**Extracción de muestra 04.**


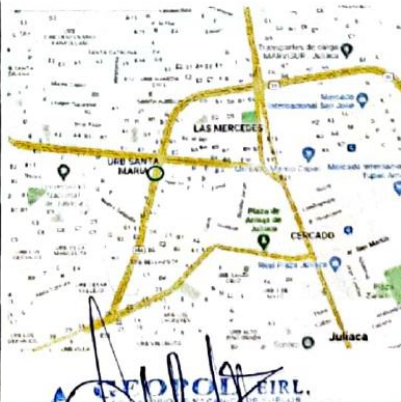
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE PAVIMENTO**


<b>MUESTRA:</b>	M-04
<b>UBICACIÓN:</b>	Av. Circunvalación Oeste - Juliaca

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>	30	30	7.6

Fotografía	Ubicación
	



**Extracción de muestra 05.**



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhonor (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE PAVIMENTO**


<b>MUESTRA:</b>	M-05
<b>UBICACIÓN:</b>	Av. Circunvalación Oeste - Juliaca

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>	30	30	7.6

Fotografía	Ubicación
	



**Porcentaje de materiales en el pavimento recuperado**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>

<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**Porcentaje de materiales en el pavimento recuperado**

<b>UBICACIÓN:</b>	Av. Circunvalación Oeste - Juliaca
-------------------	------------------------------------

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
Dimensiones	30	30	7.6

AGREGADOS	PORCENTAJE		
CONT. DE C.A.	:	6.67	%
GRAVA	:	37.08	%
ARENA	:	59.29	%
FINO	:	3.63	%

  
**GEOPOL S.R.L.**  
 INGENIERÍA CIVIL  
 CÉSAR VALLEJO  
 C.I.E. 19764

**Parámetros de Marshall.**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>


<b>TÍTULO:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>AUTORES:</b>	Choquehuanca Mamani, Pedro Jhuniór (ORCID: 0000-0003-3740-7253); Mamani Almanza, Neida Liz (ORCID: 0000-0002-8925-1396)
<b>ASESOR:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josuakdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**Parámetros de Marshall.**

<b>UBICACIÓN:</b>	Av. Circunvalación Oeste - Juliaca
-------------------	------------------------------------

Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
<b>Dimensiones</b>	30	30	7.6

Descripción	Muestras				
	Muestra patrón (0%)	M-01 (0.5%)	M-02 (1%)	M-03 (1.5%)	M-04 (2%)
Aplicación del rejuvenecedor asfáltico (MC-70)					
Estabilidad corregida (Kg)	709	884	876	769	605
Flujo (mm)	2.8	3.4	3.4	3.7	4.3
% Vacíos ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203 %	5.8	5	5	3.7	3.4





**EXTRACCION CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS Y ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFALTICAS**

(MTC E-502, 503) (D2172, D546)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ

MATERIAL : PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO

MUESTRA : M-01

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

PROG. (km) : -

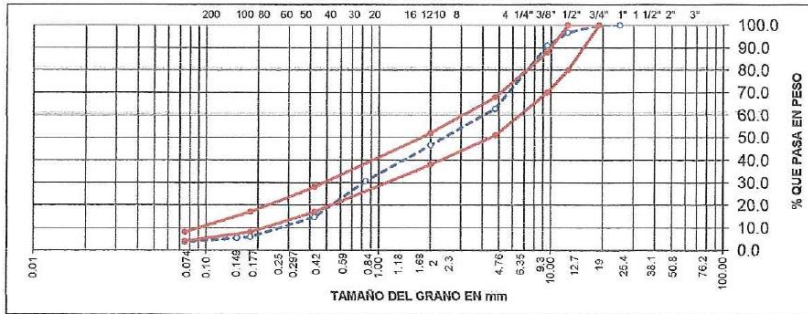
TEC.RESP. : RRPL

ING.RESP. : .

FECHA : 28/03/2022

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					MAC - II	PESO M.A.C. : 1800.0 Grs
2 1/2"	63.000						PESO AGREGADOS : 1680.0 Grs
2"	50.000						PESO C.A. : 120.0 Grs
1 1/2"	37.500						CONT. DE C.A. : 6.67 %
1"	25.000						
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100	
1/2"	12.500	55.0	3.3	3.3	96.7	80 - 100	GRAVA : 37.08 %
3/8"	9.500	96.0	5.7	9.0	91.0	70 - 89	ARENA : 59.29 %
No.04	4.750	472.0	28.1	37.1	62.9	51 - 68	FINO : 3.63 %
No.10	2.000	272.0	16.2	53.3	46.7	38 - 52	
No.20	0.840	270.0	16.1	69.3	30.7		
No.40	0.425	269.0	16.0	85.4	14.6	17 - 28	
No.60	0.180	147.0	8.8	94.1	5.9	8 - 17	
No.100	0.150	8.0	0.5	94.6	5.4		
No.200	0.075	30.0	1.8	96.4	3.6	4 - 8	
<No.200		61.0	3.6	100.0			

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACION:

Rene Reginaldo Pomacosi Lariceno  
Bach. Ing. Geológica

GEOPOL EIRL  
CONCRETO, PAVIMENTO Y CONTROL DE CALIDAD  
César Augusto Barrios Flores  
Ingeniero Civil  
CIP 139702

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NTP 339.128; ASTM D-422, MTC E107)

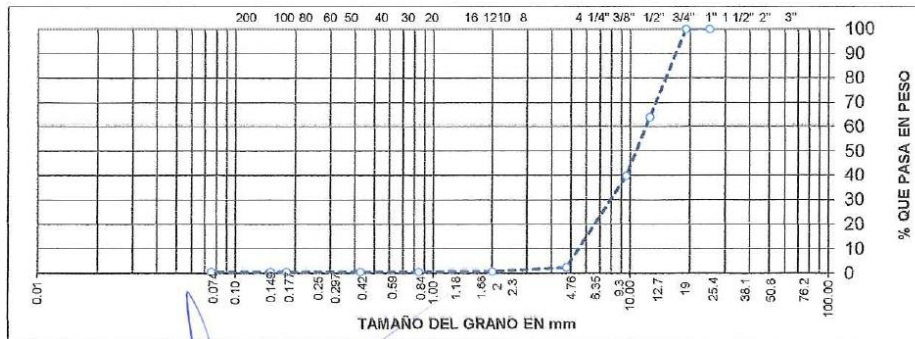
OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO  
RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MATERIAL : GRAVA CHANCADA PASANTE MALLA 3/4"  
CANTERA : -  
MUESTRA : M-01 (GRAVA CHANCADA PASANTE MALLA 3/4")  
PROG (Km) : -  
ACCESO : -

TEC. RESP. : -  
ING. RESP. : -  
FECHA : 09/04/22

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido(gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 4388.0 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : 97.68 %
1 1/2"	37.500						Arena : 1.91 %
1"	25.000						Fino : 0.41 %
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.500	1585.0	36.1	36.1	63.9		
3/8"	9.500	1058.0	24.1	60.2	39.8		
No.04	4.750	1643.0	37.4	97.7	2.3		
No.10	2.000	74.0	1.7	99.4	0.6		
No.20	0.840	10.0	0.2	99.6	0.4		
No.40	0.425						
No.80	0.180						
No.100	0.150						
No.200	0.075						
<No.200							

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



René Reynaldo Barrios Laricano  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
Ingeniero Civil  
CIP 199702

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 (NTP 339.128; ASTM D-422, MTC E107)

**OBRA :** REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

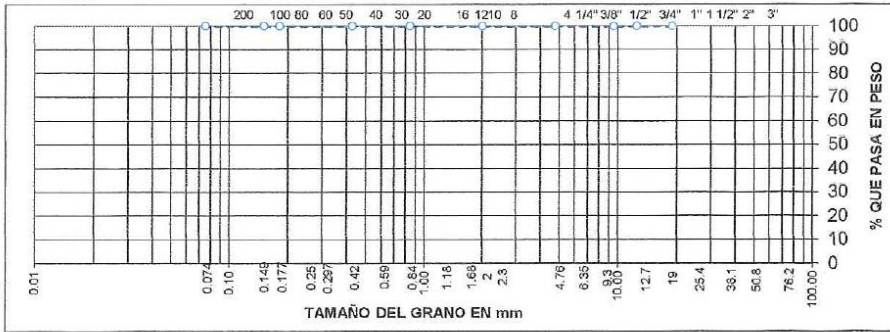
**SOLICITANTE :** Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
**UBICACIÓN :** DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MATERIAL :** FILLER SILICO PARA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
**CANTERA :** -  
**MUESTRA :** M-01  
**PROG (Km) :** -  
**ACCESO :** -

**TEC. RESP. :** -  
**ING. RESP. :** -  
**FECHA :** 09/04/22

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido(gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 100.0 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : - Grs
2"	50.000						Grava : 0.00 %
1 1/2"	37.500						Arena : 0.00 %
1"	25.000						Fino : 100.00 %
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
No.04	4.750						
No.10	2.000						
No.20	0.840						
No.40	0.425						
No.80	0.180	0.0	0.0	0.0	100.0		
No.100	0.150	0.0	0.0	0.0	100.0		
No.200	0.075	0.0	0.0	0.0	100.0		
<No.200		100.0	100.0	100.0			

**REPRESENTACION GRAFICA**

**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



René Reynaldo Pomposi Laricano  
 Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 DE JULIACA



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 (ASTM C-128, MTC - E205)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
 ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
 MUESTRA : FILLER SILICO PARA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
 CANTERA : -  
 MATERIAL : M-01  
 PROG (Km) : -  
 ACCESO : -

TEC. RESP. : -  
 ING. RESP. : -  
 FECHA : 09/04/22

FILLER SILICO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	100.0	50.0	-
B. Peso frasco + Agua	gr	678.0	671.3	-
C. Peso frasco + Agua + (A)	gr	778.0	721.3	-
D. Peso material + Agua en el frasco	gr	736.3	699.9	-
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3	41.7	21.4	-
F. Peso material seco	gr	100.0	50.0	-
G. Volúmen de masa	cm3	41.7	21.4	-
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	gr/cm3	2.398	2.336	2.367
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	gr/cm3	2.398	2.336	2.367
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	gr/cm3	2.398	2.336	2.367
K. Absorción	%			

FILLER SILICO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr			
B. Peso frasco + agua	gr			
C. Peso frasco + agua + (A)	gr			
D. Peso material + agua en el frasco	gr			
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3			
F. Peso material seco	gr			
G. Volúmen de masa	cm3			
H. Peso especifico bulk (base seca)	gr/cm3			
i. Peso especifico bulk (base saturada)	gr/cm3			
J. Peso especifico aparente (base seca)	gr/cm3			
K. Absorción	%			

Observación:

  
 René Reynaldo Pomacosi Lariacano  
 Bach. Ing. Geológica

  
**GEOPOL ERL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 19972



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 (NTP 339.128; ASTM D-422, MTC E107)

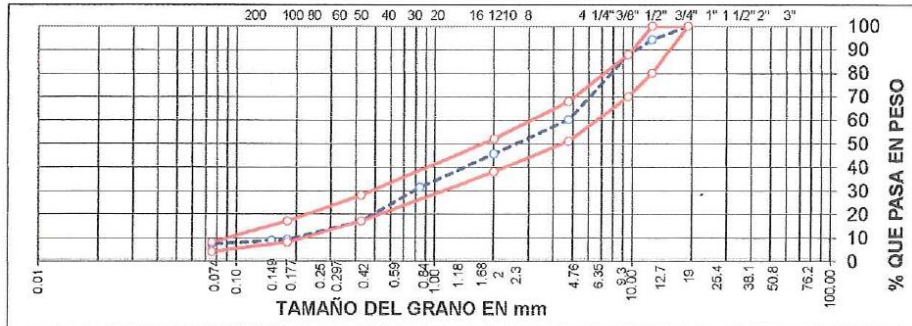
OBRA : REJUVENECEDORES ASFÁLTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
 MUESTRA : MEZCLA DE AGREGADOS PETREOS Y FILLER (M-01)  
 CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PETREOS REALIZADO EN LABORATORIO  
 MATERIAL : MEZCLA DE AGREG. PARA PRODUCCION DE MAC  
 PROG (Km) : -  
 ACCESO : -

TEC. RESP. : RRPL  
 ING. RESP. :  
 FECHA : 09/04/22

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					MAC - 2	Peso inicial : 2400.0 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 624.0 Grs
2"	50.000						Grava : 39.80 %
1 1/2"	37.500						Arena : 52.97 %
1"	25.000						Fino : 7.23 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	
1/2"	12.500	136.75	5.70	5.70	94.30	80 - 100	
3/8"	9.500	156.86	6.50	12.20	87.80	70 - 88	
No.04	4.750	662.44	27.60	39.80	60.20	51 - 68	
No.10	2.000	150.50	14.52	54.32	45.68	38 - 52	
No.20	0.840	148.60	14.34	68.66	31.34		
No.40	0.425	148.40	14.32	82.97	17.03	17 - 28	
No.80	0.180	81.10	7.82	90.80	9.20	8 - 17	
No.100	0.150	4.50	0.43	91.23	8.77		
No.200	0.075	16.00	1.54	92.77	7.23	4 - 8	
<No.200		894.85	37.30	130.07			

REPRESENTACION GRAFICA  
 TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACION: Dosificación para la preparación de mezcla asfáltica en caliente

DOSIFICACION	
AGREGADOS DE PAVIMENTO ASFÁLTICO RECUPERADO	89.0 %
PIEDRA CHANCADA PASANTE MALLA 3/4"	7.0 %
ARENA CHANCADA	0.0 %
ARENA NATURAL	0.0 %
FILLER SILICO	4.0 %

René Reynaldo Pomacosi Laricano  
 Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

Cesar Augusto Paríños Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

(ASTM C-128; NTP 400.022; MTC E-205)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNOSOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MUESTRA : AGREGADO FINO PASANTE MALLA N° 04  
CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PETREOS REALIZADO EN LABORATORIO  
MATERIAL : MEZCLA DE AGREG. PARA PRODUCCION DE MAC TEC. RESP. : RRPL  
PROG (Km) : - ING. RESP. : -  
ACCESO : - FECHA : 10/04/22

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	301.0	350.0	-
B. Peso frasco + Agua	gr	678.0	671.3	-
C. Peso frasco + Agua + (A)	gr	979.0	1021.3	-
D. Peso material + Agua en el frasco	gr	858.0	881.0	-
E. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm3	121.0	140.3	-
F. Peso material seco	gr	295.0	343.0	-
G. Volúmen de masa	cm3	115.0	133.3	-
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	gr/cm3	2.438	2.445	2.441
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	gr/cm3	2.488	2.495	2.491
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	gr/cm3	2.565	2.573	2.569
K. Absorción	%	2.034	2.041	2.037

René Reynaldo Pomacosi Laricani  
Bach. Ing. GeológicaGEOPOL EIRL.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 132702

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

(NTP 400.021; ASTM C-127; MTC E206)

**OBRA** : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO RETENIDO EN LA MALLA N° 04

**CANTERA** : MEZCLA DE AGREGADOS PETREOS REALIZADO EN LABORATORIO

**MATERIAL** : MEZCLA DE AGREG. PARA PRODUCCION DE MAC

**TEC. RESP.** : RRPL

**PROG (Km)** : -

**ING. RESP.** : .

**ACCESO** : -

**FECHA** : 10/04/22

**GRAVA CHANCADA PASANTE MALLA 3/4"**

DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	PROMEDIO
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	684.0	875.6	-
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr	414.0	530.0	-
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3	270.0	345.6	-
D. Peso material seco	gr	670.0	859.0	-
E. Volúmen de masa	cm3	256.0	329.0	-
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	gr/cm3	2.481	2.486	2.484
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	gr/cm3	2.533	2.534	2.533
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	gr/cm3	2.617	2.611	2.614
I. Absorción	%	2.09	1.93	2.011

René Reynaldo Pomacosi Laricano  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIR 120702



**DISEÑO MARSHALL**  
 (ASTM D-1559)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
 ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
 MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
 CANTERA : -  
 MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
 PROG (Km) : -  
 ACCESO : -

TEC. RESP. : RRPL  
 ING. RESP. :  
 FECHA : 12/04/22

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
BRIQUETA Nº				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	% C.A. en peso de la Mezcla				5.90			
2	% Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla				35.95			
3	% Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla				54.38			
4	% Filler silico en peso de la Mezcla				3.76			
5	Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc	1.013			
6	Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc	2.533			
7	Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc	2.491			
8	Peso Especifico de filler silico (Aparente)			gr/cc	2.367			
9	Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc	2.614			
10	Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc	2.569			
11	Altura promedio de la Briqueta			cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire			gr	1184.7	1186.8	1178.3	
13	Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr	1187.6	1188.9	1179.7	
14	Peso de la Briqueta al Agua			gr	658.0	666.5	662.1	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc	529.6	522.4	517.6	
16	Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc	2.237	2.272	2.276	2.262
17	Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc	2.402			
18	% Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%	6.9	5.4	5.2	5.8
19	Peso Esp. Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)				2.502			
20	Peso Esp. efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-(1/5))				2.628			
21	Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)				1.94			
22	% de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100				4.07			
23	Relacion Filler/Betun				0.82			0.6 - 1.3
24	Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)				15.9	14.6	14.4	14.9
25	% de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24				56.7	62.8	63.7	61.0
26	Flujo (mm)			(mm)	3.00	2.75	2.75	2.8
27	Estabilidad sin Corregir			(Kg)	739	803	674	
28	Factor de Estabilidad				0.96	0.96	0.96	
29	Estabilidad corregida 27*28			(Kg)	709	771	647	709
30	Estabilidad/Flujo (29/26)*100				2363	2803	2353	2506
								1700 - 4000

René Reynaldo Pomacosi Laricano  
 Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139712

**DISEÑO MARSHALL**  
(ASTM D-1559)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFÁLTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACION : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE DISEÑO  
CANTERA : -  
MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
PROG (Km) : -  
ACCESO : -

TEC. RESP. : RRPL  
ING. RESP. :  
FECHA : 12/04/22

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
BRIQUETA Nº				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 % C.A. en peso de la Mezcla					6.40			
2 % Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla					35.76			
3 % Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla					54.09			
4 % Filler silico en peso de la Mezcla					3.74			
5 Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc		1.013			
6 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.533			
7 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.491			
8 Peso Especifico de filler silico (Aparente)			gr/cc		2.367			
9 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.614			
10 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.569			
11 Altura promedio de la Briqueta			cm					
12 Peso de la Briqueta al Aire			gr	1182.2	1175.4	1180.8		
13 Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr	1185.0	1178.2	1182.6		
14 Peso de la Briqueta al Agua			gr	662.7	663.0	662.6		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc	522.3	515.2	520.0		
16 Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc	2.263	2.281	2.271	<b>2.272</b>	
17 Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc		2.392			
18 % Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%	5.4	4.6	5.1	<b>5.0</b>	2 - 4
19 Peso Esp. Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)					2.502			
20 Peso Esp. efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-1/5)					2.637			
21 Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)					2.08			
22 % de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100					4.45			
23 Relacion Filler/Betun					0.89			0.6 - 1.3
24 Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)				15.3	14.7	15.1	<b>15.0</b>	
25 % de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24				64.9	68.5	66.3	<b>66.6</b>	
26 Flujo			(mm)	3.00	3.00	4.25	<b>3.4</b>	2 - 4.0
27 Estabilidad sin Corregir			(Kg)	1183	947	634		
28 Factor de Estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29 Estabilidad corregida 27*28			(Kg)	1136	909	609	<b>884</b>	MIN 815
30 Estabilidad/Flujo (29/26)*100				3786	3030	1432	<b>2749</b>	1700 - 4000

René Reynaldo Romáñez Laricani  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 19702

**DISEÑO MARSHALL**  
(ASTM D-1559)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
CANTERA : -  
MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
PROG (Km) : -  
ACCESO : -  
TEC. RESP. : RRPL  
ING. RESP. :  
FECHA : 12/04/22

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
BRIQUETA Nº				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 % C.A. en peso de la Mezcla					6.90			
2 % Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla					35.57			
3 % Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla					53.80			
4 % Filler silico en peso de la Mezcla					3.72			
5 Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc		1.013			
6 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.533			
7 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.491			
8 Peso Especifico de filler silico (Aparente)			gr/cc		2.367			
9 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.614			
10 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.569			
11 Altura promedio de la Briqueta			cm					
12 Peso de la Briqueta al Aire			gr	1174.0	1181.5	1184.0		
13 Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr	1175.1	1183.4	1185.9		
14 Peso de la Briqueta al Agua			gr	665.9	660.6	662.9		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc	509.2	522.8	523.0		
16 Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc	2.306	2.260	2.264	2.276	
17 Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc		2.382			
18 % Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%	3.2	5.1	5.0	4.4	2 - 4
19 Peso Esp. Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)					2.502			
20 Peso Esp. efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-1/5)					2.647			
21 Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)					2.22			
22 % de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100					4.83			
23 Relacion Filler/Betun					0.96			0.6 - 1.3
24 Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)				14.2	15.9	15.8	15.3	
25 % de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24				77.4	67.8	68.5	71.2	
26 Flujo			(mm)	3.75	3.50	3.75	3.7	2 - 4.0
27 Estabilidad sin Corregir			(Kg)	901	846	990		
28 Factor de Estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29 Estabilidad corregida 27*28			(Kg)	865	812	950	876	MIN 815
30 Estabilidad/Flujo (29/26)*100				2307	2320	2534	2387	1700 - 4000

René Reynaldo Pomacosi Larioano  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO (P.O. CIVIL)  
CIP 130702



**DISEÑO MARSHALL**  
(ASTM D-1559)

**OBRA** : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
**GANTERA** : -  
**MATERIAL** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
**PROG (Km)** : -  
**ACCESO** : -

**TEC. RESP.** : RRPL  
**ING. RESP.** :  
**FECHA** : 12/04/22

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
<b>BRIQUETA Nº</b>				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 % C.A. en peso de la Mezcla					7.30			
2 % Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla					35.42			
3 % Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla					53.57			
4 % Filler silico en peso de la Mezcla					3.71			
5 Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc		1.013			
6 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.533			
7 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.491			
8 Peso Especifico de filler silico (Aparente)			gr/cc		2.367			
9 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.614			
10 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.569			
11 Altura promedio de la Briqueta			cm					
12 Peso de la Briqueta al Aire			gr	1167.5	1172.9	1162.9		
13 Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr	1169.3	1174.2	1164.5		
14 Peso de la Briqueta al Agua			gr	654.8	655.3	659.8		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc	514.5	518.9	504.7		
16 Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc	2.269	2.260	2.304	2.278	
17 Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc		2.365			
18 % Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%	4.1	4.4	2.6	3.7	2 - 4
19 Peso Esp. Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)					2.502			
20 Peso Esp. efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-1/5))					2.643			
21 Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)					2.16			
22 % de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100					5.30			
23 Relacion Filler/Betun					1.01			0.6 - 1.3
24 Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)				15.9	16.2	14.6	15.6	
25 % de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24				74.5	72.8	82.4	76.6	
26 Flujo			(mm)	4.00	4.25	4.00	4.1	2 - 4.0
27 Estabilidad sin Corregir			(Kg)	773	780	850		
28 Factor de Estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29 Estabilidad corregida 27*28			(Kg)	742	749	816	769	MIN 815
30 Estabilidad/Flujo (29/26)*100				1855	1762	2040	1886	1700 - 4000

René Reynaldo Pomaosi Larioano  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP-110728

**DISEÑO MARSHALL**  
(ASTM D-1559)

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
CANTERA : -  
MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
PROG (Km) : -  
ACCESO : -

TEC. RESP. : RRPL  
ING. RESP. :  
FECHA : 12/04/22

TAMICES ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
ESPECIFICACIONES	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	36 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
GRANULOMETRIA (%)	100.0	94.3	87.8	60.2	45.7	17.0	9.2	7.2
BRIQUETA Nº				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 % C.A. en peso de la Mezcla					7.80			
2 % Agregado > Nº 04 en peso de la Mezcla					35.23			
3 % Agregado < Nº 04 en peso de la Mezcla					53.28			
4 % Filler silico en peso de la Mezcla					3.69			
5 Peso Especifico del C.A. (Aparente)			gr/cc		1.013			
6 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.533			
7 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Bulk)			gr/cc		2.491			
8 Peso Especifico de filler silico (Aparente)			gr/cc		2.367			
9 Peso Especifico de la Grava > Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.614			
10 Peso Especifico de la Arena < Nº 04 (Aparente)			gr/cc		2.569			
11 Altura promedio de la Briqueta			cm					
12 Peso de la Briqueta al Aire			gr	1172.4	1271.8	1176.6		
13 Peso de la Briqueta al agua por 60'			gr	1173.6	1273.2	1177.5		
14 Peso de la Briqueta al Agua			gr	659.3	714.1	657.8		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)			cc	514.3	559.1	519.7		
16 Peso Especifico Bulk de la briqueta (12/15)			gr/cc	2.280	2.275	2.264	2.273	
17 Peso especifico máximo ASTM D 2041 (RICE)			gr/cc		2.353			
18 % Vacios ((17-16)*100)/17 ASTM D 3203			%	3.1	3.3	3.8	3.4	2 - 4
19 Peso Esp. Bulk agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)					2.502			
20 Peso Esp. efectivo agregado Total (2+3+4)/((100/17)-1/5)					2.649			
21 Asfalto absorbido por el agregado (100*5*(20-19))/(19*20)					2.26			
22 % de Asfalto efectivo 1-(21*(2+3+4))/100					5.72			
23 Relacion Filler/Betun					1.08			0.6 - 1.3
24 Vacios de Agregado Mineral (VMA) 100-(2+3+4)*(16/19)				16.0	16.2	16.6	16.2	
25 % de vacios llenos con C.A. 100*(24-18)/24				80.5	79.4	77.2	79.0	
26 Flujo			(mm)	4.75	4.25	4.00	4.3	2 - 4.0
27 Estabilidad sin Corregir			(Kg)	630	651	611		
28 Factor de Estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29 Estabilidad corregida 27*28			(Kg)	605	625	587	605	MIN 815
30 Estabilidad/Flujo (29/26)*100				1273	1470	1486	1403	1700 - 4000

René Reynaldo Pomacosi Lariéan  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS ASFALTICOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702

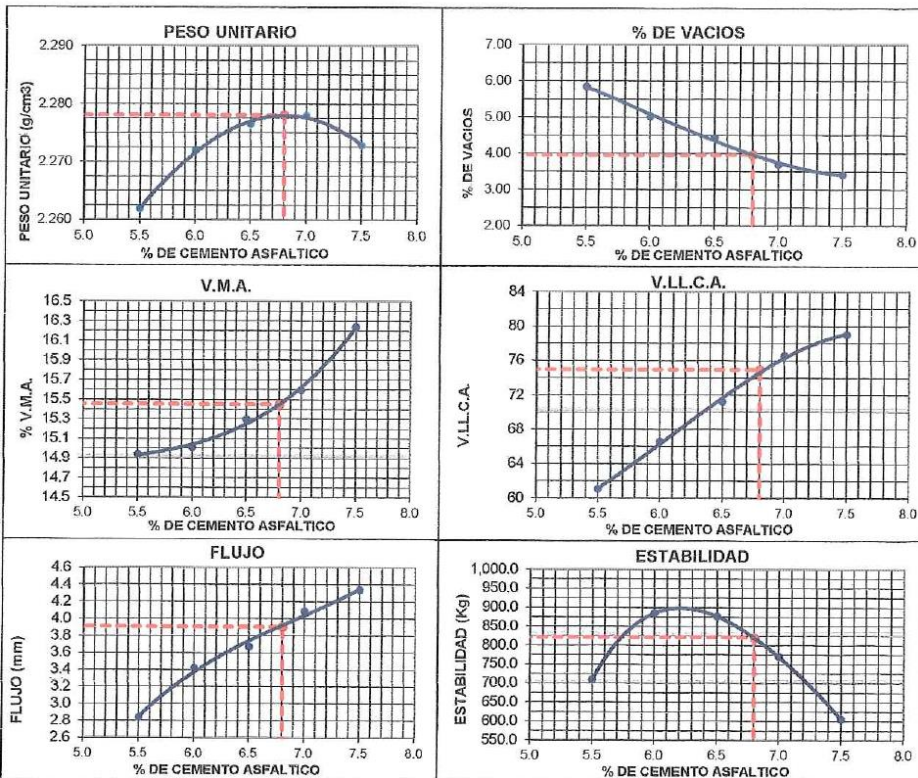


**GRAFICOS DE DISEÑO MARSHALL**

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
 ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
 MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
 CANTERA : -  
 MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
 PROG (Km) : -  
 ACCESO : -

TEC. RESP: RRPL  
 ING. RESP.:  
 FECHA : 12/04/22



PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA		DOSIFICACION	
GOLPES POR CAPA	75	AGREG. DE PAV. ASFALTICO RECUPERADO	89.0 %
CEMENTO ASFALTICO	6.80 %	PIEDRA CHANCADA PASANTE MALLA 3/4"	7.0 %
PESO UNITARIO	2.278 gr/cm <sup>3</sup>	ARENA CHANCADA	0.0 %
VACIOS	3.90 %	ARENA NATURAL	0.0 %
V.M.A.	15.45 %	FILLER SILICO	4.0 %
VACIOS LLENOS CON C.A.	74.9 %	<b>TOTAL</b>	<b>100.0 %</b>
FLUJO	3.90 mm		
ESTABILIDAD	820.0 Kg		
ESTABILIDAD/FLUJO	2102.6 Kg/cm		
OBSERVACIONES:			

René Reynaldo Pomacosi Larioano  
 Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA**

ENSAYO RICE MTC E - 508, ASTM D-2041

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ  
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO  
MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO  
CANTERA : -  
MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO  
PROG (Km) : -  
ACCESO : -

TEC.RESP. : RRPL  
ING.RESP. : .  
FECHA : 13/04/22

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA**

DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
1. Peso del frasco	gr	703.0	703.0	703.0
2. Peso del frasco + agua	gr	5415.0	5415.0	5415.0
3. Diferencia de peso (04) - (05)	gr	6551.0	6806.0	6611.0
4. Peso del frasco + agua + muestra	gr	6078.0	6108.0	6109.0
5. Peso neto de la muestra	gr	1136.0	1191.0	1196.0
6. Agua Desplazada	cm3	473.0	498.0	502.0
Peso especifico maximo de la muestra (5)/(6)	gr/cm3	2.402	2.392	2.382
Contenido de C.A.	%	5.9	6.4	6.9

Observación:

René Raymundo Pomacosi Laricano  
Bach. Ing. Geológica

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 199702

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA**

ENSAYO RICE MTC E - 508, ASTM D-2041

OBRA : REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO  
ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, Bach. MAMANI ALMANZA, NEIDA LIZ

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO

MUESTRA : MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO DE DISEÑO

CANTERA : -

MATERIAL : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE DISEÑO

PROG (Km) : -

ACCESO : -

TEC.RESP. : RRPL

ING.RESP. : .

FECHA : 14/04/22

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA**

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA		
	4	5	
1. Peso del frasco gr	703.0	703.0	
2. Peso del frasco + agua gr	5415.0	5415.0	
3. Diferencia de peso (04) - (05) gr	6607.0	6608.0	
4. Peso del frasco + agua + muestra gr	6103.0	6101.0	
5. Peso neto de la muestra gr	1192.0	1193.0	
6. Agua Desplazada cm3	504.0	507.0	
Peso Especifico maximo de la muestra (5)/(6) gr/cm3	2.365	2.353	
Contenido de C.A. %	7.3	7.8	

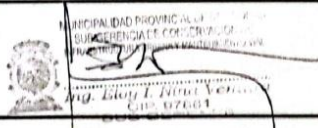
Observación:

  
René Reynaldo Pomaocosi Laricano  
Bach. Ing. Geológica  
**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 159742



## Anexo 5. Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos

### Anexo 5.1. Matriz de validación de los expertos de los instrumentos utilizados

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno			
Línea de Investigación:	Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y nombres del experto:	Nina Ventura, Eloy Indalecio			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprueba		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
				

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS	
Título de la Investigación:	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
Línea de Investigación:	Diseño de Infraestructura Vial
Apellidos y nombres del experto:	Parillo Sosa, Efrain
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Dependiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO, Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma de experto:

Dr. Efrain Parillo Sosa  
 INGENIERO CIVIL  
 UNIVERSIDAD DEL PUNO


MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS	
<b>Título de la Investigación:</b>	Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno
<b>Línea de Investigación:</b>	Diseño de Infraestructura Vial
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Villar Quiroz, Josualdo Carlos
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Dependiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO, Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma de experto:**



## Anexo 5.2. Certificados de calibración de laboratorio



**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de  
Medición Industriales y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-004-2022

Laboratorio de Temperatura

Pág. 1 de 3

<b>Expediente</b>	2001	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>Solicitante</b>	GEOPOL E.I.R.L.	
<b>Dirección</b>	CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
<b>Equipo</b>	ESTUFA (HORNO)	
<b>Marca (o Fabricante)</b>	ORION	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Numero de Serie</b>	NO INDICA	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
<b>Procedencia</b>	NO INDICA	
<b>Identificación</b>	K21-56	
<b>Instrumento de Medición</b>	Termometro con Indicación Digital.	
<b>Marca/ Modelo</b>	THOLZ	
<b>Alcance de Indicación</b>	50 °C a 250 °C	
<b>Div. de escala (Resoluc)</b>	1 °C	
<b>Identificación</b>	No indica	
<b>Selector</b>	Digital	
<b>Marca/ Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Alcance de Indicación</b>	50 °C a 250 °C	
<b>Div.de escala (Resoluc)</b>	1.0 °C	
<b>Lugar de Calibracion</b>	INSTALACIONES DEL SOLICITANTE	
<b>Fecha de Calibración</b>	31/01/2022	

**Metodo de Calibración**

La calibración se realizo por comparación según el PC - 18, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostatico".


**Trazabilidad**

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :** T - 2739 - 2019

**Condiciones Ambientales**

Temperatura ambiental : Inicial 20.8 °C ; Final : 20.8 °C  
 Humedad Relativa ambiental : Inicial 68 HR % ; Final : 68 HR %

<b>Sello</b>	<b>Fecha de emisión</b>	<b>Jefe del laboratorio de calibración</b>
	2022-01-31	

**CALIBRACIONES PERÚ S.A.C.** - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMT-004-2022**

Laboratorio de Temperatura

Pág. 2 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	T.ind(°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T.prom °C	Tmax-Tmin C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	3.0
2	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	4.5
4	110.0	110.0	109.2	110.0	110.3	110.0	110.1	110.6	109.0	109.5	109.8	109.9	2.0
6	110.0	110.6	109.0	109.8	110.0	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	3.4
8	110.0	110.0	109.5	110.2	109.0	110.1	110.2	109.0	110.2	110.2	109.1	109.8	3.4
10	110.0	110.6	109.5	110.6	110.6	109.9	109.5	110.3	109.8	109.9	110.0	109.8	2.3
12	110.0	110.5	109.0	110.4	109.9	110.0	110.2	111.6	110.9	110.8	110.5	110.4	3.2
14	110.0	109.5	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.4
16	110.0	110.0	109.9	109.0	109.0	109.9	109.8	109.2	110.0	110.5	110.0	109.7	3.7
18	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	4.3
20	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	3.6
22	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	110.1	3.4
24	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	2.2
26	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.4
28	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.0
30	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.8	3.8
32	110.0	110.2	110.6	110.3	109.9	109.9	110.7	109.9	110.1	109.7	109.8	110.1	3.7
34	110.0	109.9	109.8	111.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	110.0	110.2	110.1	3.7
36	110.0	109.9	109.9	110.0	109.9	109.8	109.8	109.9	110.2	109.9	110.0	110.0	3.7
38	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.2	3.5
40	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.8
42	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.6
44	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	109.9	3.6
46	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	3.7
48	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.0
50	110.0	105.3	110.2	109.3	109.7	108.5	110.2	110.1	109.7	107.2	109.0	109.5	3.4
52	110.0	110.0	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.6
54	111.0	110.0	111.6	109.0	109.0	112.9	114.8	111.2	110.0	110.5	110.0	109.0	3.6
56	110.0	109.5	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	110.0	2.9
58	110.0	109.5	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	109.9	2.6
60	110.0	109.5	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.7
T.PRON	110.0	109.5	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2	110.3	
T.MAX	110.0	109.2	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2		
T.MIN	110.0	110.2	109.4	110.1	110.0	110.2	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1		
DTT	0.0	3.6	4.5	3.0	3.6	3.7	3.7	3.1	3.9	3.6	3.7		



Parámetro	Valor (° C)	Incertidumbre expandida (° C)
Máxima temperatura Medida	111.0	0.5
Mínima Temperatura Medida	109.9	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.4	0.2
Estabilidad Medida ( ± )	0.2	0.1
Uniformidad Medida	4.5	0.1

**CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959**  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

 E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)

Escaneado con CamScanner



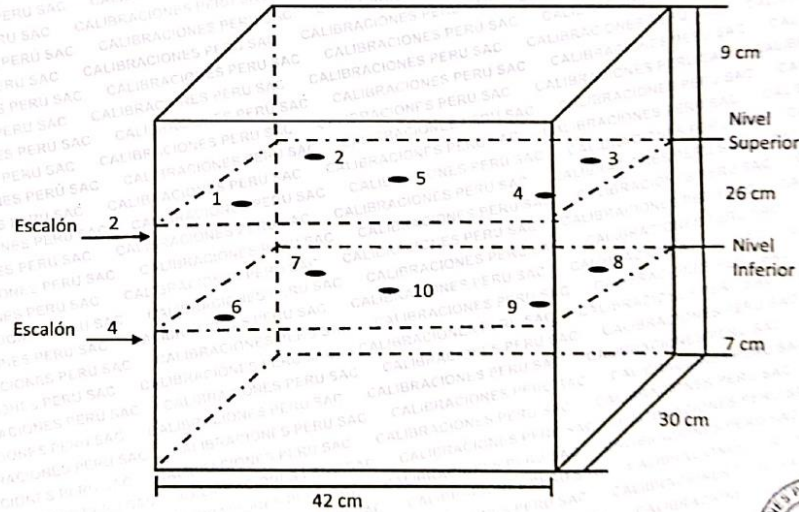
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMT-004-2022**
**Laboratorio de Temperatura**

Pág. 3 de 3

**T.PROM** : Promedio de la temperatura una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
**T.PROM** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
**T.MAX** : Temperatura Máxima.  
**T.MIN** : Temperatura Mínima.  
**DTT** : desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre maxima y la minima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

**Distribución de termopares en el equipo**


Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.  
 Los termopares 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.  
 Los termopares 6 al 10 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla inferior.  
 Los termopares 1 y 4 del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.  
 Los escalones indican las posiciones de las parrillas.


**Observaciones:**

- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- \* La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  para una distribución normal de aproximadamente 95%.

**Fin del documento**

**CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959**  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porrés, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-018-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

**Expediente** 2001  
**Solicitante** GEOPOL E.I.R.L  
**Dirección** CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA  
**Instrumento de Medición** **BALANZA NO AUTOMATICA**  
**Marca (o Fabricante)** ACS  
**Modelo** NO INDICA  
**Numero de Serie** NO INDICA  
**Procedencia** CHINA  
**Tipo** Electronica  
**Identificación** No indica  
**Alcance de Indicación** 0 g a 15000 g  
**Division de escala (d) o resolución** 0,5 g  
**Div.verifc. De escala ( e )** 5 g (\*)  
**Capacidad Minima** 10 g (\*\*)  
**Clase de exactitud** III (\*\*\*)  
**Lugar de Calibración** LABORAORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Fecha de Calibración** 2022-01-31

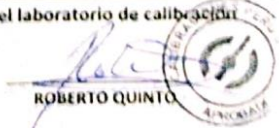
La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001,"Procedimiento de calibracion de Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edicion tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :**

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

<b>Sello</b>	<b>Fecha de emisión</b>	<b>Jefe del laboratorio de calibración</b>
	2022-01-31	 ROBERTO QUINTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-018-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medición**
**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medición N°	Carga L1= 7500 g			Carga L2= 15000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.65
2	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
3	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
4	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.70
5	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
6	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
7	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
8	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
9	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60
10	7500.5	0.3	2.70	14999.5	0.40	1.60

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p (gr)
7500	0.000	20
15000	0.100	30

2	5	Posición de las Cargas
1		
3	4	

**Ensayo de Excentricidad**

Temperatura	Inicial 17.4 °C	Final 17.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Posición de la Carga	Carga min (g)	I (g)	ΔL (g)	ED (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ee (g)	e.m.p
										= gr
1		5.0	0.10	4.7		5000.5	0.25	2.75	-1.2	20
2		5.0	0.10	4.7		5000.5	0.20	2.75	-1.1	20
3	5	5.0	0.10	4.8	5000	5000.5	0.25	2.75	-1.2	20
4		5.0	0.10	4.8		5000.5	0.20	2.80	-0.1	20
5		5.0	0.10	4.8		5000.5	0.25	2.75	-0.2	20



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-O18-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	20.4 °C	Final	20.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p	
									± g	
Eo	10	10	0.4	4.6						
	20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
	500	500.5	0.3	4.7	0.1	500.5	0.3	4.7	0.1	10
	1000	1000.5	0.3	4.7	0.1	1000.5	0.4	4.6	0.0	10
	3000	3000.5	0.4	4.6	0.0	3000.5	0.3	4.7	0.1	10
	4000	4000.5	0.4	4.6	0.0	4000.5	0.4	4.6	0.0	20
	5000	5000.5	0.5	4.5	-0.1	5000.5	0.4	4.6	0.0	20
	6000	6000.0	0.5	4.5	-0.1	6000.0	0.5	4.5	-0.1	20
	8000	8000.5	0.5	4.5	-0.1	8000.5	0.5	3.5	-1.1	20
	10000	10000.5	0.5	3.5	-1.1	10000.5	0.6	3.4	-1.2	30
	15000	15000.5	0.6	3.4	-1.2	15000.5	0.6	3.4	-1.2	30

- Leyenda:
- L: Carga aplicada a la balanza.
  - I: Indicaciones de la balanza.
  - ΔL: Carga adicional.
  - E: Error encontrado
  - E<sub>0</sub>: Error en cero
  - E<sub>c</sub>: Error corregido

**Incertidumbre expandida de medicion**

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.0000000100932} \quad R^2$$

**Lectura corregida**

$$R_{CORREGIDA} = 0.0000239780 \quad R$$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO". La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

- (\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.
- (\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.
- (\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

Fin del documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-016-2022**

**Laboratorio de Fuerza**

Pág. 1 de 3

**Expediente** 2001  
**Solicitante** GEOPOL E.I.R.L  
**Dirección** CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA  
**Instrumento de Medición** **BALANZA NO AUTOMATICA**  
**Marca (o Fabricante)** OHAUS  
**Modelo** YA-501  
**Numero de Serie** NO INDICA  
**Procedencia** USA  
**Tipo** Electronica  
**Identificación** NO INDICA  
**Alcance de Indicación** 0 gr a 500 gr  
**Division de escala (d) o resolución** 0.1 gr  
**Div.verifc. De escala ( e )** 1 gr (\*)  
**Capacidad Mínima** 2 gr (\*\*)  
**Clase de exactitud** III  
**Lugar de Calibración** Laboratorio del solicitante.  
**Fecha de Calibración** 2022-01-31

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibracion de Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edicion tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROIL, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :** M-0984-2019 M-0900-2020 M-0901-2020

**Sello** **Fecha de emisión**  
2022-01-31

**Jefe del laboratorio de calibración**

  
**ROBERTO QUINTO**

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-016-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**
**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 250 g			Carga L2= 500 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250.00	0.1	0.00	500.00	0.06	0.09
2	250.00	0.0	0.01	500.00	0.06	0.09
3	250.00	0.0	0.01	500.00	0.06	0.09
4	250.00	0.1	0.00	500.00	0.07	0.09
5	250.00	0.0	0.01	500.00	0.06	0.08
6	250.00	0.0	0.01	500.00	0.06	0.09
7	250.00	0.1	0.00	500.00	0.06	0.09
8	250.00	0.0	0.01	500.00	0.07	0.08
9	250.00	0.0	0.01	500.00	0.06	0.09
10	250.00	0.1	0.00	500.00	0.06	0.09

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p (gr)
250.0	0.10	0.3
500.0	0.10	0.3

2	5
1	
3	4

**Ensayo de Excentricidad**

 Posicion  
de las  
Cargas

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------



Posicion de la Carga	Carga min (g)	I (g)	ΔL (g)	EO (g)	Carga I (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
										t gr
1		1.0	0.04	0.01		50.0	0.04	0.01	0.00	0.1
2		1.0	0.03	0.02		50.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
3	1	1.0	0.04	0.01	50	50.0	0.04	0.01	0.00	0.1
4		1.0	0.03	0.02		50.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
5		1.0	0.03	0.02		50.0	0.04	0.01	-0.01	0.1



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-016-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	20.1	°C	Final	20.1	°C
-------------	---------	------	----	-------	------	----

Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p	
									± g	
Eo	1	1.00	0.04	0.46						
	2	2.0	0.05	-0.09	-0.10	2.00	0.04	-0.09	0.00	1
	5	5.0	0.05	-0.09	-0.08	5.00	0.04	-0.10	-0.10	1
	10	10.0	0.05	-0.09	-0.09	10.00	0.05	-0.09	-0.09	1
	20	20.0	0.05	-0.09	-0.10	20.00	0.05	-0.11	-0.1	1
	50	50.0	0.06	-0.11	-0.11	50.00	0.05	-0.09	-0.09	2
	100	100.0	0.06	-0.09	-0.13	100.00	0.06	-0.10	-0.11	2
	200	200.0	0.06	-0.10	-0.12	200.00	0.06	-0.09	-0.12	2
	300	300.0	0.05	-0.10	-0.12	300.00	0.05	-0.10	-0.12	3
	400	400.0	0.06	-0.11	-0.13	400.00	0.05	-0.11	-0.13	3
	500	500.0	0.06	-0.11	-0.13	500.00	0.06	-0.11	-0.13	3

**Leyenda:** L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
 I: Indicaciones de la balanza. E<sub>0</sub>: Error en cero  
 ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido

**Incertidumbre expandida de medicion**  $U = 2 \times \sqrt{0.00169 + 0.000000013463}$  R<sup>2</sup>

**Lectura corregida** R<sub>CORREGIDA</sub> = R + 0.0004016071 R

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO" La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.


**Fin del documento**

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe  
 laboratorio@calibracionesperu.pe  
 www.calibracionesperu.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMF-013-2022**
**Laboratorio de Fuerza**

Pág. 1 de 2

**Expediente** 2005  
**Solicitante** GEOPOL E.I.R.L.  
**Dirección** CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA -MOQUEGUA

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Equipo Calibrado** **PRESA DE CBR (DIGITAL)**  
**Alcance de Indicación** 5000 KGF  
**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** VC146233  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
**Indicador de Lectura** DIGITAL  
**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** VC146233  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
**Alcance de Indicación** 0 KGF A 5000 KGF  
**Resolución** 0.1 KGF  
**Transductor de Fuerza** NO INDICA  
**Alcance de Indicación** 5.0T  
**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** VC146233  
**Fecha de Calibración** 2022-01-31  
**Lugar de Calibración** INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

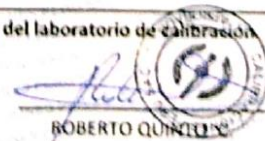
Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Sello**
**Fecha de emisión**
**Jefe del laboratorio de calibración**

2022-01-31


 ROBERTO QUINTANA

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-013-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú

Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	KGF	KGF	KGF	KGF	KGF	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	502.0	502.0	502.0	502.0	-0.4	0.0	0.37
20	1000	1005.0	1005.0	1005.0	1005.0	-0.5	0.0	0.28
30	1500	1497.0	1497.0	1497.0	1497.0	0.2	0.0	0.26
40	2000	1997.0	1997.0	1997.0	1997.0	0.2	0.0	0.25
50	2500	2500.0	2500.0	2500.0	2500.0	0.0	0.0	0.25
60	3000	3004.0	3004.0	3004.0	3004.0	-0.1	0.0	0.24
70	3500	3503.0	3503.0	3503.0	3503.0	-0.1	0.0	0.24
80	4000	4003.0	4003.0	4003.0	4003.0	-0.1	0.0	0.24
90	4500	4504.0	4504.0	4504.0	4504.0	-0.1	0.0	0.24
100	5000	5004.0	5004.0	5004.0	5004.0	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0.00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



**Fin del documento**

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-019-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

<b>Expediente</b>	2001	
<b>Solicitante</b>	GEOPOL E.I.R.L	
<b>Dirección</b>	CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMATICA</b>	
<b>Marca (o Fabricante)</b>	JR	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Numero de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	CHINA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
<b>Tipo</b>	Electronica	
<b>Identificación</b>	No indica	
<b>Alcance de Indicación</b>	0 g a 30 kg	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
<b>Division de escala (d) o resolución</b>	0.001 kg	
<b>Div.verifc. De escala ( e )</b>	0.01 kg (*)	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
<b>Capacidad Minima</b>	0.2 kg (**)	
<b>Clase de exactitud</b>	III (***)	
<b>Lugar de Calibracion</b>	LABORAORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
<b>Fecha de Calibración</b>	2022-01-31	

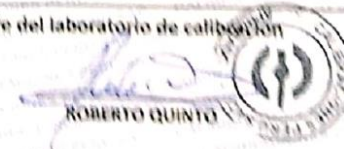
La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibracion de Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI, Edición tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :**

M 0900-2020, M 0902-2020, M 0899-2020, LMM-046-2020 LMM-046-2020

<b>Sello</b>	<b>Fecha de emisión</b>	<b>Jefe del laboratorio de calibración</b>
	2022-01-31	 ROBERTO QUINTO





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-O19-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15 kg			Carga L2= 30 kg		
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15.001	0.3	2.70	29.996	0.40	1.65
2	15.001	0.3	2.70	29.995	0.40	1.60
3	15.001	0.3	2.70	29.994	0.40	1.60
4	15.001	0.3	2.70	29.993	0.40	1.70
5	15.001	0.3	2.70	29.992	0.40	1.60
6	15.001	0.3	2.70	29.991	0.40	1.60
7	15.001	0.3	2.70	29.990	0.40	1.60
8	15.001	0.3	2.70	29.989	0.40	1.60
9	15.001	0.3	2.70	29.988	0.40	1.60
10	15.001	0.3	2.70	29.987	0.40	1.60

Carga (kg)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
15.0000	1.3	0.020
30.0000	3.9	0.030

2	5	Posicion de las Cargas	Ensayo de Excentricidad
1			
3	4		

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------



Posicion de la Carga	Carga min (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	e.m.p
										t gr
1	0.0100	0.010	0.10	4.7	10.000	10.000	0.25	2.75	-1.2	20
2		0.010	0.10	4.7		9.997	0.20	2.75	-1.1	20
3		0.010	0.10	4.8		9.994	0.25	2.75	-1.2	20
4		0.010	0.10	4.8		9.991	0.20	2.80	-0.1	20
5		0.010	0.10	4.8		9.988	0.25	2.75	-0.2	20

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-O19-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	20.4 °C	Final	20.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
									± g
E <sub>0</sub>	10								
3.0000	3.000	0.4	4.6	0.0	3.000	0.3	4.7	0.1	10
7.0000	7.002	0.3	4.7	0.1	7.002	0.3	4.7	0.1	10
10.0000	10.002	0.3	4.7	0.1	10.002	0.4	4.6	0.0	10
12.0000	12.003	0.4	4.6	0.0	12.003	0.3	4.7	0.1	10
15.0000	15.003	0.4	4.6	0.0	15.003	0.4	4.6	0.0	20
20.0000	20.003	0.5	4.5	-0.1	20.003	0.4	4.6	0.0	20
22.0000	22.000	0.5	4.5	-0.1	22.000	0.5	4.5	-0.1	20
25.0000	25.000	0.5	4.5	-0.1	25.000	0.5	3.5	-1.1	20
27.0000	27.000	0.5	3.5	-1.1	27.000	0.6	3.4	-1.2	30
30.0000	29.996	0.6	3.4	-1.2	29.996	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
 I: Indicaciones de la balanza.  
 ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado  
 E<sub>0</sub>: Error en cero  
 E<sub>c</sub>: Error corregido

**Incertidumbre expandida de medicion**

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.0000000100932} \quad R^2$$

**Lectura corregida**

R CORREGIDA

= 0.0000239780

R

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO".  
 La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.


**Fin del documento**

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe  
 laboratorio@calibracionesperu.pe  
 www.calibracionesperu.pe





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-020-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

**Expediente** 2001  
**Solicitante** GEOPOL E.I.R.L  
**Dirección** CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA  
**Instrumento de Medición** BALANZA NO AUTOMATICA  
**Marca (o Fabricante)** JR  
**Modelo** NO INDICA  
**Numero de Serie** NO INDICA  
**Procedencia** CHINA  
**Tipo** Electronica  
**Identificación** No indica  
**Alcance de Indicación** 0 g a 30 kg  
**Division de escala (d) o resolución** 0.001 kg  
**Div.verifc. De escala ( e )** 0.01 kg (\*)  
**Capacidad Mínima** 0.2 kg (\*\*)  
**Clase de exactitud** III (\*\*\*)  
**Lugar de Calibración** LABORAORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
**Fecha de Calibración** 2022-01-31

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibracion de Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIIII" del SNM-INDECOPI, Edicion tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :**

M 0900-2020, M 0902-2020, M 0899-2020, LMM 046-2020 LMM 046-2020

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2022-01-31

ROBERTO QUINTO



Escaneado con CamScanner



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-O20-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15 kg			Carga L2= 30 kg		
	l(kg)	ΔL (g)	E (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15.001	0.3	2.70	29.996	0.40	1.65
2	15.001	0.3	2.70	29.995	0.40	1.60
3	15.001	0.3	2.70	29.994	0.40	1.60
4	15.001	0.3	2.70	29.993	0.40	1.70
5	15.001	0.3	2.70	29.992	0.40	1.60
6	15.001	0.3	2.70	29.991	0.40	1.60
7	15.001	0.3	2.70	29.990	0.40	1.60
8	15.001	0.3	2.70	29.989	0.40	1.60
9	15.001	0.3	2.70	29.988	0.40	1.60
10	15.001	0.3	2.70	29.987	0.40	1.60

Carga (kg)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
15.0000	1.3	0.020
30.0000	3.9	0.030

2	5
1	
3	4

Posicion de las Cargas  
**Ensayo de Excentricidad**

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------



Posicion de la Carga	Carga min (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	e.m.p
										± gr
1		0.010	0.10	4.7		10.000	0.25	2.75	-1.2	20
2		0.010	0.10	4.7		9.997	0.20	2.75	-1.1	20
3	0.0100	0.010	0.10	4.8	10.000	9.994	0.25	2.75	-1.2	20
4		0.010	0.10	4.8		9.991	0.20	2.80	-0.1	20
5		0.010	0.10	4.8		9.988	0.25	2.75	-0.2	20

Escaneado con CamScanner



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-O20-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	20.4 °C	Final	20.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>o</sub> (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	e.m.p
									± g
E <sub>o</sub> 10	10	0.4	4.6						
3.0000	3.000	0.4	4.6	0.0	3.000	0.3	4.7	0.1	10
7.0000	7.002	0.3	4.7	0.1	7.002	0.3	4.7	0.1	10
10.0000	10.002	0.3	4.7	0.1	10.002	0.4	4.6	0.0	10
12.0000	12.003	0.4	4.6	0.0	12.003	0.3	4.7	0.1	10
15.0000	15.003	0.4	4.6	0.0	15.003	0.4	4.6	0.0	20
20.0000	20.003	0.5	4.5	-0.1	20.003	0.4	4.6	0.0	20
22.0000	22.000	0.5	4.5	-0.1	22.000	0.5	4.5	-0.1	20
25.0000	25.000	0.5	4.5	-0.1	25.000	0.5	3.5	-1.1	20
27.0000	27.000	0.5	3.5	-1.1	27.000	0.6	3.4	-1.2	30
30.0000	29.996	0.6	3.4	-1.2	29.996	0.6	3.4	-1.2	30

**Leyenda:** L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
 I: Indicaciones de la balanza. E<sub>o</sub>: Error en cero  
 ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido

**Incertidumbre expandida de medicion**

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000100932} \quad R^2$$

**Lectura corregida**

$$R_{CORREGIDA} = 0.0000239780 \quad R$$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"  
 La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicándola incertidumbre estándar de la medición por  
 el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.




(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

**Fin del documento**


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LML-011 - 2021**

Pág. 1 de 2

<b>Fecha de Emisión</b>	29/09/2021	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.	
<b>Expediente:</b>	2014		
<b>1 Solicitante</b>	<b>ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS. LTDA</b>		
<b>Dirección</b>	<b>AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION- CONCEPCION</b>		
<b>2 Instrumento de Medición</b>	<b>MAQUINA DE ABRASION DE LOS ANGELES</b>		
<b>Marca (o Fabricante)</b>	PINZUAR		
<b>Modelo</b>	PC-117		
<b>Numero de Serie</b>	1245		
<b>Indicación</b>	NO INDICA		
<b>Procedencia</b>	COLOMBIANA		
<b>Cant. De Billas</b>	12	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.	
<b>Fecha de Calibración</b>	3/08/2020		
<b>3 METODO DE CALIBRACIÓN</b>	La calibración del equipo se realizó por el método de comparación directa usando un Tacometro Patron, marca MONARCH, con certificado de calibración S8789(Monarca Calibración Lab.		
<b>4 LUGAR DE CALIBRACION</b>	<b>Instalación del Solicitante.</b>		
<b>Sello</b>			CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento.
<b>Jefe del laboratorio de calibración</b>			
			
			
			



## Anexo 6: fotos del área de elaboración del proyecto

### *Extracción de muestra*



*Fotografía 1. Extracción de muestra 01.*



*Fotografía 2. Extracción de muestra 02.*



*Fotografía 3. Extracción de muestra 03.*



*Fotografía 4. Extracción de muestra 04.*





*Fotografía 5. Extracción de muestra 05.*

***Ensayos en el laboratorio (ensayo de lavado asfáltico y ensayo Marshall)***



*Fotografía 6. Ensayo de lavado asfáltico.*



*Fotografía 7. Preparación de muestra para realizar el ensayo Marshall*



*Fotografía 8. Preparación de la mezcla asfáltica con RAP adicionando rejuvenecedores asfálticos con diferentes porcentajes.*



*Fotografía 9. Colocación de la mezcla asfáltica con RAP y rejuvenecedoras asfálticas en el molde para someter a 75 golpes por cara.*



*Fotografía 10. Desmolde de Briquetas.*





Fotografía 11. Muestras obtenidas de la mezcla asfáltica con RAP con diferentes porcentajes de rejuvenecedores asfálticos.



Fotografía 12. Muestras obtenidas para realizar el ensayo de Marshall.



Fotografía 13. Colocación de briquetas en baño María.



Fotografía 14. Revisión de la temperatura a 60° por 30 minutos.





*Fotografía 15. Realizando el ensayo Marshall para determinar estabilidad – flujo.*

## Anexo 8: Carta de la Municipalidad

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**CARTA N° 001-2022/MPSR-J/BACH./NLMA**

**Para** : Ing. Jesús Elmer CASTRO LUNA  
Sub Gerente de Obras Públicas

**Asunto** : SOLICITO AUTORIZACIÓN DE RECOPIACIÓN DE DATOS

**Referencia** : "REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO."



Mediante la presente tengo bien de dirigirme a usted, con la finalidad de solicitar que mediante la sub gerencia que preside, que me autorice la recopilación de datos de la IOARR Denominada "REPARACIÓN DE CALZADA; EN EL (LA) VÍAS LOCALES DEL CERCADO DE LA CIUDAD DE JULIACA DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO PUNO" con código único de inversiones 2544653, el cual será sustento para el proyecto de investigación REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO.

A la espera de su atención me despido, agradeciéndole desde ya por la atención que la presente merece.

Atentamente,



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Juliaca, 20 de mayo de 2022

**CARTA N°133-2022-MPSR-J/GEIN/SGOP-JECL**

**Srta:**  
**Bach. Ing. Neida Liz MAMANI ALMANZA**

**PRESENTE:**

**ASUNTO : SOBRE SOLICITUD DE AUTORIZACION DE RECOPIACION DE DATOS**

Referencia : (A) CARTA N°001-2022/MPSR-J/BACH./NLMA

Mediante la presente me dirijo a usted en relación a lo indicado mediante documento de la referencia, sobre Autorización de Recopilación de Datos, indicando lo siguiente:

- ↓ En atención a su solicitud de Recopilación de datos de la IOARR: **REPARACION DE CALZADA; EN EL(LA) VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JULIACA DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMAN, DEPARTAMENTO PUNO**, para el proyecto de investigación: **REJUVENECEDORES ASFALTICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA DE PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO DISTRITO DE JULIACA, DEPARTAMENTO DE PUNO**, se le indica lo siguiente:
- Teniendo en cuenta su solicitud para la elaboración del mencionado Proyecto de Investigación, se autoriza la recopilación de datos en la ejecución de la IOARR: **REPARACION DE CALZADA; EN EL(LA) VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JULIACA DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMAN, DEPARTAMENTO PUNO**, con las siguientes consideraciones:
  - Se recomienda apersonarse a la referida obra para la ejecución de su Investigación con su Equipo de Protección Personal, a fin de prever riesgos durante su permanencia en obra, así como cumplir con las medidas de bioseguridad implementadas en obra.
  - Asimismo indicar que deberá asumir los costos de copiado de documentos y otros gastos que requiera, además deberá presentar un informe de las actividades realizadas en la ejecución de su Proyecto de Investigación a esta Sub Gerencia de Obras Públicas.

Sin otro particular, hago propicio la oportunidad para expresarle mi especial consideración me despido de usted.

Atentamente,

  
Ing. Jesús Emilio Castro Luna  
SUB GERENTE DE OBRAS PÚBLICAS  
Ref. CIP 133/2022

CC:  
GEIN  
Archivo.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Rejuvenecedores asfálticos en el diseño de mezcla asfáltica de pavimento asfáltico recuperado distrito de Juliaca, departamento de Puno, 2022", cuyos autores son MAMANI ALMANZA NEIDA LIZ, CHOQUEHUANCA MAMANI PEDRO JHUNIOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 11 de Febrero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS <b>DNI:</b> 40132759 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 11-02- 2023 12:18:59

Código documento Trilce: TRI - 0532422