



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de pavimento flexible empleando caucho reciclado de neumático como mejora de infraestructura vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023

#### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

#### **AUTORES:**

Ochoa Palomino, Abdon Brechman ([orcid.org/0000-0003-4231-836X](https://orcid.org/0000-0003-4231-836X))

Ramos Muñoz, Fridoy Bruno ([orcid.org/0000-0002-1761-2930](https://orcid.org/0000-0002-1761-2930))

#### **ASESOR:**

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto ([orcid.org/0000-0003-2085-3046](https://orcid.org/0000-0003-2085-3046))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

#### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

La presente investigación va dedicado a todas las personas que me apoyaron y confiaron en mi especialmente a mis padres que estuvieron conmigo en todo momento porque gracias a ellos pude culminar mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer primero a Dios por sobre todas las cosas, a mi familia por todo el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, agradecer al Magister Cesar Paccha por inculcar sus conocimientos que fue de mucha ayuda.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, PACCHA RUFASTO CESAR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023", cuyos autores son OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN, RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, 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.

LIMA, 04 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PACCHA RUFASTO CESAR AUGUSTO <b>DNI:</b> 42569813 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2085-3046	Firmado electrónicamente por: CPACCHAR el 19-07- 2023 16:24:01

Código documento Trilce: TRI - 0570731





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN, RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ABDON BRECHMAN OCHOA PALOMINO <b>DNI:</b> 74488543 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4231-836X	Firmado electrónicamente por: ABOCHOAO el 04-07- 2023 11:05:13
FRIDOY BRUNO RAMOS MUÑOZ <b>DNI:</b> 76861153 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1761-2930	Firmado electrónicamente por: FBRAMOSR el 04-07- 2023 19:47:54

Código documento Trilce: TRI - 0570729



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	18
3.1.1. Tipo de investigación.....	18
3.1.2. Diseño de investigación .....	18
3.2. Variables y operacionalización .....	18
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.3.1. Población.....	21
3.3.2. Muestra .....	21
3.3.3. Muestreo.....	21
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimiento .....	23
3.5.1. Levantamiento topográfico .....	23
3.5.2. Evaluación del estado actual del pavimento flexible (PCI).....	25
3.5.3. Estudio de trafico .....	25
3.5.4. Estudio de Suelos .....	27
3.5.5. Ubicación de los materiales .....	31
3.6. Método de análisis de dato.....	33
3.7. Aspecto ético .....	34
IV. RESULTADOS .....	35
4.1. Evaluación superficial por el método PCI.....	35
4.1.1. Unidades de muestra .....	35
4.1.2. Evaluación de las unidades de muestra .....	36
4.1.3. Resultados de las unidades de muestra.....	37

4.2. Estudio de trafico.....	39
4.3. Diseño del pavimento flexible .....	44
4.4. Diseño de Mezcla Asfáltica método Marshall .....	50
4.4.1. Ensayos granulométricos de los agregados.....	50
4.4.2. Análisis y procedimiento de obtención del polvo de caucho .....	52
4.4.3. Análisis de cemento asfaltico 60/70.....	57
4.4.4. Diseño Marshall de la mezcla patrón .....	57
4.4.5. Diseño Marshall con 0.75% de polvo de caucho .....	61
4.4.6. Diseño Marshall con 1.5% de polvo de caucho .....	61
4.4.7. Diseño Marshall con 2.25% de polvo de caucho .....	61
4.4.8. Comparación entre la mezcla asfáltica patrón y modificada. ....	61
4.5. Diseño geométrico de la infraestructura vial.....	66
4.5.1. Criterios básicos de diseño .....	66
4.5.2. Elemento de seguridad Vial .....	67
4.6. Costo y beneficio del diseño de pavimento flexible .....	71
4.6.1. Análisis de costo unitario mezcla patrón .....	72
4.6.1. Análisis de costo unitario mezcla modificada con 0.75% de polvo de caucho .....	73
4.6.1. Comparación de costos mezcla patrón y modificado .....	74
V. DISCUSIÓN .....	76
VI. CONCLUSIONES .....	80
VII. RECOMENDACIONES .....	81
REFERENCIAS.....	82
ANEXO .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de la variable</i> .....	20
Tabla 2. <i>Tabla de resumen de conteo vehicular de la Avenida Miguel Grau</i> .....	26
Tabla 3. <i>Resumen del ensayo de Proctor modificado</i> .....	30
Tabla 4. <i>Categoría de sub rasante</i> .....	30
Tabla 5. <i>Resumen de la densidad mínima y máxima</i> .....	31
Tabla 6. <i>Ejemplo de valores deducidos reducidos a dos</i> .....	37
Tabla 7. <i>Resumen de los resultados de las unidades de muestra</i> .....	38
Tabla 8. <i>Factor de Corrección Estacional de Vehículos</i> .....	39
Tabla 9. <i>Tabla de Índice Medio Diario Anual (IMDa)</i> .....	39
Tabla 10. <i>Tasa de Crecimiento Poblacional</i> .....	40
Tabla 11. <i>Tabla de tránsito proyectado al año “n”</i> .....	41
Tabla 12. <i>Tabla de cálculo de ejes equivalentes</i> .....	42
Tabla 13. <i>Cálculo de ESAL para pavimento flexible</i> .....	43
Tabla 14. <i>Clasificación del tráfico</i> .....	44
Tabla 15. <i>Parámetros de diseño</i> .....	46
Tabla 16. <i>Coeficientes estructurales de las capas</i> .....	47
Tabla 17. <i>Resultado de los espesores de capas del pavimento flexible</i> .....	49
Tabla 18. <i>Granulometría resultante de los agregados</i> .....	50
Tabla 19. <i>Granulometría resultante de los agregados MAC-2</i> .....	50
Tabla 20. <i>Disposición de polvo de caucho de los NFU</i> .....	53
Tabla 21. <i>Tamaños específicos del polvo de caucho</i> .....	54
Tabla 22. <i>Gravedad específica del polvo de caucho</i> .....	55
Tabla 23. <i>Óptimo porcentaje de ligante asfáltico</i> .....	58
Tabla 24. <i>Comparación de porcentajes de vacíos</i> .....	62
Tabla 25. <i>Comparación de porcentajes de vacíos llenos con asfalto (VFA)</i> .....	62

Tabla 26. <i>Comparación de porcentajes de vacíos en el agregado mineral (VMA)</i>	63
Tabla 27. <i>Comparación de los valores de flujo</i>	64
Tabla 28. <i>Comparación de los valores de estabilidad</i>	65
Tabla 29. <i>Resumen de resultados mezclas patrón y modificada</i>	66
Tabla 30. <i>Análisis de costo unitario mezcla patrón</i>	72
Tabla 31. <i>Análisis de costo unitario mezcla modificada</i>	73
Tabla 32. <i>Análisis de costo unitario mezcla modificada</i>	75
Tabla 33. <i>Cantidad de neumáticos reciclados</i>	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Elementos de la infraestructura vial.....	14
<i>Figura 2.</i> Perfil típico de la estructura del pavimento.....	15
<i>Figura 3.</i> Trazo de la carretera.....	24
<i>Figura 4.</i> Curvas de Nivel.....	24
<i>Figura 5.</i> Ubicación de las calicatas.....	27
<i>Figura 6.</i> Curva de densidad seca vs contenido de humedad (muestra C-2).....	29
<i>Figura 7.</i> Curva de densidad seca vs contenido de humedad (muestra C-4).....	29
<i>Figura 8.</i> Resultado del CBR (muestra C-2).....	30
<i>Figura 9.</i> Resultado del CBR (muestra C-4).....	31
<i>Figura 10.</i> Ubicación de materiales – Cantera Dorita.....	32
<i>Figura 11.</i> Extracción de materiales – Cantera Dorita.....	32
<i>Figura 12.</i> Distribución de materiales – Cantera Dorita.....	32
<i>Figura 13.</i> Sección de la vía.....	36
<i>Figura 14.</i> Rango de condiciones del pavimento.....	37
<i>Figura 15.</i> PCI de la sección total.....	38
<i>Figura 16.</i> Tipos de configuración de ejes.....	42
<i>Figura 17.</i> Ecuación del diseño de la estructura de un pavimento flexible.....	46
<i>Figura 18.</i> Detalle típico de las capas del pavimento flexible.....	49
<i>Figura 19.</i> Curva granulométrica de los agregados para MAC - 2.....	51
<i>Figura 20.</i> Acumulación de neumáticos fuera de uso.....	52
<i>Figura 21.</i> Lavado de neumático fuera de uso.....	52
<i>Figura 22.</i> Obtención del polvo de caucho.....	53
<i>Figura 23.</i> Granulometría del polvo de caucho.....	55
<i>Figura 24.</i> Ensayo de gravedad específica.....	56
<i>Figura 25.</i> Granulometría del polvo de caucho.....	56

<i>Figura 26.</i> Granulometría del polvo de caucho.....	57
<i>Figura 27.</i> Porcentaje de vacíos (%).....	58
<i>Figura 28.</i> Porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA).....	59
<i>Figura 29.</i> Porcentaje de vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA). ....	59
<i>Figura 30.</i> Flujo. ....	60
<i>Figura 31.</i> Estabilidad.....	60
<i>Figura 32.</i> Comparación de porcentajes de vacíos. ....	62
<i>Figura 33.</i> Comparación de porcentajes de vacíos llenos con asfalto. ....	63
<i>Figura 34.</i> Comparación de porcentajes de vacíos en el agregado mineral. ....	64
<i>Figura 35.</i> Comparación de valores de flujo. ....	64
<i>Figura 36.</i> Comparación de valores de estabilidad. ....	65
<i>Figura 37.</i> Sección típica transversal de una carretera. ....	67
<i>Figura 38.</i> Ubicación longitudinal y distancia de lectura.....	68
<i>Figura 39.</i> Ubicación lateral mínima de señales verticales.....	68
<i>Figura 40.</i> Señal de pare.....	68
<i>Figura 41.</i> Señal de velocidad máxima permitida 60 km/h. ....	69
<i>Figura 42.</i> Señal paradero de buses.....	69
<i>Figura 43.</i> Demarcación de colores en el pavimento. ....	70
<i>Figura 44.</i> Demarcación líneas de cruce peatonal. ....	70
<i>Figura 45.</i> Configuración de cabeza de semáforo.....	71
<i>Figura 46.</i> Comparación de costos. ....	74

## RESUMEN

La presente investigación tiene como título Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023, el objetivo de la investigación fue: Determinar en qué medida el empleo del caucho reciclado de neumático mejorará el diseño del pavimento flexible de la infraestructura vial en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023. La metodología del estudio es de tipo aplicada, con un diseño experimental. Se tomó en cuenta como población toda la avenida Miguel Grau, Jicamarca que comprende una trayectoria de 2.01 Kilómetros. Como parte de la muestra se tomó toda la avenida Miguel Grau que comprende 2.01 kilómetros. El muestreo es no probabilístico intencional. La técnica que se empleó fue la observación in situ, la exploración y la toma de datos a través de los formatos correspondientes, las cuales fueron validadas por los profesionales responsables. Los resultados obtenidos al incorporar PC se puede identificar que el valor más óptimo resulta ser el 0.75% con un porcentaje de CA de 6 %, mejorando la estabilidad y cumpliendo con los requisitos dispuestos por la norma. Se recomienda incorporar PC en porcentajes bajos ya que no altera tanto su composición física.

**Palabras clave:** pavimento flexible, polvo de caucho, neumáticos fuera de uso, infraestructura vial y mezcla asfáltica.

## ABSTRACT

The title of this investigation is Flexible Pavement Design Using Recycled Tire Rubber as an Improvement of Road Infrastructure on Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023, the objective of the investigation was: Determine to what extent the use of recycled tire rubber will improve the design of the flexible pavement of the road infrastructure on Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023. The study methodology is applied, with an experimental design. The entire Miguel Grau Avenue, Jicamarca, which includes a trajectory of 2.01 kilometers, was taken into account as a population. As part of the sample, the entire Miguel Grau Avenue, which covers 2.01 kilometers, was taken. Sampling is intentional non-probabilistic. The technique used was in situ observation, exploration and data collection through the corresponding formats, which were validated by the responsible professionals. The results obtained by incorporating PC, it can be identified that the most optimal value turns out to be 0.75% with a CA percentage of 6%, improving stability and complying with the requirements set forth by the standard. It is recommended to incorporate PC in low percentages since it does not alter its physical composition as much.

**Keywords:** flexible pavement, rubber dust, end-of-life tires, road infrastructure and asphalt mix.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha presentado fallas en los pavimentos provocando diversas fisuras y bacheos siendo un problema para el crecimiento económico para el país, por lo cual se está investigando otras opciones de mejoramiento para el pavimento flexible, siendo así unos de los diseños más usados en las regiones de interconexiones. Por ende, se establece incorporar nuevos materiales en el asfalto dando así muchos beneficios tanto económico y ambiental.

Según estudios dados en diversos países se pudo concretar que en “España se ha recaudado más 200.000 toneladas de neumático al año, lo cual se dio diferente uso en un total de 52,3% fue para distintas plantas de transformación donde se pudo abarcar en 1.614 toneladas de polvo de caucho que se incorporaron en 160 kilómetros de carreteras [...]” (Signus, 2021, “Memoria anual”, párr.1).

Podemos decir que el pavimento flexible incorporado en la carretera de la Avenida Miguel Grau - Jicamarca se encuentra en pésimas condiciones la cual ha generado múltiples daños, así como fisuras y baches, esto se puede deber al alto crecimiento de la industria automotriz donde la infraestructura vial no fue diseñada para dicha cantidad vehicular. Este problema ha generado mucha incomodidad en los pobladores de la zona y los conductores.

El pavimento flexible es unos de los diseños más usados en el Perú tanto rural y urbano, sin embargo, también es unos de los diseños que más necesita tener mantenimiento debido a que su durabilidad establecida llega como máximo a 20 años siempre y cuando los cálculos hayan sido las correctas, pero en muchas ocasiones no suele suceder, debido a que se pudo observar en otros proyectos terminados que en menos de 20 años ya están con la restauración de fisuras y baches, esto se puede deber a una mala gestión constructiva tales como la dosificación de agregado, compactación del terreno, etc. Puesto que esto origina un deterioro prematuro y también afecta la vida útil del pavimento.

Actualmente, lo que se quiere tener en el presente proyecto es la incorporación de Polvo de caucho de neumático en el pavimento flexible para una mejor calidad de vida y también para el crecimiento económico, este material es muy común verlo en las calles, debido a que son llantas en fuera de uso y tener esa facilidad de

obtener dicho agregado para la incorporación al diseño del pavimento flexible, esto refleja la importancia que se debe dar al reciclar los neumáticos y poder contribuir con el medio ambiente, ya que es un material altamente toxico para la salud. “Los neumáticos en fuera de uso pueden tardar hasta 1.000 años en desaparecer si lo dejamos abandonados en la naturaleza, en la actualidad esta acción esta penalizada con sanciones” (Naldo, 2021, “Cuanto tarda un neumático en degradarse”, párr. 1).

Es por ello que el presente proyecto de investigación tendrá como objetivo inicial “Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023”, con el propósito de ver los resultados esperados y pronosticar una mejora en la adherencia entre los agregados y el cemento asfáltico con la incorporación del caucho reciclado para así tener un mejor pavimento en las ciudades.

Por lo tanto, como primera pregunta general se establece ¿De qué manera el empleo del caucho reciclado de neumático influirá en el diseño del pavimento flexible para mejorar la infraestructura vial de la avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023?

Y como preguntas específicas tenemos las siguientes:

¿En qué medida influirá la evaluación PCI en el diseño del pavimento flexible existente de la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023?

¿De qué manera la dosificación del caucho reciclado de neumático influirá en el diseño de la mezcla asfáltica en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023?

¿En qué medida la incorporación de caucho reciclado de neumático influirá en la estabilidad del diseño de pavimento flexible en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023?

¿En qué medida influirá la incorporación de caucho reciclado de neumático en el costo y beneficio del diseño de infraestructura vial en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023?

Este proyecto es justificado por lo siguiente:

En la actualidad la Avenida Miguel Grau, Jicamarca se encuentra en estado crítico que consta de baches y fisuras en toda su trayectoria, esto ha provocado malestares en los ciudadanos de la zona y también en los conductores de ruta que vienen quejándose para tener una reparación inmediata. Puesto que tan solo no es ello, sino que también se pudo observar en muchas ocasiones accidentes provocados por esta problemática.

Ante este problema se requirió una mejora en el diseño del pavimento flexible con la incorporación del caucho granulado de los neumáticos en fuera de uso, este nuevo diseño ya se ha establecido en muchos países donde los resultados fueron favorables, dejando así una mejor economía y también pudiendo ayudar bastante al medio ambiente, estos neumáticos cuando acumulan agua ocasionan muchas enfermedades las cuales son muy peligrosas para la salud como son el dengue, fiebre amarilla, zika, etc. Es por ello que se pretende establecer este nuevo diseño.

La presente investigación surge la necesidad de estudiar de qué forma sería la incorporación del caucho a la mezcla asfáltica y que proporciones se brindaría para aplicar en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca con la necesidad de disminuir estas fallas comunes en los pavimentos.

La investigación busca proporcionar nuevas informaciones que será útil a toda la comunidad educativa para mejorar el conocimiento sobre el alcance del problema en las distintas instituciones y poder también prevenirlas.

Por lo tanto, como objetivo general se planteó:

Determinar en qué medida el empleo del caucho reciclado de neumático mejorará el diseño del pavimento flexible de la infraestructura vial en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

Y como objetivos específicos son:

Evaluar la condición del pavimento existente por el método PCI para determinar el diseño del pavimento flexible de la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

Identificar en qué medida la dosificación del caucho reciclado de neumático influirá en el diseño de la mezcla asfáltica en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

Determinar en qué medida la incorporación de caucho reciclado de neumático influirá en la estabilidad de la mezcla asfáltica del diseño de pavimento flexible en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

Evaluar de qué manera la incorporación de caucho reciclado de neumático aportará en el costo y beneficio del diseño de infraestructura vial en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

En síntesis, se formuló como hipótesis general para la investigación:

El empleo del caucho reciclado de neumático mejorará el diseño del pavimento flexible de la infraestructura vial en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

Y como hipótesis específicas se plantaron las siguientes:

La evaluación del PCI influye significativamente en el diseño del pavimento flexible existente de la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

La dosificación del caucho reciclado de neumático influye en el diseño de la mezcla asfáltica en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

La incorporación de caucho reciclado de neumático influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica del diseño de pavimento flexible en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

La incorporación de caucho reciclado de neumático aportará significativamente en el costo y beneficio del diseño de pavimento flexible en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

**A nivel Nacional**, para Flores, Gatica, Trinidad, Sulca (2022) la investigación sobre el empleo de grano de caucho reciclado con el fin mejorar las propiedades de durabilidad y resistencia del pavimento. El estudio, tiene por finalidad llevar a cabo una revisión de literatura de manera sistemática acerca de los principales procesos para elaborar mezclas asfálticas, de modo que se relacione la unificación del insumo reciclado en combinación con el asfalto resultando en una masa bituminosa, y la relación con las propiedades físicas y mecánicas que lo caracterizan. En esta investigación se presentará las múltiples mejoras que contienen el caucho granulado de neumático, la cual se pudo demostrar como una mejora de resistencia ante la tracción, y disminución de ruido, una lata restricción de la propiedad de transmisión de agua a así también aumento de su vida útil como nuevo diseño de caucho granulado. Se pudo concluir que, con los estudios previos para agregar el insumo modificante en el proceso seco de diseño bituminoso, se sugiere incorporar en 20 a 24 porciento de agente modificador reciclado a la mezcla que al final dejara resultados óptimos, en cuanto a la mezcla en frio son beneficiosos también ya que su incorporación en menos contaminante al tener temperatura estable pero lo recomendables es en seco, ya que tiene mejores propiedades.

Para Carrasco y Rosillo (2021) la investigación sobre pavimento flexible elaborado con caucho reciclado en Av. Venezuela, cuadra 26 – 59, colonia José Leonardo Ortiz, Lambayeque – 2021. La tesis planteo como objetivo elaborar un pavimento con diseño modificado a partir del reciclaje de caucho en la Av. Venezuela. El estudio realizado partió de la elaboración de caucho reciclado como aditivo mediante la norma AASTHO, lo cual se usó como método Marshall para el pavimento y así mismo se pudo concretar que el caucho reciclado en caliente al 0.5% y 1.0% es factible para su incorporación a la mezcla asfáltica ya que cumple con la normativa del AASTHO, de esta manera también se determinó que resulto en un costo mayor por encima de lo convencional, pero en contraste reduce el costo de mantenimiento hasta alcanzar su capacidad operativa final.

Para Chura (2021) la investigación sobre la incorporación de caucho reciclado del concreto en casas del alrededor del aeropuerto de cusco para cambiar sus propiedades de absorción y aislamiento acústico. La tesis tiene como objetivo

agregar caucho reciclado en proporciones de 10%, 15% y 30% para mejorar la absorción acústica y el aislamiento acústico de las casas alrededor del aeropuerto. La presente investigación fue tipo experimental aplicada, en el cual se tomó varias muestras para posteriormente ser investigado y descartar los componentes en porcentajes para ser remplazado con caucho granulado de neumático, de esta manera se procesó por ensayos que fueron analizados mediante estadísticas de minitab. Se pudo concluir que las proporciones solicitadas una de ellas fue el adecuado ya que tiene favorables beneficios por lo cual el caucho fino reduce la intensidad del sonido con una proporción al 30%.

Para Pintado y Cerda (2019) la investigación sobre la aplicación del caucho reciclado para el diseño del pavimento flexible, en Av. los Algarrobos, tramo Av. las Amapolas – Av. Gustavo Mohme, 26 de octubre, Piura – 2018. Se propuso como objetivo utilizar el caucho reciclado como material alternativo. Con respecto al tipo fue experimental, así mismo se pudo investigar múltiples formas de aplicar el material modificante en donde se pudo concretar ensayos con el método Marshall con la incorporación de caucho y a su vez sin la incorporación de dicho material en síntesis se emplea un óptimo de GC del 12%. El método fue favorable ya que mejora a la mezcla asfáltica en su estabilidad, resistencia, durabilidad posteriormente se realizaron tres calicatas para ver el estado de la subrasante y se determinó con un CBR de 16% lo cual es buena, también se realizaron otros estudios como el del tráfico mediante el conteo vehicular por la vía investigada para identificar las unidades automotrices que transitan mediante el ESAL.

Para Reyes (2020) la investigación sobre el diseño de pavimento flexible con incorporación de PC para incrementar la resistencia del estacionamiento de UCV Piura 2020. La tesis planteo como objetivo determinar el aporte que genera la incorporación de caucho como agente modificante para incrementar la resistencia en el estacionamiento. La presente investigación es experimental aplicada tipo cuantitativo, por ende se realizaron estudios con la adición del material pulverizado en combinación del ligante asfáltico con 5.64% de dosificación, resultando ser óptimo para diseñar en patrones de 0.5%, 1% y 1.5% así posteriormente se realizó estudio de suelos para poder conocer su capacidad portante o constatar de que está compuesto, en conclusión se logró obtener el diseño para la mezcla asfáltica

con incorporación de caucho como componente principal, ya que se pudo comprobar los múltiples beneficios en su incorporación como polvo de caucho así mismo se comprobó para el mismo contenido óptimo de betún 5.64%, la estabilidad Marshall con 0.55% de aditivo es superior a las muestras con otro porcentaje de caucho, por lo que se puede estar seguro de que el uso de caucho permitirá que el pavimento se vuelva impermeable.

Para Ubidia (2019) la investigación sobre el diseño de pavimento flexibles con incorporación de polvo de caucho reciclado para reducir el agrietamiento Jr. Jorge Chávez Cdra. 01-09 Tarapoto San Martín. La tesis estableció el objetivo de diseñar el pavimento flexible con utilización de caucho en polvo reciclado para reducir la emisión de fisuras. La presente investigación es experimental aplicada tipo cuantitativo, la investigación se basó en minimizar el caucho de neumático en fuera de uso para posteriormente ser reciclados y darle una nueva vida útil como por ejemplo convertirlo en polvo de caucho y luego adicionarlo a la mezcla asfáltica a su vez se propuso el uso de caucho para solucionar los problemas que se presentan y afectan al asfalto sobre todo en la carpeta asfáltica. En conclusión, se descubrió que utilizar el caucho reciclado en polvo como material de insumo para pavimentos flexibles de mezcla asfáltica en caliente mejora las características mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas modificadas por diseño utilizando polvo a granel reciclado.

Para Maguiña (2019) la investigación estudio sobre la mejora de las propiedades mecánicas del caucho reciclado de neumático compactado en mezcla asfáltica. La tesis tuvo el objetivo de incorporar en porcentajes los gránulos de caucho reciclado en mezclas asfálticas y comparar los resultados con mezclas asfálticas convencionales. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, los estudios realizados en el proyecto surgieron de la necesidad de minimizar el caucho de neumático con el fin de dar un nuevo rol en la mezcla asfáltica, para ello se usó el método Marshall vía húmeda. De ese modo se realizaron briquetas con composición de caucho reciclado en grano y los agregados correspondientes para ser analizados, lo cual cumplió con la norma establecida del MTC y al final fueron sometidos a rotura de prensa de Marshall. En conclusión, los resultados tuvieron éxito ya que se logró obtener el porcentaje adecuado de caucho

reciclado de neumáticos fuera de uso que debe ser incorporado a las mezclas asfálticas para un óptimo desempeño y funcionamiento.

Para Chávarri y Falen (2020) la investigación sobre diseño de concreto con adición de caucho reciclado eco-sostenible en pavimentos ubicados en zonas urbanas de la ciudad de Lima. La tesis plantea como objetivo principal elaborar un diseño de concreto eco-sostenible incorporando caucho reciclado para la construcción de pavimentos. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, en este proyecto se busca mejorar el pavimento incorporando al concreto caucho reciclado, es por ello que se realizaron 11 muestras de concreto con la utilización de caucho de tamaños óptimos para la unificación, lo cual se analiza al remplazar en un 50% del agregado fino de concreto. Como resultado de las pruebas obtenidas del concreto unificado con el caucho reciclado indicaron que resiste a la compresión con un porcentaje de remplazo de hasta el 20%, con lo cual se logró obtener un mínimo en el módulo de rotura de 36kg/cm<sup>2</sup> remplazando hasta 40%, sin embargo, el costo de la mezcla se vio reducida con un factor de fabricación por metro cubico de 2.9% y además se redujo la emisión de huella de carbono en 0.4%.

Para Contreras y Mamani (2019) la investigación sobre el diseño de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de PC derivado de neumáticos en fuera de uso para reducir la deformación permanente en pavimentos. La tesis propone como objetivo promover el empleo de caucho reciclado en polvo como componente del diseño de mezcla asfáltica con el fin de reducir las deformaciones inalterables de la carpeta asfáltica para aumentar su vida útil a través del ensayo denominado como Rueda de Hamburgo. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, este proyecto busca incentivar a los profesionales a promover más la información del uso de caucho granulado en el pavimento flexible, para reducir las deformaciones permanentes que se viene teniendo en pavimentos diseñados con mezcla asfáltica. Con respecto a los resultados, la investigación conto con ensayo Marshall donde se pudo evidenciar la mezcla asfáltica convencional contempla 1312 kg en su estabilidad, a su vez con un flujo de 3.1 mm y con un porcentaje de 5.3% de caucho óptimo, acatando los requisitos que establece el manual de carreteras de la norma MTC E -504, así mismo se pudo verificar que en un 0.5% de polvo de caucho genera estabilidad con un peso de 1090 kg, a su vez con un

flujo de 3.3 mm y su porcentaje de caucho en 5.5% el cual es óptimo acatando los requisitos que establece la norma MTC E-504.

Para Rodríguez y Burgos (2022) la investigación sobre diseño de mezcla asfáltica en caliente con aporte de caucho reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en Trujillo 2021. La tesis tiene como objetivo establecer el comportamiento del CR y cómo influye en las propiedades mecánicas y físicas dentro de un diseño asfáltico en caliente. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, la cual se aplicó el método Marshall para la mezcla común y la otra con incorporación de caucho ambas en caliente, primero se obtuvo un óptimo adecuado ligante asfáltico que varía entre (5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 y 8.0) % donde se pudo encontrar una mejor estabilidad en un 6%. Así mismo se pudo comprobar los porcentajes necesarios de CR y determinar las diferencias de sus propiedades físicas y mecánicas para ser comparados, por ende, se utilizó porcentaje de caucho en (0.5, 1.0 y 1.5) %. al verificar el 0.5% de CR demostró un flujo 9.28 mm y un porcentaje de vacíos de 4.11% con una estabilidad de 9.84KN, posteriormente al verificar el de 1.0% de CR demostró un flujo de 9.72 mm y un porcentaje de vacíos 3.85% con una estabilidad de 10.87KN y como parte última al verificar el 1.50% de CR demostró un flujo 10.14 mm y un porcentaje de vacíos de 3.54% con una estabilidad de 9.3KN. en conclusión, el porcentaje óptimo del ligante asfáltico para este proyecto de investigación se pudo concretar en un 6% con un porcentaje de CR al 1.0%, el resultado mostro un óptimo mejoramiento en la estabilidad del diseño modificado con un CR en 10% en comparación a la mezcla tradicional y también se pudo verificar una reducción de costo en un 24% en comparación a una carpeta asfáltica tradicional.

Para Macedo y Ureta (2020) la investigación sobre mezcla asfáltica empleando como agente modificante el caucho reciclado para modificar los parámetros de diseño. Como objetivo principal la tesis plantea identificar como influye el caucho reciclado en los parámetros de diseño convencional de una mezcla asfáltica por vía seca. La presente investigación es no experimental con enfoque cuantitativo, por ello como toda investigación está orientada con las normativas establecidas la cual es muy común tener en cuenta el método Marshall al ser el más efectivo y favorable en los proyectos. Por lo general se analizó cada detalle de las investigaciones

mediante los antecedentes donde se pudo concretar el uso del método Marshall por vía seca, el propósito del proyecto es estudiar las variables donde reflejan la utilización de caucho granulado en la mezcla asfáltica como modificante de la convencional, todo ello para poder hallar el tamaño de la partícula óptima, la cantidad de porcentaje a agregar, establecer la temperatura y periodo de digestión. El estudio trajo como resultados la incorporación de caucho en un 5% dentro de una dosificación con asfalto de 5.5%, a una temperatura y tiempo de digestión en 170° y 2 horas respectivamente, cumpliendo los parámetros de diseño y prueba Marshall.

Para Rojas (2022) la investigación sobre estudio de prefactibilidad para la elaboración de granos de caucho reciclado como componente de mezclas asfálticas. El objetivo de la investigación es determinar la viabilidad del proyecto de producción, comercialización y distribución de un pigmento denominado grano de caucho reciclado en un mercado institucional y empresarial. El tipo de investigación es no experimental con enfoque cuantitativo, lo que se busca en el proyecto es generar mercados basado en granos de caucho como materia prima para la aplicación a los pavimentos, se tomó en cuenta todas las condiciones favorables que trae el producto, es por ello que se concluye a la posibilidad de apertura de una empresa que comercialice los granos de caucho reciclado a través de canales directos de comercialización. Como conclusión al análisis financiero, se aprecia que el proyecto es factible, siendo su rentabilidad positiva a 5 años con indicadores económicos y de crecimiento positivos. En un escenario normal y con un costo de oportunidad del accionista (COK) con un valor de 11%; se alcanzaron indicadores económicos y financieros como el valor actual neto económico (VANE) de S/. 1,930,420, y un valor actual neto financiero (VANF) de S/. 1,999,966.

Para Sánchez (2021) la investigación sobre diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho en el agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas del pavimento, ciudad de Piura. El objetivo de la tesis estipula la cantidad en porcentajes que se debe agregar dentro de los áridos finos que contempla una mezcla asfáltica para mejorar sus propiedades mecánicas. La presente investigación es de tipo experimental con enfoque cuantitativo, la finalidad del proyecto es de encontrar el porcentaje efectivo para el pavimento, para ello se

tomó 3 muestras en las probetas, la primera era el asfalto convencional, la segunda contenía el 1% de caucho y el tercero contenía el 2%, por ende, fueron expuestos a ensayos para medir las propiedades mecánicas y a su vez cumplir la normativa establecida. Se pudo determinar como resultado que la mezcla asfáltica con 1% de caucho cumple con los parámetros Marshall establecidos en las normas MTC E 504 y 505, no se excede o aleja en el porcentaje óptimo de cemento asfáltico, posee mayor estabilidad, cumple con el porcentaje mínimo requerido según AASHTO T 283, supera en resistencia a la tracción indirecta a las mezclas mejoradas con 2% de caucho y reduce la deformación unitaria.

Para Romero (2018) la investigación sobre estudio de la influencia de la adición de neumático reciclado en mezclas asfálticas en caliente, en la ciudad de Juliaca. La tesis tiene como objetivo determinar la influencia en la calidad y costo, debido a la adición de neumático reciclado en las mezclas asfálticas en caliente, utilizando agregados de la cantera Taya Taya. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, la finalidad del proyecto es incorporar el caucho reciclado de neumático por vía seca a la mezcla asfáltica mediante el método de Marshall, para ello se establecieron porcentajes de caucho de 0.5%, 1%, 2% y 3% para analizar cómo influye en la estabilidad y flujo el caucho. También se realizaron comparaciones entre el asfalto convencional y el asfalto incorporado con caucho, para detallar las ventajas y desventajas que se tiene al ponerlo en práctica el caucho. Como resultado podemos decir que a medida que se adiciona caucho de neumático reciclado mayor será el porcentaje de vacíos siendo desfavorable para el pavimento que la mezcla asfáltica tenga vacíos mayores al 3%.

**A nivel Internacional**, para Tapia (2022) la investigación sobre utilización de caucho reciclado para la construcción de una carpeta asfáltica sustentable en una vía de tercer orden. La tesis tiene como objetivo estudiar la manera que influye el caucho reciclado en lo estructural y ambiental para diseñar una carpeta asfáltica. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, la finalidad del proyecto es dar a conocer el porcentaje ideal para su aplicación, para ello se demostrara mediante el método Marshall para estimar la estabilidad adecuada con la incorporación del caucho reciclado, se estimó que para el diseño, la mezcla asfáltica tiende a reducir a medida que aumente su porcentaje, se puede decir que

1% de caucho sería óptimo para el diseño por lo cual se recalca que a medida que se aumenta el porcentaje se pierde la estabilidad y aumenta el flujo es por ellos que se optó por el cemento asfáltico en un 5.7% y 1% de CR, la cual presenta resultados favorables en el tema de estabilidad Marshall, cabe recalcar que es sumamente superior a la mezcla tradicional, por lo tanto, es totalmente recomendable el uso del caucho.

Para Velásquez (2018) la investigación sobre reciclaje de residuos sólidos mediante su incorporación a cementos asfálticos para pavimentos flexibles. La tesis tiene como objetivo plantear un uso alternativo para reciclar, y con ello disminuir la disposición final de residuos sólidos como tereftalato de polietileno, poliestireno expandido y neumáticos mediante la incorporación de estos al cemento asfáltico utilizado en pavimentos flexibles. La presente investigación es experimental con enfoque cuantitativo, lo que se busca en el proyecto es mejorar las funciones mecánicas y químicas de la mezcla asfáltica con el grano de caucho incorporado, es bien saber que genera reducción de costos y a su vez reduce su mantenimiento. Como resultado se dio conocer que, si es aplicable la utilización del caucho, pero se debe mejorar el comportamiento a largo plazo y la estabilidad.

Para Martínez, et al. (2018) el artículo sobre 13 años de desarrollo continuo de mezclas asfálticas modificadas recicladas en Bogotá: logrando una superficie vial sustentable. La presente investigación tiene como objetivo delinear los procesos de avance y desarrollo para la implementación de la técnica de betún modificado con GCR desechado en Colombia, en particular para Bogotá. La investigación da a conocer lo importante que es emplear esta tecnología al entorno colombiano, la solución sostenible que se tiene con GCR es significativo para cualquier país, presenta mejoras tanto ambiental como económicamente para el sector. Se prevé que para el futuro se utilice al 100% el caucho reciclado de neumático.

Para Figueroa y Fonseca (2020) el artículo sobre desempeño del pavimento con mezcla reciclada-RAP y grano de caucho reciclado-RAP. La presente investigación se basa en ver otras opciones de reutilización de material y es por ello que se presenta muestras de RAP donde se lleva a cabo este proceso de mejoramiento para el pavimento, por lo cual se clasificaron 5 grupos con similitud visual homogénea, en esta parte de la investigación se realizó de acuerdo a la

especificación I.N.V.E-201-07. En síntesis, la deformación plástica de la mezcla RAP modificada con las emulsiones KRL-1 y GKL en esta primera etapa arrojó un promedio de 0.30 cm por seis briquetas. Sin embargo, este valor debe compararse con gran número de muestras y diferentes dosis de betún residual.

Para Coelho, Resende, Hallak, Paulino y Thomas (2018) el artículo sobre Polymer-cementitious composites containing recycled rubber particles. Este trabajo se basa en la influencia de la inclusión de gránulos de caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas de la composición adhesiva modificada con epoxi. Se llevó a cabo para identificar el efecto de la inclusión de polímero (35 y 50wt. %), inclusión de caucho (10, 15 y 20wt. %) y tamaño de partícula de caucho grueso y partículas finas como factores sobre la densidad aparente. El polímero epoxi contribuyó a la hidratación del cemento, incluso sin agua, sin embargo, una mayor cantidad de partículas gruesas de caucho condujo a una reducción de rendimiento mecánico, por ende, cantidades más bajas de polímero epoxi y caucho más fino los agregados proporcionan resistencia y módulos superiores, en conclusión, el uso de polímero epoxi mejora la adherencia entre el cemento y los agregados de caucho.

Para Saiz et al. (2021) el artículo sobre instrucciones para usar goma de llanta reciclada. La presente investigación, se basa en informar las distintas formas de aplicar el caucho, ya sea mediante el grano o polvo de caucho, para ello, se ha utilizado NFVU para preparar compuestos de caucho sinterizado, además de combinar y preparar polvo de caucho como ingrediente novedoso en el sustrato elastómero original. También se prueban diferentes tamaños de partículas de polvo de caucho para determinar su efecto sobre la vulcanización, propiedades mecánicas, envejecimiento y degradación de los compuestos de caucho en los que se utiliza.

Para Bobadilla, Tigre, Tesen y Muñoz. (2021) el artículo sobre use of polymers in asphalt: a review. El propósito de esta prueba es investigar las ventajas de las propiedades de la mezcla asfáltica, como el tamaño óptimo, la proporción de partículas y las mejoras cuando se incorporan polímeros. La investigación se realizó con más 50 revisiones literarias en distintas plataformas como Scince Direct, Scielo, ProQuest, etc. De esta manera se elaboró el artículo cuya razón es afirmar que la adición de polímeros mejora las propiedades mecánicas del betún, teniendo en

cuenta la proporción de polímeros añadidos Si más nada que recalcar cabe detallar que el material es muy semejante al caucho reciclado debido que ambas son muy parecidos con sus funciones y con su aporte de mejora al pavimento.

Para Cando et al. (2020) el artículo sobre effect of incorporation by dry procedure of rubber residue obtained after removal of an airport runway in asphalt AC-20. La investigación ha demostrado el efecto del residuo de caucho aislado del producto de fricción en la superficie de la pista como modificador para las mezclas asfálticas a base de asfalto AS-20. Se procedió a estudiar la incorporación del caucho mediante el método Marshall por el proceso vía seca, cuyos resultados experimentales muestran que mejoran las propiedades a granel tales como vacíos de aire, vacíos en agregados y vacíos rellenos de asfalto. Por otro lado, la estabilidad aumenta y el flujo se mantienen dentro de la norma.

Bases teóricas relacionadas al tema

Infraestructura Vial: “Una serie de elementos que permiten que los vehículos se desplacen de forma cómoda y segura de un lugar a otro. Esto incluye aceras, puentes, túneles, dispositivos de seguridad, señales, sistema de drenaje, terraplenes y características del paisaje” (de Solminihac, Echaveguren y Chamorro, 2019, p. 23).

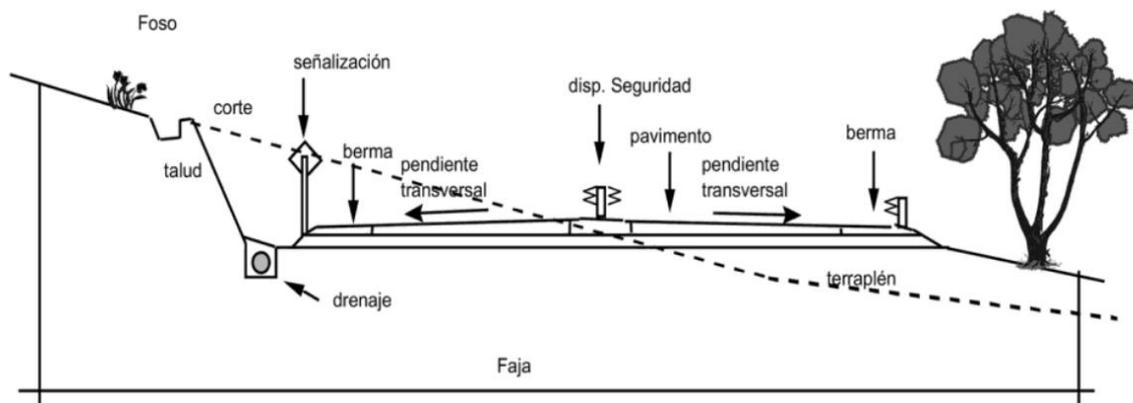


Figura 1. Elementos de la infraestructura vial.

Pavimento: “Es una estructura que consta de una serie de capas aplicadas, diseñadas y construidas según diversos métodos, normas y especificaciones técnicas de materiales adecuados, que se someten a diversos procesos

constructivos para obtener superficies adecuadas [...]” (Construyored, 2020, “que es un pavimento”, párr.1).

Pavimento flexible: puede definirse que es “una estructura vial que consiste en una capa de rodadura que se encuentra sobre una capa menos rígida hecha de material granular no tratado o aglomerado (base, subbase material de construcción aprobado y en algunos casos mejorado) que a su vez soporta el terreno natural [...]” (Rondón y Reyes, 2017, p.xxix).

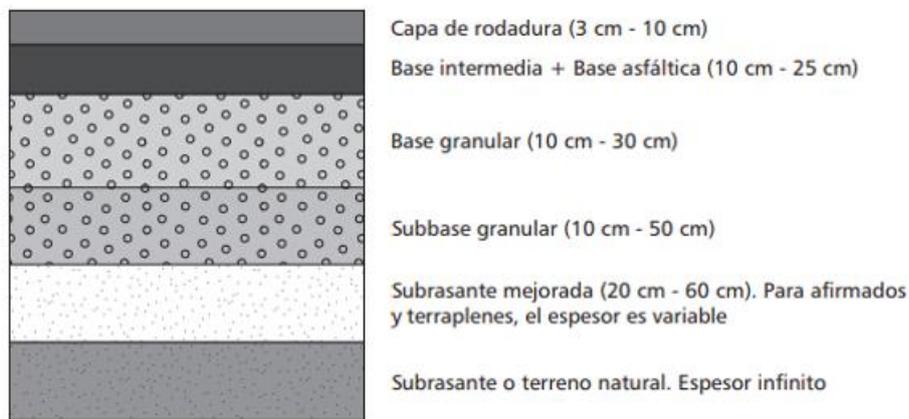


Figura 2. Perfil típico de la estructura del pavimento.

### Capas del pavimento flexible

Capas de rodadura: podemos decir que “está diseñado para soportar el desgaste de los neumáticos, por ende, soportan la tracción y las fuerzas de corte, además de las influencias climáticas como la precipitación también debe proporcionar el máximo confort y seguridad en el tráfico vehicular de la forma más económica” (Grupo Bitafal, 2020, “conceptos básicos sobre pavimento flexible”, párr.5).

Base: “es la capa estructural la que recibe la mayor parte del esfuerzo, donde la capa superior se apoyara. La base ayuda a dar al pavimento el espesor total necesario para garantizar que pueda soportar el tráfico [...]” (Grupo Bitafal, 2020, “conceptos básicos sobre pavimento flexible”, párr.6).

Subbase: se entiende que “realiza funciones estructurales y aumenta el espesor de la cubierta, la acción capilar evita que el agua ascienda y proporciona una plataforma de trabajo estable y duradera. Puede estar compuesta de material

granular [...]” (Grupo Bitafal, 2020, “conceptos básicos sobre pavimento flexible”, párr.7).

Subrasante: “se denomina al suelo y es una función de todo el paquete de estructura de pavimento que se encuentra debajo de la estructura. El suelo que forma esta capa debe tener un CBR de 6% o más [...]” (Reyes, 2020, p.7).

#### Elementos del pavimento

Plataforma: Este es un elemento laborioso para el tránsito vehicular. Este componente, está formado por carretera y terraplén (Reyes, 2020, p.7).

Calzada: Es una parte integral de la plataforma y está destinado al paso de vehículos. Consta de dos o más carriles (Reyes, 2020, p.7).

Carril: Un carril se define como un carril frente a varios vehículos que se mueven en la misma dirección (Reyes, 2020, p.7).

Berma: Son carriles que discurren a ambos lados de la calzada, cuya función es la de hacer de aparcamiento temporal y pavimento utilizable (Reyes, 2020, p.7).

#### Tipos de mezclas asfálticas

Mezcla asfáltica en frío: podemos decir que “estas mezclas contienen agregados pétreos mal gradadas, en su mayoría de tamaño sólidas y gruesas, y generalmente se mezclan con emulsiones asfálticas tipo CRM que se pueden aplicar y compactar a temperatura ambiente” (Rondón y Reyes, 2015, p.44).

Mescla asfáltica en caliente: podemos decir que “es una mezcla similar al MAF, la diferencia es que está mezcla utiliza cemento asfáltico (normalmente tipo CA 60-70 o Ca 40-50) como aglomerante. Además, son mezclas que se deben producir, estirar y comprimir a altas temperaturas” (Rondón y Reyes, 2015, p.49).

#### Componente de la mezcla asfáltica

Asfalto: Es un ligante altamente cohesivo y estable que se obtiene mediante la refinación de petróleo crudo con vapor o aire, siendo la destilación al vapor la más utilizada ya que produce un betún de mayor calidad (Cerde y Pintado, 2019, p.32).

Emulsiones asfálticas: podemos decir que “al mezclar betún con agua que con emulsificante permite enfriar la colocación del betún en la etapa intermedia, es decir, a temperaturas inferiores a 100°C” (Reyes, 2020, p.10).

El caucho reciclado es un material proveniente de los neumáticos en fuera de uso, este material puede ser reutilizado en diferentes aspectos, por lo general para la ingeniería es muy solicitado para el ámbito de construcción de pavimento. La obtención de este material es mediante un proceso de trituración (Reyes, 2020, p.10).

Uso del caucho en pavimento flexible: el caucho de neumático puede ser utilizados de dos formas las cuales ambas aportan gran estabilidad al pavimento, y una de ellas es por vía húmeda y el otro por vía seca (Reyes, 2020, p.10).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada, porque trata de solucionar un problema mediante la examinación de teorías científicas actuales, por lo cual se pretende desarrollar una respuesta sobre el empleo del caucho reciclado a la mezcla asfáltica en la avenida Miguel Grau – Jicamarca. Para Concytec sobre la investigación aplicada, “Su propósito es utilizar el conocimiento científico para determinar los medios (metodológicos, protocolos y técnicas) por los cuales se puede cubrir la necesidad identificada y específica” (CONCYTEC, 2018, p.2).

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Es experimental, ya que se manipula la variable independiente, por lo general lo que se busca es emplear el caucho reciclado a la mezcla convencional. De esta manera se comprobará la hipótesis de la investigación planteada, con el fin del alcanzar los objetivos esperados. Para Concytec sobre el desarrollo experimental, “Consiste en un trabajo sistemático que utiliza los conocimientos de investigación existente y la experiencia práctica y tiene como objetivo la producción de nuevos materiales, productos o equipos; iniciar nuevos procesos” (CONCYTEC, 2018, p.2).

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### Caucho Reciclado de Neumático (V.I)

- **Definición conceptual:** “Materiales que han llegado al final de su vida útil y por tanto son reciclados por medio de máquinas que realizan la función de trituración para darles un nuevo uso” (Chura, 2021, p.22).
- **Definición operacional:** Se reciclará los neumáticos en fuera de uso para posteriormente triturarlas con dimensiones óptimas para la agregación a la mezcla asfáltica, donde reflejara la proporción como prioridad al asfalto y se analizara los resultados que se comparan con el pavimento tradicional.
- **Dimensión:** Estabilidad (propiedad del asfalto modificado).

- **Indicador:** Dosificación (porcentaje agregar).
- **Escala de medición:** Razón.
- **Dimensión:** Costo y beneficio (costo de la mezcla modificada).
- **Indicador:** Costo y Presupuesto con el s10.
- **Escala de medición:** Razón.

### **Pavimento Flexible (V.D)**

- **Definición conceptual:** “Consiste en una capa asfáltica sobre la calzada, que permite pequeñas deformaciones de la capa base sin dañar la estructura” (Limay, 2021, p.25).
- **Definición operacional:** Se procederá al conteo vehicular para determinar la cantidad de vehículos que pasa por la vía. Para poder aplicar el nuevo producto que se obtendrá con el polvo de caucho en la mezcla asfáltica.
- **Dimensión:** Diseño de mezcla asfáltica.
- **Indicador:** Método Marshall – ASTM D 1559.
- **Escala de medición:** Razón.
- **Dimensión:** Estudio de tráfico.
- **Indicador:** Cálculo de ESAL.
- **Escala de medición:** Ordinal.
- **Dimensión:** Clasificación de suelos.
- **Indicador:** Calicata, Ensayo de Laboratorio
- **Escala de medición:** Razón.

## Variables y operacionalización

**Tabla 1.** Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable Independiente</b> Caucho reciclado de neumático	“Proveniente de llantas en desuso que son manipuladas hasta convertirlas en un nuevo insumo por medio de un sistema mecánico” (Chura, 2021, p.22).	Se reciclará los neumáticos en fuera de uso para posteriormente triturarlas con dimensiones óptimas para la agregación a la mezcla asfáltica, donde reflejara la proporción como prioridad al asfalto y se analizara los resultados que se comparan con el pavimento tradicional.	Estabilidad	Dosificación	Razón
			Costo y beneficio	Costo y presupuesto con el S10	Razón
<b>Variable Dependiente</b> Pavimento flexible	“Se constituye mediante capas de distintos espesores con el fin minimizar las deformaciones provenientes de las cargas superficiales” (Limay, 2021, p.25).	Se procederá a evaluar la demanda vehicular de la vía para posteriormente realizar el diseño en función a los parámetros y criterios establecidos. De tal forma se pretende aplicar el nuevo producto que se obtiene de los neumáticos desechados.	Diseño de la mezcla asfáltica	Método Marshall – ASTM D 1559	Razón
			Estudio del tráfico	Cálculo de ESAL	Ordinal
			Clasificación de suelos	*Calicata *Ensayo en laboratorio	Razón

Fuente: elaboración propia.

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

#### **3.3.1. Población**

Para la presente investigación se tomó en cuenta como población toda la avenida Miguel Grau, Jicamarca que comprende una trayectoria de 2.01 Kilómetros. Para Huairé et al. sobre la población “Es un grupo de factores, también llamados sujetos, individuos, casos o unidades muestra, que simpatizan alguna característica frecuente” (2022, p.73).

- **Criterio de inclusión:** fue incluida toda la avenida de Miguel Grau que comprende de una sola calzada con dos carriles en diferentes sentidos y que se encuentran en mal estado.
- **Criterios de exclusión:** no fue incluida las vías que no son del lugar de estudio.

#### **3.3.2. Muestra**

Como parte de la muestra lo conforma toda la avenida Miguel Grau del distrito de Jicamarca, desde la cuadra 1 hasta la 12, con una trayectoria de 2.01 kilómetros que involucran un total de 12 cuadras. Para Huairé et al. sobre la muestra “Es un subgrupo seleccionado de una población. La muestra debe ser específico; es decir, debe mostrar las propiedades típicas que tienen los factores de toda la población” (2022, p.75).

#### **3.3.3. Muestreo**

Es no probabilístico intencional debido a que el investigador utiliza métodos no aleatorios, es por ello que la muestra de la población debe mostrarse idénticos en sus características. Se puede decir que el investigador puede manifestar una elección premeditada del subconjunto de la población. Para Huairé et al. sobre el muestreo “Los elementos son seleccionados por criterios subjetivos, es decir, la muestra no es seleccionada por criterios técnicos. En este tipo de muestreo se desconoce la probabilidad de elegir los elementos que componen la selección” (2022, p.76).

### **3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos**

Se puede decir que la técnica e instrumento de recolección de datos, son medios que el investigador debe emplear para obtener información y dar respuesta a la

interrogante de la investigación. Por esta razón Huairé et al. sugieren que "La técnica comprende, métodos y funciones que le permiten al investigador obtener la información. Y los instrumentos son los medios, herramientas o recursos utilizados para obtener o registrar la información para lo cual se aplica una técnica específica" (2022, p.90).

Como primera parte del proyecto se evaluará el índice de condición de la capa de rodadura estado de la avenida Miguel Grau mediante la técnica de observación in situ donde se identificará las deficiencias que posee la carretera, y como se tomará los formatos correspondientes a la evaluación del PCI.

Con respecto al segundo, para poder determinar el estudio de suelo se establecerá como técnica la exploración y observación in situ, teniendo en cuenta como instrumento de toma de datos los formatos requeridos para la obtención de dicho estudio y serán validadas por el técnico del laboratorio e ingeniero civil colegiado y habilitado.

Con respecto al tercer punto el cual es identificar el estudio de tráfico, se realizará la técnica mediante la observación y la toma de datos, con el fin de obtener el ESAL y como instrumento se empleará el formato de conteo vehicular donde estos datos serán debidamente registrados.

Como cuarto punto se identificará las dosificaciones al 0%, 0.75%, 1.5% y 2.25%, para ello se empleará como técnica el ensayo en laboratorio donde se emplearán en briquetas con distintos porcentajes de incorporación del caucho reciclado de neumático, como instrumento se tomará los formatos correspondientes a los resultados de las pruebas de Marshall de laboratorio.

Con respecto al diseño de la infraestructura vial como parte final del proyecto, se procederá a realizar como técnica la recolección de todos los datos obtenidos, y como instrumento se utilizará el software Civil 3D para el diseño final de la avenida Miguel Grau.

Para finalizar se evaluará el costo y presupuesto del diseño de pavimento convencional y modificado. Para ello se realizará como técnica los costos y rendimientos actualizados de cada partida correspondiente al proyecto, el

instrumento será el uso del software S10 donde se determina el costo y presupuesto del diseño de infraestructura vial.

### **3.5. Procedimiento**

Para la presente investigación constará de varios pasos para determinar el diseño esperado, para ello lo que se pretende realizar primero es desarrollar las actividades de acuerdo al orden estipulado en las investigaciones existentes tales como (la evaluación del PCI, el levantamiento topográfico, la clasificación del suelo “laboratorio”, estudio del tráfico “ESAL”, el empleo del caucho reciclado a la mezcla asfáltica “Método Marshall”, el diseño final de la infraestructura vial y por último el análisis de costo y presupuesto del pavimento con o sin grano de caucho (S10 costo presupuesto). Por ende, como parte final se interpretará los resultados obtenidos, para posteriormente señalar la validez de las hipótesis.

#### **3.5.1. Levantamiento topográfico**

Como primera parte del desarrollo del proyecto de investigación dentro de los estudios básicos se procedió a establecer la ubicación de la avenida Miguel Grau el cual se ubica en las coordenadas E 285469.00 N 8681936.00, esta vía constituye 2.01 km de longitud; inicia desde la cuadra 1 hasta la cuadra 9. Posteriormente se procedió a realizar los puntos topográficos mediante el programa Google Earth, luego se utilizó la página GPS Visualizer para la obtención de las coordenadas en formato GPX, esto sirvió para añadir al programa ArcGIS de la cual se extrajo la tabla del listado de las coordenadas en formato txt. Por último, se importó los puntos al software Civil 3D para obtener la topografía de la vía.

En cuanto a la topografía del terreno (curvas de nivel) se realizó siguiendo los mismos pasos, correspondientes al programa Google Earth – la página GPS Visualizer – el programa ArcGIS – el software Civil 3D. No obstante, los puntos se hicieron alrededor de la vía con el fin de obtener el relieve del terreno.

Los puntos topográficos se obtuvieron trazando la ruta en la avenida, así mismo se realizó las curvas de nivel como se muestra en la figura 3 y 4 respectivamente.

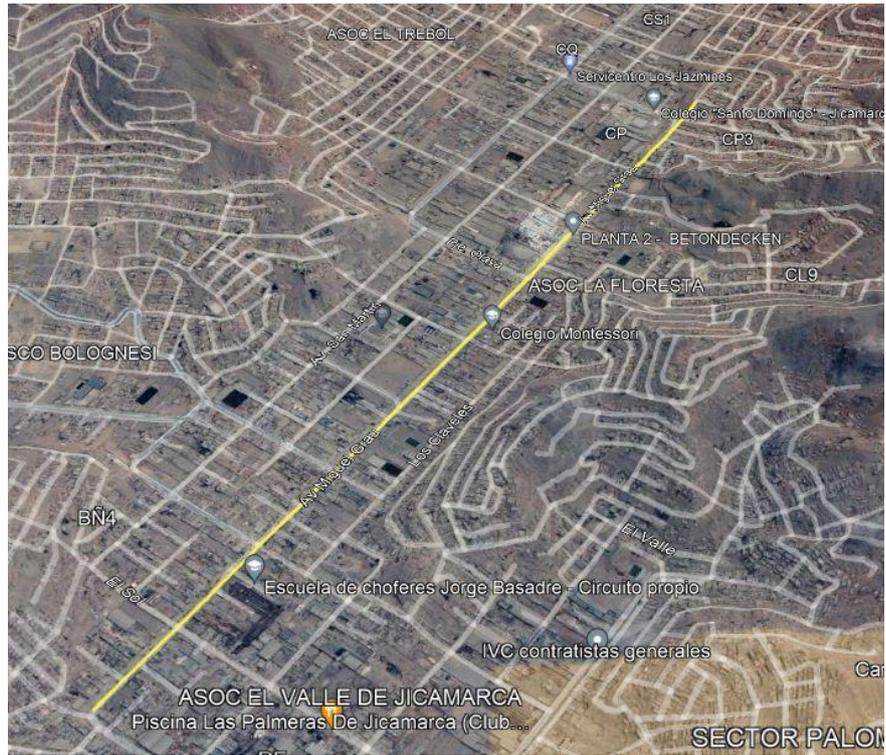


Figura 3. Trazo de la carretera.



Figura 4. Curvas de Nivel.

### **3.5.2. Evaluación del estado actual del pavimento flexible (PCI)**

La avenida Miguel Grau es una de las vías más transitadas de Jicamarca pudiendo ser afectado con el pasar de los años debido al crecimiento poblacional y por ende automotriz, no solo ello, también el cambio brusco del clima influye significativamente en el desgaste del pavimento acortando la vida útil de la carretera. Por ello como objetivo específico planteado se tiene “Evaluar la condición del pavimento existente por el método PCI para determinar el diseño del pavimento flexible de la avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023”.

Para ello se hará uso de los establecido en la norma ASTM D6433-03 Procedimiento Estándar para la inspección del índice de condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos.

Como primera parte se determinó la longitud total de la vía hacer evaluada, la avenida Miguel Grau cuenta con un tramo de 1.3 Km asfaltada, la cual será dividida en secciones de áreas en el rango establecido según la norma ( $225 \pm 90 \text{ m}^2$ ) y determinar los intervalos para cada sección. Una vez obtenido estos datos se realizó los trabajos en campo haciendo uso de los formatos correspondientes de la norma y las herramientas manuales como son: Flexómetro, cinta métrica de 30m, regla 30 cm, etc.

Seguidamente se ira evaluando cada una de las secciones determinando así cada una de las fallas, establecidas por la norma dentro del rango de nivel de severidad Bajo, Medio y Alto. Una vez obtenido los datos de campo se procede a realizar los trabajos en gabinete donde se hará uso del programa Excel y se determinará el valor del PCI. Por último, se establece el grado de la condición del pavimento flexible que va desde el menos favorable “fallado” hasta el más favorable “excelente”.

### **3.5.3. Estudio de trafico**

Con respecto al estudio de tráfico se procedió a realizar el conteo vehicular con el debido formato establecido por el MTC que abarca toda la avenida Miguel Grau de Jicamarca contando con una longitud de 2.01 km. El punto de estación de conteo se ubicó en la parte más transitable de la avenida, siendo la progresiva 00 + 020 la más favorable.

El conteo vehicular se realizó durante una semana, en el cual se registró que los vehículos ligeros más influyentes con respecto al tránsito en la vía son los autos con un promedio diario/semanal de 1006 vehículos, siendo el día viernes con mayor y el domingo de menor demanda; así mismo, los vehículos más influyentes de carga es el tipo Semi Tráiler 3S3 que registra una cantidad promedio diario/semanal de 21 vehículos, siendo el día viernes con mayor y el domingo de menor demanda. Así mismo se registró que los horarios con más flujo vehicular son desde las 11:00 am hasta las 12:00 pm.

**Tabla 2.** *Tabla de resumen de conteo vehicular de la Avenida Miguel Grau*

Tipo de vehículos	Conteo vehicular							
	Lun	Mar	Mier	Jue	Vier	Sab	Dom	IMDs
Auto 	1021	997	1012	1009	1054	1025	921	1006
Station wagon 	177	175	173	162	184	157	148	168
Pick up 	184	191	193	186	190	181	175	186
Panel 	68	69	60	73	69	56	48	63
Rural Combi 	624	611	628	621	639	598	535	608
Micro 	431	443	424	401	430	371	251	393
Bus 2 E 	406	402	400	392	407	417	353	397
Bus 3 E 	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 4 E 	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2 E 	255	234	247	231	270	245	170	236
Camión 3 E 	10	11	10	9	9	10	3	9
Camión 4 E 	7	6	6	8	5	7	4	6
S. Try 2S1 	0	0	0	0	0	0	0	0
S. Try 2S2 	4	5	5	6	4	3	1	4
S. Try 2S3 	2	1	2	2	1	1	0	1
S. Try 3S1 	0	0	0	0	0	0	0	0
S. Try 3S2 	1	1	0	1	1	1	0	1
S. Try >= 3S3 	23	22	25	27	30	18	4	21
Total, Diario de Vehículos	3213	3168	3185	3128	3293	3090	2613	3099

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.4. Estudio de Suelos

El estudio de suelos es fundamental para el proyecto de investigación ya que nos permite identificar el tipo y características físicas o mecánicas del suelo. Por ello nos basamos a los estudios correspondientes según lo establecido en las normas ASTM y MTC; donde indica los parámetros a seguir con el fin de garantizar los resultados más confiables.

Para el proyecto de investigación se requirió realizar 4 calicatas en la avenida Miguel Grau ubicadas de manera equitativa y alterna en toda la vía que comprende los 2.01 km con una profundidad de 1.50 m en cada uno de ellas, de la cual se sustrajo una muestra representativa del suelo correspondiente a 50 Kg para posteriormente ser llevados al laboratorio.

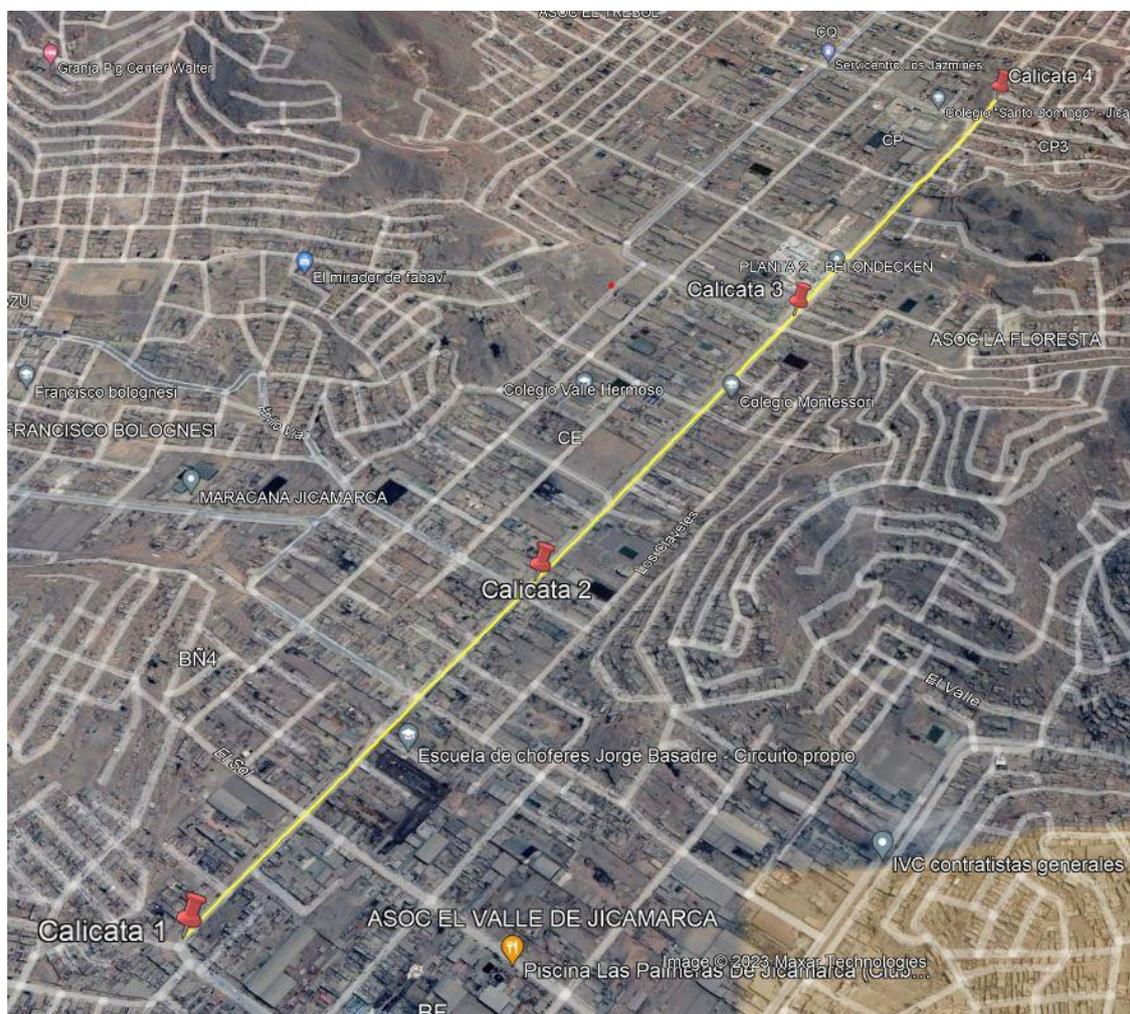


Figura 5. Ubicación de las calicatas.

### **3.5.4.1. Descripción y resultados de las Calicatas**

#### **Calicata N° 1**

La calicata 1 se ubica en las coordenadas E 285469.00 N 8681936.00, presenta un tipo de suelo de arena bien gradada con limo; con un porcentaje de grava de 39.4%, arena de 55.5% y finos de 5.1%; además presenta un contenido de humedad de 1.4% y con un límite de consistencia no plástico (NP).

#### **Calicata N° 2**

La calicata 2 se ubica en las coordenadas E 285838.00 N 8682491.00, presenta un tipo de suelo de grava pobremente gradada; con un porcentaje de grava de 60.5%, arena de 34.6% y finos de 4.9%; además presenta un contenido de humedad de 0.9% y con un límite de consistencia no plástico (NP).

#### **Calicata N° 3**

La calicata 3 se ubica en las coordenadas E 286207.00 N 8683046.00, presenta un tipo de suelo de grava bien gradada con limo; con un porcentaje de grava de 59.9%, arena de 32.2% y finos de 7.9%; además presenta un contenido de humedad de 2.4% y con un límite de consistencia no plástico (NP).

#### **Calicata N° 4**

La calicata 3 se ubica en las coordenadas E 286581.00 N 8683607.00, presenta un tipo de suelo de grava limosa; con un porcentaje de grava de 54.0%, arena de 33.3% y finos de 12.7%; además presenta un contenido de humedad de 2.7% y con un límite de consistencia no plástico (NP).

Como se puede observar las muestras presentan en su mayoría porcentajes de grava y arena elevados, lo que conlleva a un suelo rocoso con poca presencia de finos el cual resulta ser un suelo muy favorable para el diseño del pavimento flexible.

### **3.5.4.2. Proctor modificado**

Para el ensayo del Proctor modificado se empleará el método C, puesto que más del 20% del material es retenido en el tamiz N° 3/8" y menos del 30% es retenido en el tamiz N° 3/4". Además, se determinó el peso unitario de la muestra y la relación del contenido de agua, con el fin de obtener la curva de densidad seca

húmeda e identificar la MDS y el OCH según la normativa ASTM D-1577. En la figura 6 y 7 se muestran los resultados del ensayo del Proctor modificado correspondientes a la muestra C-2 y C-4.

Máxima Densidad Seca ( $\text{g/cm}^3$ )  
Óptimo Contenido Humedad (%)

2.240  
6.1

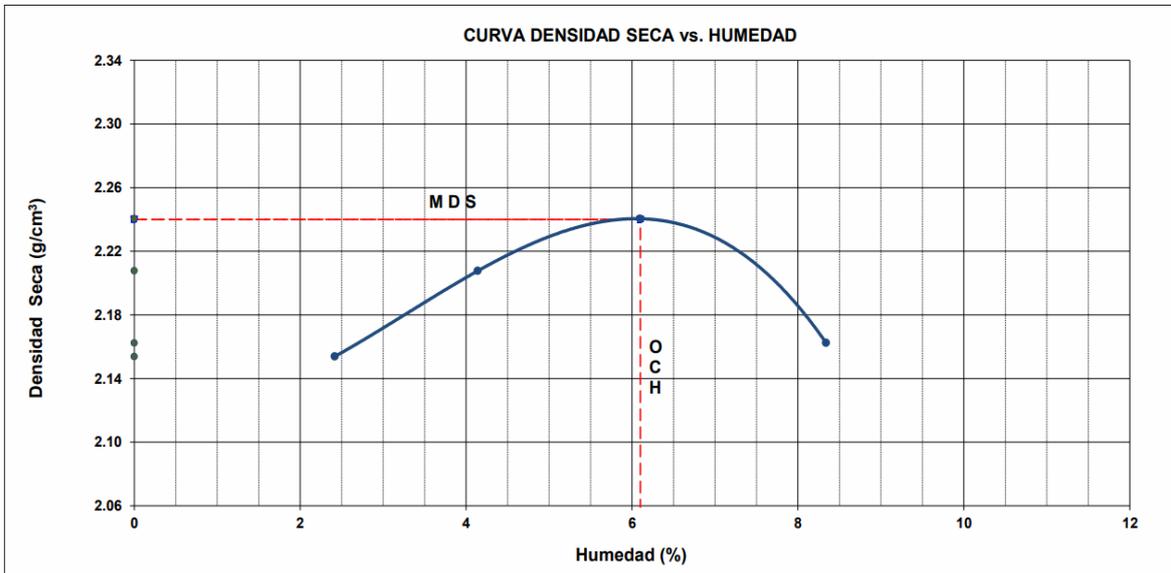


Figura 6. Curva de densidad seca vs contenido de humedad (muestra C-2).

Máxima Densidad Seca ( $\text{g/cm}^3$ )  
Óptimo Contenido Humedad (%)

2.234  
6.9

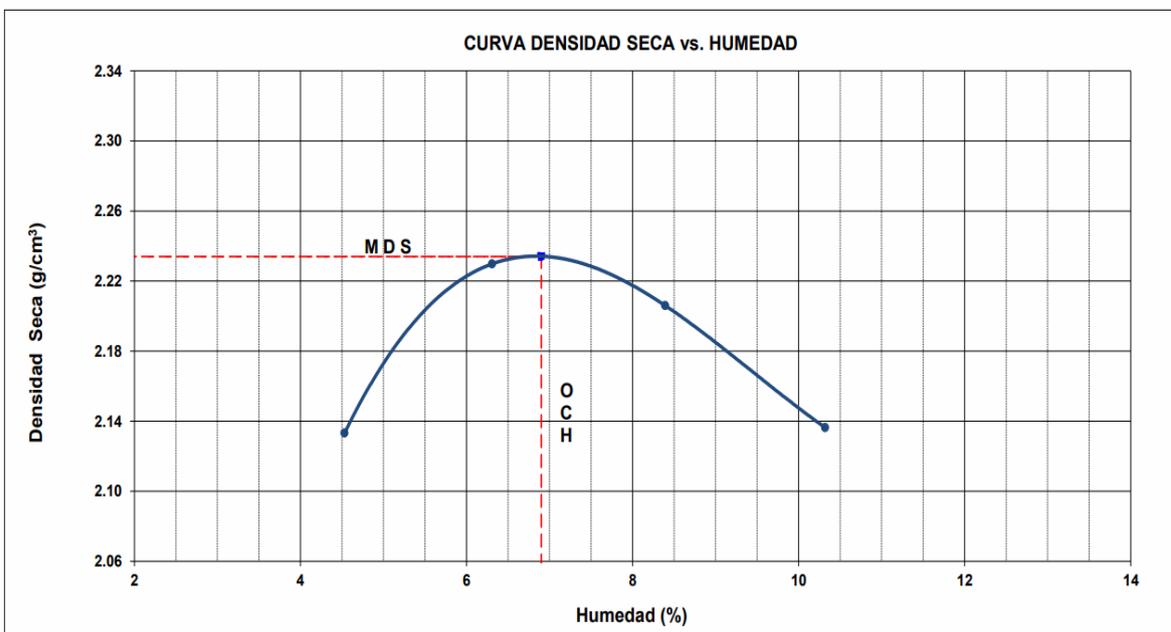


Figura 7. Curva de densidad seca vs contenido de humedad (muestra C-4).

**Tabla 3. Resumen del ensayo de Proctor modificado**

CALICATA	MUESTRA	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
C-2	M-1	2.240	6.1
C-4	M-2	2.234	6.9

Fuente: elaboración propia.

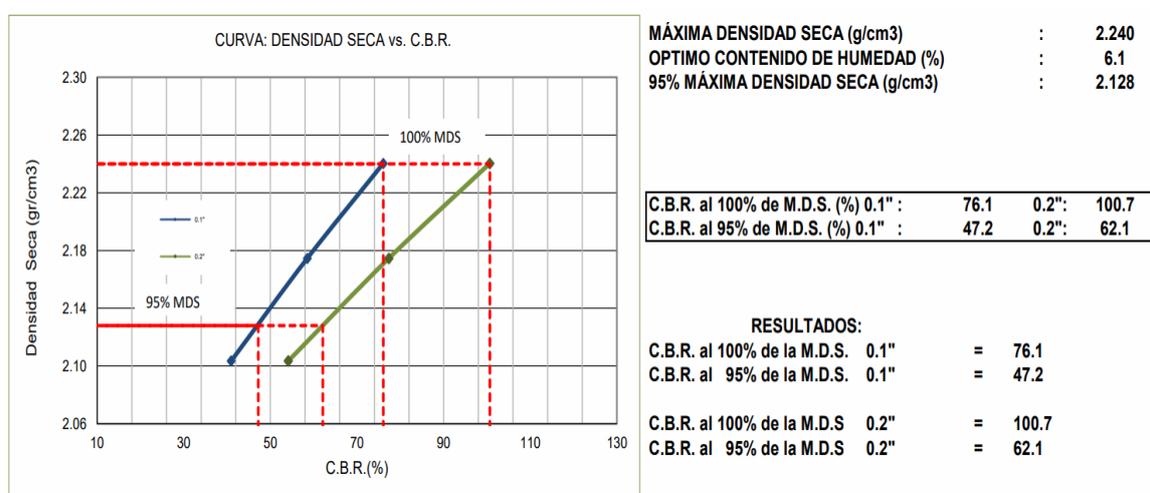
### 3.5.4.3. California Bearing Ratio (CBR)

Para el ensayo del CBR según la normativa ASTM D-1883 nos indica que al 95% de la M.D.S. y con 2.54 mm (0.1") de penetración obtenemos el resultado de 47.2% y 40.6% correspondientes a las muestras C-2 y C-4, el cual se determina que el suelo de la subrasante es excelente para el diseño, según indica el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos como se muestra en la siguiente tabla 4.

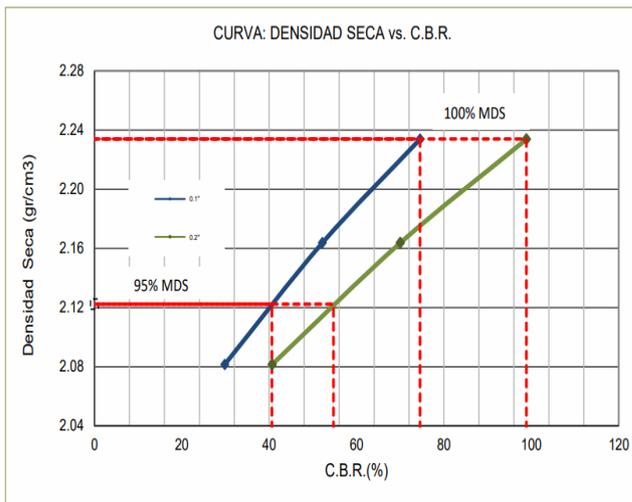
**Tabla 4. Categoría de sub rasante**

CBR - SUBRASANTE	CATEGORIA	DESCRIPCIÓN
CBR MENORES a 3%	<b>S0</b>	Inadecuada
3% a 6%	<b>S1</b>	Insuficiente
6% a 10%	<b>S2</b>	Regular
10% a 20%	<b>S3</b>	Buena
20% a 30%	<b>S4</b>	Muy Buena
CBR >= 30%	<b>S5</b>	Excelente

Fuente: Manual de Carreteras - MTC, 2014.



**Figura 8. Resultado del CBR (muestra C-2).**



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.234  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.122

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" :	74.5	0.2" :	98.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" :	40.6	0.2" :	54.7

RESULTADOS:  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 74.5  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 40.6  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 98.9  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 54.7

Figura 9. Resultado del CBR (muestra C-4).

### 3.5.4.4. Densidad mínima y máxima

Tabla 5. Resumen de la densidad mínima y máxima

CALICATA	PROFUNDIDA	DENSIDAD MIN (gr/cm3)	DENSIDAD MAX (gr/cm3)
C-1	1.5 m	1.671	1.867
C-2	1.5 m	1.656	1.876
C-3	1.5 m	1.7	1.858
C-4	1.5 m	1.628	1.847

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 5 se detalla los resultados de laboratorio según norma NLT-204, 205 correspondientes al ensayo de densidad mínima y máxima de las muestras proveniente de las 4 calicatas.

### 3.5.5. Ubicación de los materiales

Es necesario analizar los agregados gruesos y finos para realizar la mezcla asfáltica, por ello se identificó la cantera más cercana que cumpla con los requisitos y normativas de calidad. La cantera Dorita se encuentra ubicada en Ate - Lima 15487, la cual servirá para el proyecto de investigación. Los agregados gruesos y finos serán llevados al laboratorio en donde se realizarán los ensayos granulométricos para definir el tamaño de las partículas. A continuación de ilustra el procedimiento de obtención de los agregados en la figura 10, figura 11 y figura 12.



*Figura 10. Ubicación de materiales – Cantera Dorita.*



*Figura 11. Extracción de materiales – Cantera Dorita.*



*Figura 12. Distribución de materiales – Cantera Dorita.*

### **3.6. Método de análisis de dato**

Según **Arias** manifiesta que "Esta técnica permite revisar de manera integral el correcto funcionamiento de la organización, cuyo propósito es alcanzar las metas marcadas en el proceso establecido" (2021, p.104).

Para lograr alcanzar los estudios básicos en la presente investigación, se requiere llevar un orden de secuencia. Por ello, en función al primer paso se determinará las características del suelo, mediante las propiedades físicas y mecánicas que presentan en el pavimento flexible en la avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023. Por ello se realizará acabo la técnica de observación y exploración in situ, para extraer muestras representativas del suelo, en función a los parámetros establecidos en la MTC, se determinara la cantidad de calicatas necesarias así como también la profundidad mínima de estas no menor de 1.50 metros de profundidad, con una muestra representativa de 50 Kg puestas dentro de sacos herméticos que conserven las características intactas de la muestra, se llevara a cabo con la ayuda de herramientas manuales como pico, pala, barreta, wincha, letrero y los equipos de protección personal EPP que son indispensables para la seguridad.

Por consiguiente, se realizará el estudio de tráfico según la ubicación del conteo vehicular, el cual se llevará a cabo mediante la observación durante una semana, así como también indicando el tipo de vehículo dentro de su categoría en los formatos establecidos por el (MTC). Con el fin de determinar las cargas admisibles de los ejes equivalentes y el número de repeticiones que pasan por la avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023. Dicho calculo nos permitirá determinar las cargas sometidas que posteriormente son la base para el diseño de la estructura del pavimento flexible con caucho reciclado.

Una vez alcanzado los objetivos anteriores, se procede a realizar los ensayos de laboratorio de los materiales mediante la técnica de análisis documental, con el fin de obtener y analizar los resultados obtenidos otorgados por el técnico responsable de laboratorio. Posteriormente se pretende analizar como el caucho reciclado influye en el diseño de la mezcla asfáltica del pavimento, para ello se procede a tomar muestras con proporciones de caucho reciclado de neumáticos que van en porcentaje de 0.0%, 0.75%, 1.5% y 2.25% con el método Marshall, seguidamente

los datos son recopilados con la técnica de análisis documental en formatos de Excel para comparar los resultados e identificar el valor más óptimo para el diseño.

Como parte final, el cual consiste en establecer como influye el caucho reciclado de neumático en el costo de la mezcla asfáltica del pavimento, en este punto es necesario llevar a cabo la técnica de análisis documental con la ayuda de las herramientas costos y presupuestos, en el cual se realiza los cálculos de costo, análisis y presupuesto, tanto para el diseño de un pavimento flexible convencional, así como también el incorporado con caucho reciclado de neumático, resaltando la diferencia de costos que existe en ambas, así como también los beneficios que puede otorgar.

### **3.7. Aspecto ético**

Los autores de la presente investigación “Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023” hemos asumido los valores necesarios para evidenciar el compromiso que se ha realizado en el contenido del proyecto de investigación mediante fuentes nacionales e internacionales netamente confiables, así mismo hemos cumplido con los lineamientos universitarios para poder alcanzar nuestros objetivos como investigadores. Con respecto a la calidad ética de la investigación se pudo determinar la normativa ISO en realización del proyecto de investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación superficial por el método PCI

#### 4.1.1. Unidades de muestra

Para poder determinar el índice de condición del pavimento flexible primero determinamos la sección de la carretera a evaluar, lo cual corresponde a 1.3 Km de vía pavimentada. Se estimó la cantidad de unidades de muestras a partir de los siguientes datos:

L = Longitud de la vía = 1.3 Km

Ac = Ancho de calzada = 6.4 m

Ai = Área und. muestra inicial = 300 m<sup>2</sup>

N = Cant. und de muestra.

$$N = \frac{(L*Ac)}{Ai}$$

N = 27.73  **28** und. de muestra total.

A = Área de la und. muestra.

$$A = \frac{(L*Ac)}{N}$$

A = 297.14 m<sup>2</sup>

Entonces la longitud de cada unidad de muestra es igual a 46.43 m con un ancho de calzada de 6.4 m.

Según la norma ASTM D6433-03, en el punto 7.5.2 establece “El número mínimo de unidades de muestra (n) a inspeccionar en una sección dada” (2003, p.06).

$$n = Ns^2 / ((e^2/4) (N-1) + s^2)$$

e = error admisible, +/- 5 puntos.

s = desviación estándar, se asume 10 para pavimentos CA.

N = número total de unidades de muestra de la sección.

$n = 10.42$   $\longrightarrow$  10 unidades de muestra.

Para establecer el intervalo del espaciamiento (i) hacemos uso de la siguiente formula

$$i = N/n$$

$i = 2.8$   $\longrightarrow$  se redondea a 3.

En la figura 8 se detalla la separación de cada unidad de muestra a un intervalo de 3 para la sección a evaluar.

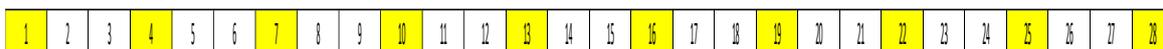


Figura 13. Sección de la vía.

#### 4.1.2. Evaluación de las unidades de muestra

Para poder realizar la evaluación de las 10 unidades de muestras, primero se identifican las fallas existentes correspondientes a cada tramo mediante la observación de manera objetiva, de un total de 19 fallas establecidas en la norma ASTM D6433 cada una con su respectiva unidad de medida. Así mismo, indica el nivel de severidad entre baja (L), media (M) y alta (H).

La densidad se calcula mediante la suma total de cada falla con su respectivo nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra.

El valor deducido se obtiene de la relación entre la densidad y el nivel de severidad mediante los cuadros de curvas de valores deducidos para el asfalto mostrados en la norma ASTM D6433.

Seguidamente se descarta los valores deducidos (VD) menores que dos, luego se procede a identificar el valor deducido más alto (HVDi), posteriormente se calcula el número máximo de valores deducidos (m) a partir de la siguiente formula.

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HVDi) \leq 10$$

Una vez obtenidos los datos de los VD individuales disminuyendo al máximo admisible de mayor a menor, se va reduciendo el valor más mínimo a dos hasta llegar al valor más alto como se muestra en la siguiente Tabla 6.

**Tabla 6.** Ejemplo de valores deducidos reducidos a dos

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	39	38	34	29	22	162.00	5.00	82.00
2	39	38	34	29	2	142.00	4.00	80.00
3	39	38	34	2	2	115.00	3.00	72.00
4	39	38	2	2	2	83.00	2.00	60.00
5	39	2	2	2	2	47.00	1.00	47.00

Fuente: elaboración propia.

Se procede a sumar todos los valores deducidos para obtener el VDT y así mismo el valor (q) será integrado de mayor a menor. Luego se determina los valores deducidos corregidos (VDC) mediante el cuadro de curva de corrección mostrados en la norma ASTM D6433. Por último, el valor del PCI se obtiene restando cien menos el VDC máximo, conociendo así la condición del estado del pavimento.

#### 4.1.3. Resultados de las unidades de muestra

Los resultados obtenidos de las 10 unidades de muestras se detallan en el anexo 8 hasta 17, una vez obtenido el valor del PCI correspondientes a la sección de la vía, se clasifican según la condición de cada una de ellas como se muestra en la siguiente figura 14.



Figura 14. Rango de condiciones del pavimento.

Dentro del proceso de conservación vial existen muchos métodos para intervenir en la condición del pavimento flexible, a veces no es suficiente dar actividades de mantenimiento si no que requieren la rehabilitación total del pavimento para mejorar su condición. Es por ello que Jugo en su manual indica la categoría de acción para cada rango de PCI como se muestra en el Anexo 18.

En la siguiente tabla 7 se muestra la condición y/o clasificación correspondiente a cada unidad de muestra, además se establece la categoría de acción requerida de acuerdo al nivel correspondiente.

**Tabla 7. Resumen de los resultados de las unidades de muestra**

RESULTADOS DE EVALUACIÓN PCI				
UND. DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PCI	CLASIFICACIÓN	ACCIÓN
01	297.14	6	FALLADO	Rehabilitación - Reconstrucción
02	297.14	10	FALLADO	Rehabilitación - Reconstrucción
03	297.14	13.5	MUY MALO	Rehabilitación - Reconstrucción
04	297.14	18	MUY MALO	Rehabilitación - Reconstrucción
05	297.14	23	MUY MALO	Rehabilitación - Reconstrucción
06	297.14	7.5	FALLADO	Rehabilitación - Reconstrucción
07	297.14	24	MUY MALO	Rehabilitación - Reconstrucción
08	297.14	39	MALO	Rehabilitación - Refuerzo Estructural
09	297.14	56	BUENO	Mantenimiento Preventivo
10	297.14	22	MUY MALO	Rehabilitación - Reconstrucción

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos se estima la condición actual de toda la sección de la vía, como el promedio del valor de PCI de las 10 unidades de muestras examinadas, obteniendo así el valor siguiente.

$$PCI_s = PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}}$$

Figura 15. PCI total.

PCI<sub>r</sub> = Promedio de las muestras examinadas

PCI<sub>ri</sub> = Unidad de sección aleatoria i.

A<sub>ri</sub> = área de sección aleatoria i.

n = cantidad de muestras examinadas aleatoriamente.

### PCIs = 21.9

Como resultado final del PCI obtenido a partir de las 10 unidades de muestras evaluadas se pudo determinar el PCI de la sección de la vía (PCIs) el cual correspondiente a 21.9, siendo catalogado como muy malo según se muestra en la Anexo 18; así mismo, se encuentra en un estado de deterioro, por el cual necesita una reconstrucción.

#### 4.2. Estudio de tráfico

Para determinar el IMDa es necesario conocer el factor de corrección estacional de vehículos tanto ligeros y pesados, para ello se tomó como base los registros de peaje más cercano establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como se observa en el anexo 4 y 5.

**Tabla 8.** *Factor de Corrección Estacional de Vehículos*

F.C.E de Vehículos	
Veh. Ligeros	0.9748
Veh. Pesados	0.9648

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Como se puede observar en la Tabla 8 se tomó el factor de corrección estacional de vehículos ligeros 0.9748 y para vehículos pesados 0.9648 del peaje más cercano (Corcona) al proyecto de investigación.

**Tabla 9.** *Tabla de Índice Medio Diario Anual (IMDa)*

Tipo de vehículos	IMDs	FC	IMDa	Distribución (%)
Auto 	1006	0.9748	980	32.53
Station wagon 	168	0.9748	164	5.43
Pick up 	186	0.9748	181	6.01
Panel 	63	0.9748	62	2.05
Rural Combi 	608	0.9748	593	19.67
Micro 	393	0.9748	383	12.71
Bus 2 E 	397	0.9648	383	12.70

Bus 3 E		0	0.9648	0	0.00
Bus 4 E		0	0.9648	0	0.00
Camión 2 E		236	0.9648	228	7.56
Camión 3 E		9	0.9648	9	0.28
Camión 4 E		6	0.9648	6	0.20
S. Try 2S1		0	0.9648	0	0.00
S. Try 2S2		4	0.9648	4	0.13
S. Try 2S3		1	0.9648	1	0.04
S. Try 3S1		0	0.9648	0	0.00
S. Try 3S2		1	0.9648	1	0.02
S. Try >= 3S3		21	0.9648	21	0.68
Try 2T2		0	0.9648	0	0.00
Try 2T3		0	0.9648	0	0.00
Try 3T2		0	0.9648	0	0.00
Try 3T3		0	0.9648	0	0.00
<b>Total, Diario de Veh</b>		<b>3099</b>		<b>3014</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el IMDa se realizó el producto del IMDs y el factor de corrección estacional. Se considero como vehículos ligeros desde auto hasta micro; así mismo el resto de vehículos no mencionados se consideran pesados como se evidencia en la Tabla 9.

$$\text{IMDa} = \text{IMDs} * \text{FC}$$

Una vez obtenido el IMDa, se procedió a calcular el tránsito proyectado (Tn) con un periodo de planificación y ejecución del proyecto igual a 2 años, para ello se necesitó la tasa de crecimiento poblacional tanto para vehículos ligeros y pesados como se puede mostrar en la tabla 10.

**Tabla 10. Tasa de Crecimiento Poblacional**

r (%) Poblacional	
rvp = 1.45%	Veh. ligeros
rvc = 3.69%	Veh. Pesados

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para el cálculo del tránsito proyectado se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

**Tabla 11.** *Tabla de tránsito proyectado al año “n”*

Tipo de vehículos		IMDA	TN (Proyectado)
Auto		980	994
Station wagon		164	166
Pick up		181	184
Panel		62	63
Rural Combi		593	601
Micro		383	389
Bus 2 E		383	388
Bus 3 E		0	0
Bus 4 E		0	0
Camión 2 E		228	231
Camión 3 E		9	9
Camión 4 E		6	6
S. Try 2S1		0	0
S. Try 2S2		4	4
S. Try 2S3		1	1
S. Try 3S1		0	0
S. Try 3S2		1	1
S. Try >= 3S3		21	21
Try 2T2		0	0
Try 2T3		0	0
Try 3T2		0	0
Try 3T3		0	0
Total, Diario de Veh		3014	3057

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo como resultado el tránsito proyectado de 3057 veh/día resultando así el nuevo valor del IMDa con una proyección de 2 años Como se puede observar en la Tabla 11.

Como siguiente paso para el cálculo de ESAL, se necesita conocer los tipos de ejes correspondientes a cada vehículo como se muestra en la siguiente figura 16.

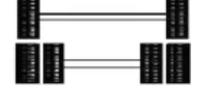
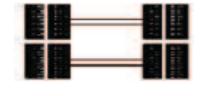
Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Simple)	1RS	02	
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Doble)	1RD	04	
<b>EJE TANDEM</b> (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
<b>EJE TANDEM</b> (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
<b>EJE TRIDEM</b> (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
<b>EJE TRIDEM</b> (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Figura 16. Tipos de configuración de ejes.

Una vez establecido los tipos de ejes, se determina la cantidad de ruedas de cada vehículo y su carga de cada configuración de eje en toneladas, posteriormente se establece los ejes equivalentes según la relación de cargas.

Tabla 12. Tabla de cálculo de ejes equivalentes

Tipo de veh.	IMDa	# Ruedas	Carga Eje Tn	EE (8.2 Tn) Flexible	EE*IMDa Flexible
Auto 	1 eje	2	1	0.001	0.524
	2 eje	2	1	0.001	0.524
Station wagon 	1 eje	2	1	0.001	0.088
	2 eje	2	1	0.001	0.088
Pick up 	1 eje	2	1	0.001	0.097
	2 eje	2	1	0.001	0.097
Panel 	1 eje	2	1	0.001	0.033
	2 eje	2	1	0.001	0.033
Rural Combi 	1 eje	2	1	0.001	0.317
	2 eje	2	1	0.001	0.317
Micro 	1 eje	2	1	0.001	0.205
	2 eje	2	1	0.001	0.205

Bus 2 E		1 eje	388	2	7	1.265	491.342
		2 eje	388	4	11	3.238	1257.426
Camión 2 E		1 eje	231	2	7	1.265	292.293
		2 eje	231	4	11	3.238	748.026
Camión 3 E		1 eje	9	2	7	1.265	10.970
		2 eje	9	8	18	2.019	17.505
Camión 4 E		1 eje	6	2	7	1.265	7.608
		2 eje	6	10	23	1.508	9.068
S. Tray 2S2		1 eje	4	2	7	1.265	4.954
		2 eje	4	4	11	3.238	12.678
		3 eje	4	8	18	2.019	7.906
S. Tray 2S3		1 eje	1	2	7	1.265	1.592
		2 eje	1	4	11	3.238	4.075
		3 eje	1	12	25	1.706	2.147
S. Tray 3S2		1 eje	1	2	7	1.265	0.885
		2 eje	1	8	18	2.019	1.412
		3 eje	1	8	18	2.019	1.412
S. Tray >= 3S3		1 eje	21	2	7	1.265	26.363
		2 eje	21	8	18	2.019	42.069
		3 eje	21	12	25	1.706	35.544

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de ESAL primeramente se calculó el producto de los ejes equivalentes y el IMDa como indica la Tabla 12. Seguidamente se hizo uso de la fórmula del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) estableciendo una durabilidad del pavimento flexible de 20 años y un factor anual de crecimiento (r) para vehículos pesados de 3.69%. Por consiguiente, se requiere el factor de dirección (Fd) y Carril (Fc), para ello determinaremos el tipo de vía a diseñar con respecto al IMDa proyectado.

Para una carretera de primera clase según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2018), menciona que “El volumen de tráfico IMDa de estas vías es de entre 4000 y 2001 vehículos por día y el ancho comprende de dos carriles de al menos 3,60 metros por cada uno.” (p.12). El cual cumple dentro del rango el IMDa de 3057 veh/día como se proyectó. Y por consiguiente en el Anexo 20 se puede evidenciar los valores correspondientes a los factores carril igual 1 y 0.5 para el direccional.

**Tabla 13.** Cálculo de ESAL para pavimento flexible

Tiempo (Año) n=	20
Fca=	28.83826852

1 calzada/2 sentido/1 carril por sentido	
Fd	0.50
Fc	1.00
ESAL=	15,672,113

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la Tabla 13 el lugar de estudios experimentara un total de 15,672,113 Ejes Equivalentes correspondiente al valor del ESAL para una durabilidad proyectado a 20 años.

### 4.3. Diseño del pavimento flexible

En función del ESAL calculado correspondiente a 15,672,113 expresado en Ejes Equivalentes (EE) que experimentara la vía, corresponde a un tráfico de clase **Tp12** según el Manual de Carreteras de la MTC, como dispone la siguiente tabla 14.

**Tabla 14.** Clasificación del tráfico

CANTIDAD DE EE (EN MILLONES)			TIPO DE TRÁFICO
1M	-	1.5M	<b>TP5</b>
1.5M	-	3M	<b>TP6</b>
3M	-	5M	<b>TP7</b>
5M	-	7.5M	<b>TP8</b>
7.5M	-	10M	<b>TP9</b>
10M	-	12.5M	<b>TP10</b>
12.5M	-	15M	<b>TP11</b>
15M	-	20M	<b>TP12</b>
20M	-	25M	<b>TP13</b>
25M	-	30M	<b>TP14</b>

Fuente: Manual de Carreteras MTC, 2014.

### Categoría de la sub rasante

La categoría de la sub rasante está relacionado al CBR obtenido del suelo que comprende, el cual resultado del promedio de los ensayos de las muestras C-2 y C-4 que son 47.2% y 40.6% respectivamente, dando como promedio un CBR igual a 43.9% que se encuentra en la categoría **S5** catalogándola como una Sub rasante Excelente al obtener un CBR > 30% como se muestro en la tabla 4.

### **Módulo de resiliencia (Mr)**

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 * CBR^{0.64}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 * (43.9)^{0.64}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 28745.39 \text{ psi}$$

### **Confiabilidad (%R)**

El nivel de confiabilidad (%R) es un parámetro que estima el comportamiento de una estructura en el tiempo de servicio. El cual está relacionado a la cantidad total de carga que está comprometida la vía, resultando un nivel de confiabilidad al 95% como se indica en la tabla 15.

### **Coefficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)**

La desviación normal esta relacionada a la cantidad total de carga que está comprometida la estructura vial, resultando un valor de -1.645 esto se ve reflejado en la tabla 15.

### **Desviación estándar combinada (So)**

El área de estudio es una vía que se encuentra parcialmente pavimentada y en condiciones deterioradas, por lo cual tendrá la acción de reconstrucción considerando así una construcción nueva, por ende, el Manual de Carreteras dispone un valor de 0.45 para So el cual resulta del promedio ponderado entre 0.4 y 0.5.

### **Índice de serviciabilidad presente (PSI)**

Se identifican los índices de serviciabilidad presente y final que representa la variación de transitabilidad ofrecida a los usuarios con una condición inicial para una vía recién construida y final para una vía que ha alcanzado su vida útil. Por consiguiente, el cambio de la serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) se calcula a través de la resta entre Pi y Pt.

$$\Delta PSI = P_i - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.20 - 3.00$$

$$\Delta PSI = 1.20$$

**Tabla 15. Parámetros de diseño**

PARAMETROS DE DISEÑO	
Tipo de Trafico	TP 12
Cantidad de EE (en Millones)	15M -20M
CBR de la Subrasante	Mayor al 30%
Categoría y Descripción	S5 Subrasante Excelente
Confiabilidad	95%
Desviación Estándar Normal (Z <sub>R</sub> )	-1.645
Índice de serviciabilidad Inicial (P <sub>i</sub> )	4.2
Índice de serviciabilidad Final (P <sub>t</sub> )	3.0

Fuente: elaboración propia.

Con los parámetros obtenidos se procede a calcular el número estructural SN del pavimento flexible con la ecuación definida en el Manual de Carreteras establecido por la AASHTO – 93, como se muestra en la siguiente figura 17.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 17. Ecuación del diseño de la estructura de un pavimento flexible.

Donde:

W<sub>18</sub>: Número acumulado de ejes simples equivalentes.

Z<sub>R</sub>: Desviación estándar normal.

S<sub>o</sub>: Desviación estándar combinada.

SN: Número estructural.

ΔPSI: Variación de la serviciabilidad.

M<sub>R</sub>: Módulo de resiliencia.

W<sub>18</sub>: 15,672,113

Z<sub>R</sub>: -1.645

$S_o$ : 0.45

$\Delta$ PSI: 1.20

$M_R$ : 28745.39 psi

**SN (requerido): 3.76**

### Numero estructural propuesto (SNR)

El pavimento flexible está diseñado en función al tipo de mezcla asfáltica que condiciona las características físicas de estas, ya sea por medio de temperaturas altas en caliente y/o frías dependiendo a las especificaciones técnicas. Además, las capas subsiguientes son las que transfieren los esfuerzos producidos de la parte superficial, por ello se requiere asignar los coeficientes respectivos a cada capa según la cantidad de tráfico estipulado en el cálculo del ESAL. En la Tabla 16 se da a conocer los valores asignados para cada capa.

**Tabla 16.** *Coefficientes estructurales de las capas*

COEFICIENTES ESTRUCTURALES (C.E)		
C.E de la Capa Superficial (a1)	C.E de la Base (a2)	C.E de la Sub-base (a3)
0.170	0.054	0.047

Fuente: elaboración propia.

#### Coefficiente estructural de la capa superficial $a_1$

En el Anexo 21 se especifican los valores asignados según el tipo de mezcla de la carpeta superficial de rodadura asignando un valor estructural correspondiente a **0.170**, recomendada para todo tipo de tráfico con una carpeta propia de mezcla asfáltica en caliente a 20 °C de resistencia igual a 2965 Mpa.

Coeficiente estructural de la base  $a_2$

En el Anexo 21 se especifican los valores estructurales para el coeficiente de la base del pavimento correspondiente a **0.054**, estipulado para tráfico mayores a 10,000,000 EE con una base de material granular compactada al 100% de su máxima densidad en seco y con CBR ideal de 100%.

Factor de estructura de la sub base  $a_3$

En el Anexo 21 se especifica el número asignado para el factor estructural de la sub base del pavimento correspondiente a **0.047**, el cual cumple su función para toda variedad de tráfico, con una sub base de material granular de CBR al 40% compactada al 100% de su máxima densidad en seco.

Coeficiente de drenaje  $m_i$

Para el cálculo del SN propuesto se requiere conocer el coeficiente que permite drenar el agua proveniente de las precipitaciones pluviales para las dos capas de material granular que asientan a la carpeta asfáltica superficial siendo  $m_2$  y  $m_3$  respectivamente. En el Anexo 22 se muestran los índices correspondientes a la capacidad de drenar los fluidos pluviales acorde al lugar de estudio.

Según se muestra en la normativa MTC y referenciado de la norma AASHTO recomienda tomar un factor asumido de 1.00, debido a que la zona de estudio se ubica cerca al margen de la costa, asignando así valores para  $m_2$  y  $m_3$ .

### **Espesores mínimos de las capas del pavimento flexible**

Para realizar el cálculo de las secciones del pavimento flexible, el manual de la MTC referenciado de la norma AASHTO, recomienda valores mínimos para la capa superficial y subsiguiente base granular. Para nuestro diseño correspondiente al tipo de tráfico  $T_{P12}$  nos indica una carpeta asfáltica en caliente de grosor mínimo de 140 mm y para la base con material granular mínimo de 250 mm como se manifiesta en el Anexo 24.

Resultando de la formula el valor asignado para cada espesor del pavimento

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Donde:

$$a_1 = 0.17$$

$$a_2 = 0.054$$

$$a_3 = 0.047$$

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 1.00$$

$$d_1 = 14 \text{ cm}$$

$$d_2 = 26 \text{ cm}$$

$$d_3 = 0 \text{ cm}$$

$$SN = 0.17 * 14 + 0.054 * 26 * 1 + 0.047 * 0 * 1 \longrightarrow SN = 3.78$$

**Tabla 17.** Resultado de los espesores de capas del pavimento flexible

SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPEORES EN cm		
		14	26	0
3.76	3.78	14	26	0

¡¡Correcto!!

Fuente: elaboración propia.

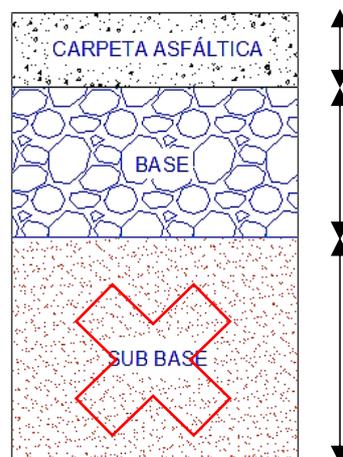


Figura 18. Detalle típico de las capas del pavimento flexible.

Como se observa en la figura 18 ya no se considera el espesor de la sub base debido a que se dispuso tomar los valores de espesores mínimos en las capas superiores, además sería innecesario considerar una sub base puesto que solo generaría más costos y gastos que aumentarían el presupuesto total, por tanto, se está cumpliendo con la normativa que establece el Manual de carreteras de la MTC y la normativa AASHTO – 93.

#### 4.4. Diseño de Mezcla Asfáltica método Marshall

##### 4.4.1. Ensayos granulométricos de los agregados

La muestra representativa fue extraída de la cantera Dorita en la ciudad de Lima, posteriormente fue llevada al laboratorio en donde se realizó los ensayos correspondientes al tamaño y porcentajes de partículas para posteriormente ser evaluada. La siguiente Tabla 18 y 19 expone los resultados granulométricos de los agregados, del cual es muy necesario conocer sus características.

**Tabla 18.** *Granulometría resultante de los agregados*

MALLAS	DESCRIPCION ABERTURA (mm)	Cantera Dorita - Piedra chancada		Cantera Dorita - Arena chancada		RESULTADOS DE MEZCLA	
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)
3/4"	19.050		100.0				100.0
1/2"	12.700	67.1	32.9			20.1	79.9
3/8"	9.525	26.4	6.4		100.0	8.0	71.9
1/4"	6.350	6.3	0.1	4.5	95.5	5.0	66.9
N°4	4.760	0.1	0.0	8.5	87.0	6.0	60.9
N°6	3.360	0.0	0.0	11.2	75.8	7.8	53.1
N°8	2.380	0.0	0.0	7.5	68.3	5.3	47.8
N°10	2.000	-	0.0	10.7	57.6	7.5	40.3
N°16	1.190	-	0.0	8.7	48.9	6.1	34.2
N°20	0.840	-	0.0	8.6	40.3	6.0	28.2
N°30	0.590	-	0.0	7.2	33.1	5.0	23.2
N°40	0.426	-	0.0	6.0	27.1	4.2	19.0
N°50	0.297	-	0.0	3.6	23.5	2.5	16.5
N°80	0.177	-	0.0	8.8	14.7	6.2	10.3
N°100	0.149	-	0.0	1.7	13.0	1.2	9.1
N°200	0.007	-	0.0	2.7	10.3	1.9	7.2
-200	-	0.0	-	10.3	-	7.2	-

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 19.** *Granulometría resultante de los agregados MAC-2*

MALLAS	ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2		
3/4"	19.050		100.00	100		
1/2"	12.700	20.10	79.90	80	-	100
3/8"	9.525	8.00	71.90	70	-	88
1/4"	6.350	5.00	66.90			
N°4	4.760	6.00	60.90	51	-	68
N°6	3.360	7.80	53.10			
N°8	2.380	5.30	47.80			

N°10	2.000	7.50	40.30	38	-	52
N°16	1.190	6.10	34.30			
N°20	0.840	6.00	28.20			
N°30	0.590	5.00	23.20			
N°40	0.426	4.20	19.00	17	-	28
N°50	0.297	2.50	16.50			
N°80	0.177	6.20	10.30	8	-	17
N°100	0.149	1.20	9.10			
N°200	0.007	1.90	7.20	4	-	8
-200		7.20	-			

Fuente: elaboración propia.

Los resultados correspondientes a la granulometría de los agregados según las especificaciones técnicas del MTC demuestra que el tamaño y porcentajes de las partículas se encuentran dentro de los rangos correspondientes a una composición para la mezcla bituminosa (MAC – 2). Para más detalle se evidencia en la curva granulométrico de la siguiente figura 19.

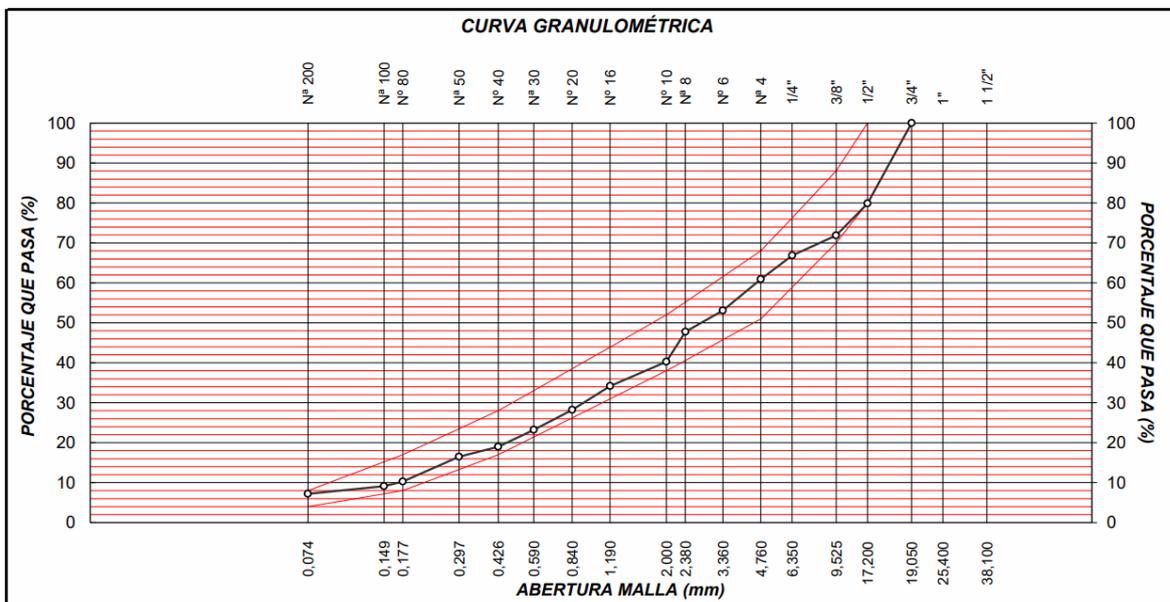


Figura 19. Curva granulométrica de los agregados para MAC - 2.

Las proporciones resultantes de la piedra triturada y áridos finos corresponden a 30% y 70% respectivamente el cual será empleado para efectuar la mezcla de consistencia bituminosa a temperaturas altas.

#### 4.4.2. Análisis y procedimiento de obtención del polvo de caucho

En la zona de estudio se ha evidenciado la acumulación de neumáticos en fuera de uso por la existencia de talleres de llanterías debido a la creciente demanda de la industria automotriz. Por ende, se pretende minimizar la cantidad de emisión de residuos sólidos provenientes de estos lugares como se muestra en la figura 20 a través del reciclaje de neumáticos fuera de uso, mediante el proceso de trituración para obtener caucho molido el cual será incorporado a la mezcla de consistencia bituminosa.



*Figura 20. Acumulación de neumáticos fuera de uso.*

Se procedió a hacer una limpieza para quitar las impurezas que puedan alterar la composición del polvo de caucho a través de un lavado manual como se evidencia en la figura 21.



*Figura 21. Lavado de neumático fuera de uso.*

Posteriormente se procedió a llevar el neumático a una trituradora la cual se encuentra localizada en la ciudad de Lima distrito de la Victoria, en el cual mediante procesos se realizó la separación de los componentes del neumático como los son las fibras de acero que consta del 14% y textil del 16 % del peso total del neumático, luego se procede a triturar en partículas de 2 a 4 mm para grano de caucho, así mismo se retira el material férrico mediante el separador magnético. Los granos de caucho vuelven a molerse hasta obtener finalmente las partículas menores al 0.60 mm, como se puede evidenciar en la figura 22.



Figura 22. Obtención del polvo de caucho.

Se puede observar en la tabla 20 la cantidad de vehículos que hay en el 2023 la cual data de la zona de estudio, por ende, se necesita conocer la disposición de neumáticos desechables en dicha zona, la cual representa el 14.5 % del total de neumáticos existentes que resulto ser de 2001 NFU. Según Rojas (2022), menciona que “La relación entre el insumo y producto final de neumáticos en fuera de uso es de 1.3 kg por PCR dependiendo de su dimensión y peso, para calcular la cantidad de polvo de caucho que se puede fabricar” (p. 70). Por lo cual la cantidad de polvo de caucho disponible es de 23896.00 kg.

**Tabla 20.** Disposición de polvo de caucho de los NFU

TIPO DE VEHÍCULO	Total, veh. 2023	N° llantas por veh.	Total, de Neumáticos	NFU para reciclaje	Peso NFU (kg)	Total, NFU (kg)	Polvo de Caucho (kg)
Auto	980	4	3920	568	7	3978.80	3060.62
Station wagon	164	4	656	95	7	665.84	512.18

Pick up	181	4	724	105	7	734.86	565.28
Panel	62	4	248	36	10	359.60	276.62
Rural Combi	593	4	2372	344	10	3439.40	2645.69
Micro	383	4	1532	222	10	2221.40	1708.77
Bus 2E	383	6	2298	333	10	3332.10	2563.15
Camión 2E	228	6	1368	198	55	10909.80	8392.15
Camión 3E	9	10	90	13	55	717.75	552.12
Camión 4E	6	12	72	10	55	574.20	441.69
S. try 2S2	4	14	56	8	55	446.60	343.54
S. try >= 3S3	21	22	462	67	55	3684.45	2834.19
<b>TOTAL</b>	<b>3014</b>		<b>13798</b>	<b>2001</b>		<b>31064.80</b>	<b>23896.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados correspondiente a las características de agregados grueso y fino, se procede a analizar las propiedades físicas del insumo modificante que se incorpora a la mezcla asfáltica en caliente, como parte de la investigación se requiere conocer el tamaño y porcentaje de partículas, por ende, se realizó el ensayo granulométrico de finos de caucho obtenido a partir de los neumáticos reciclados ubicados en la zona de estudio.

**Tabla 21.** *Tamaños específicos del polvo de caucho*

Tamiz		Material retenido			
apertura		Masa (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante
Pulgada	mm				
1/4"	6.350				100.0
N°4	4.760	8.0	0.7	0.7	99.3
N°6	3.360			0.7	99.3
N°8	2.380	5.8	5.2	6.0	94.0
N°10	2.000			6.0	94.0
N°16	1.190	7.7	6.9	12.9	87.1
N°20	0.840			12.9	87.1
N°30	0.590	28.7	25.9	38.8	61.2
N°40	0.426			38.8	61.2
N°50	0.297	32.5	29.3	68.1	31.9
N°80	0.177			68.1	31.9
N°100	0.149	20.2	18.2	86.4	13.6
N°200	0.007	12.2	11.0	97.4	2.6
Bandeja		2.9	2.6	100.0	0.0

Fuente: elaboración propia.

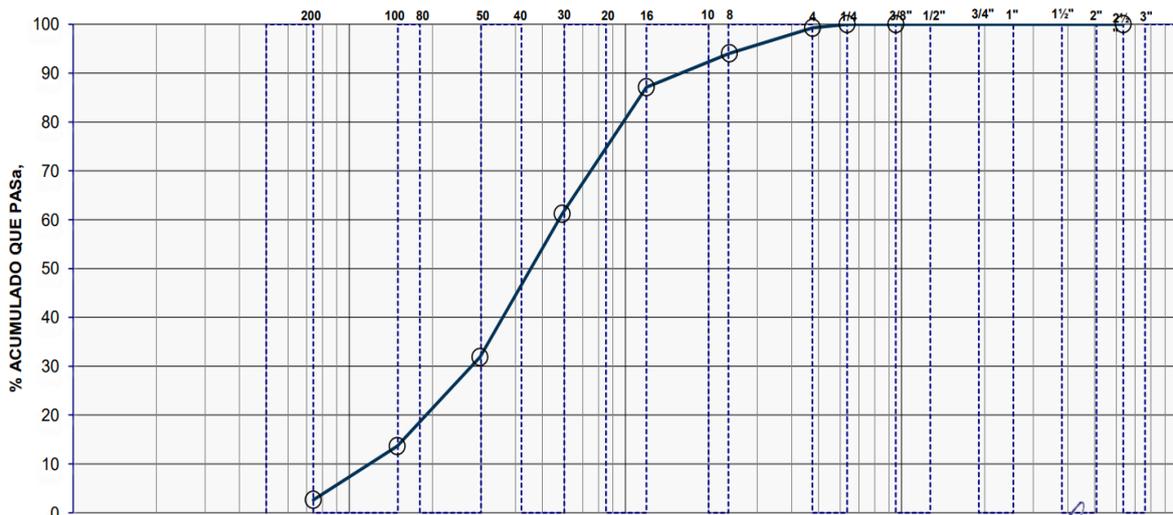


Figura 23. Granulometría del polvo de caucho.

Este material sólido fue reducido hasta convertirlo en polvo, razón por la cual pasa por la malla número 4 sin ninguna complicación. Como se puede observar en la tabla 34 y figura 23 el máximo tamaño nominal de las partículas para el diseño está por debajo de la malla de N°30 correspondiente a partículas menores que 0.6 mm, el cual es considerado como polvo de caucho que será incorporado al diseño asfáltico. Además, se conocerá el peso específico promedio que tiene el polvo de caucho para detallar más sus características físicas como como se evidencia en la tabla 22 y figura 24.

**Tabla 22.** Gravedad específica del polvo de caucho

Datos	1	2
Temperatura (°C)	23.9	23.8
Picnómetro + muestra seca (g)	125.78	124.24
Picnómetro + agua (g)	337.76	336.38
Masa picnómetro + muestra + agua (g)	344.2	342.68
Gravedad específica (20°C)	1.21	1.21
<b>Gravedad específica promedio (20°C)</b>	<b>1.21</b>	

Fuente: elaboración propia.

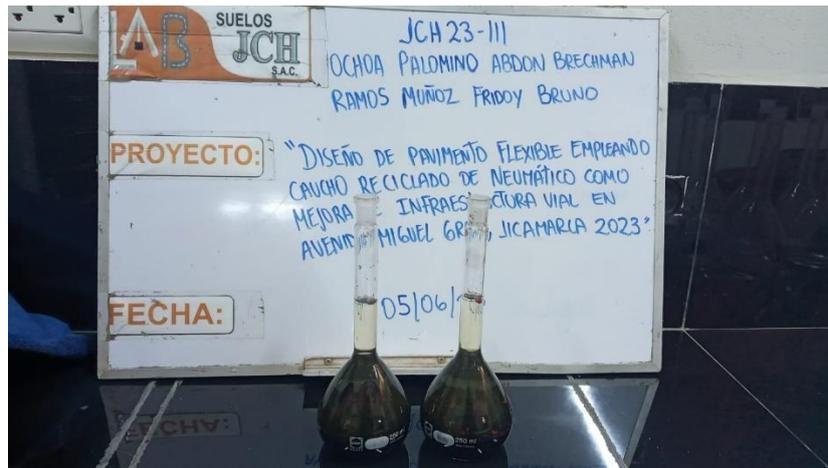


Figura 24. Ensayo de gravedad específica.

En la Figura 25 se comienza a preparar el material para ser tamizado tomando como base la malla numero 4 ya que las partículas requeridas son de dimensiones inferiores y se buscó separar los granos de mayor dimensión para tener una mejor composición y gradación del material modificante. El peso aproximado de este material fue de 110 gramos suficiente para realizar el ensayo ya que su composición consta de partículas muy finas, además de presentar baja densidad lo cual hace que sea un material muy ligero a comparación de los agregados.



Figura 25. Granulometría del polvo de caucho.

Seguidamente en la figura 26 ya se tiene separado el material en porciones de diferente tamaños y pesos del cual solo se extrajo las porciones menores e igual a 6 mm con el fin de garantizar que el ensayo Marshal sea el más confiable. Así mismo se puede aseverar que el polvo de caucho se divide en porciones casi equitativas con respecto a sus dimensiones, el cual permite verificar la buena gradación que tiene este material.



Figura 26. Granulometría del polvo de caucho.

#### 4.4.3. Análisis de cemento asfáltico 60/70.

Para la obtención del cemento asfáltico debe contar con un certificado de aprobación que cumplan las normas ASTM / AASHTO, el cual se optó por el cemento asfáltico 60/70 de la refinería la Pampilla S.A.A. del proveedor de REPSOL ubicada en la carretera a Ventanilla km 25. En el Anexo 25 se muestran la ficha técnica del ligante bituminoso. Este ligante es muy indispensable para el desarrollo de la mezcla, ya que propicia de características cementantes al ser un material bituminoso adhiere y confina bien los agregados formando así una estructura compacta y dura para la estructura del pavimento.

#### 4.4.4. Diseño Marshall de la mezcla patrón

El diseño de Marshall convencional sirve como base para poder hacer otras modificaciones, con el fin de garantizar los requisitos mínimos de diseño establecido por la normativa vigente. La mezcla asfáltica está constituida por la piedra chancada, áridos finos y el ligante asfáltico; este último se dosifica en varias proporciones en distintas muestras para obtener un resultado óptimo que cumpla los criterios de la normativa, las proporciones de cemento asfáltico que se utilizaron son 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%.

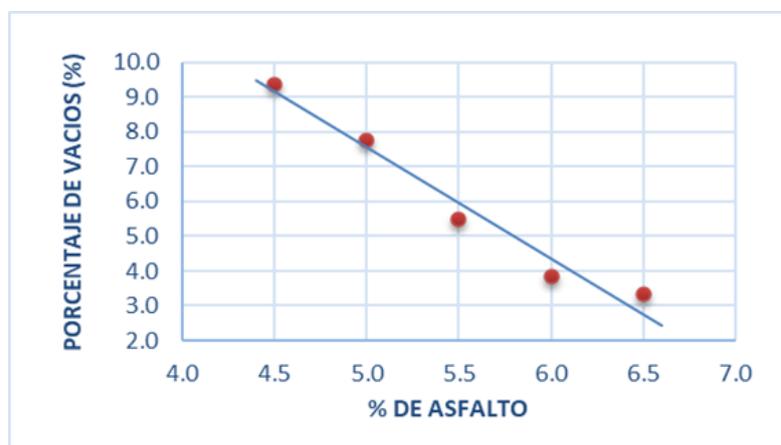
**Tabla 23.** *Optimo porcentaje de ligante asfaltico*

Porcentaje de asfalto Convencional (%)	Vacíos (%)	VFA (%)	VMA (%)	FLUJO		Estabilidad (KN)
				8 - 14	mm	
4.50	9.36	40.27	12.73	5.00	1.27	7.25
5.00	7.73	45.47	14.20	9.30	2.36	9.80
5.50	5.46	58.47	13.20	12.00	3.04	12.25
6.00	4.20	68.00	13.60	13.50	3.40	10.68
6.50	3.36	75.10	13.50	15.33	3.89	6.76

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla 23 indica los resultados de laboratorio realizados con distintas proporciones de cemento asfaltico, del cual el porcentaje más optimo es el 6% ya que cumple con los criterios mínimos de diseño; en el cual se obtuvo una disponibilidad de vacíos 4.20%, Vacíos ocupado con asfalto (VFA) de 68%, Vacíos de los agregados (VMA) de 13.60%, un flujo de 13.50 equivalente a 3.40mm y con una estabilidad de 10.68 KN.

En cuanto al porcentajes de vacíos que hay existentes en la mezcla Patrón se ilustra en la figura 27 que conforme aumenta el porcentaje de ligante asfaltico disminuye la cantidad de espacios vacíos, concorde al apartado de las especificaciones técnicas generales - MTC, indica el rango que debe cumplir de 3% a 5%, siendo el 6% el que mejor mantiene sus características mínimas y máximas resultando así con 4.20% de vacíos. La razón de que presente menor cantidad de vacíos se debe a que al agregar más asfalto a la mezcla, este llena los vacíos existentes al ser un material que a altas temperatura se asemeja más a un líquido viscoso.



*Figura 27.* Porcentaje de vacíos (%).

En cuanto al porcentajes de vacíos llenos con asfalto (VFA) que existentes en la mezcla patrón se puede observar en la figura 28 que conforme incrementa el porcentaje de ligante bituminoso se incrementa el VFA, concorde al apartado de las especificaciones técnicas generales - MTC, indica el rango que debe cumplir de 65% a 75% siendo el 6% de cemento asfaltico el más adecuado con 68% de espacios vacíos ocupados con asfalto.

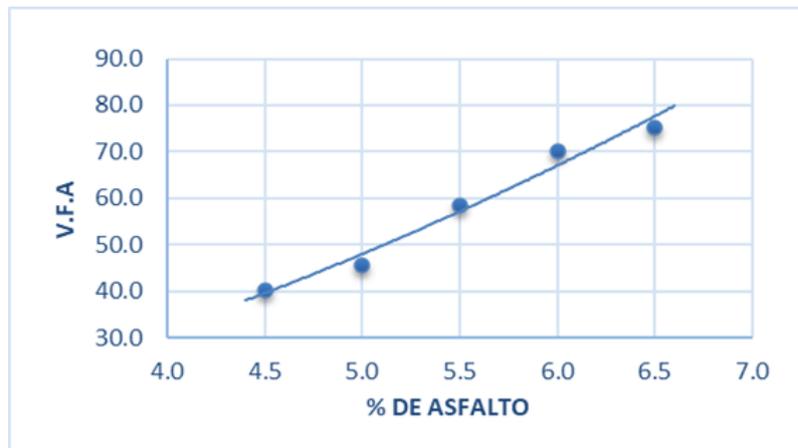


Figura 28. Porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA).

En cuanto a la cantidad de vacíos mínimos existentes en los agregados (VMA) que hay en la mezcla patrón se puede observar en la figura 29 que conforme aumenta el porcentaje de ligante asfaltico varia ligeramente la cantidad de VMA, concorde al apartado de las especificaciones técnicas generales - MTC, indica los porcentajes mínimos que debe cumplir siendo el 6% de cemento asfaltico el más adecuado con 13.60% de vacíos mínimos existentes en los agregados.

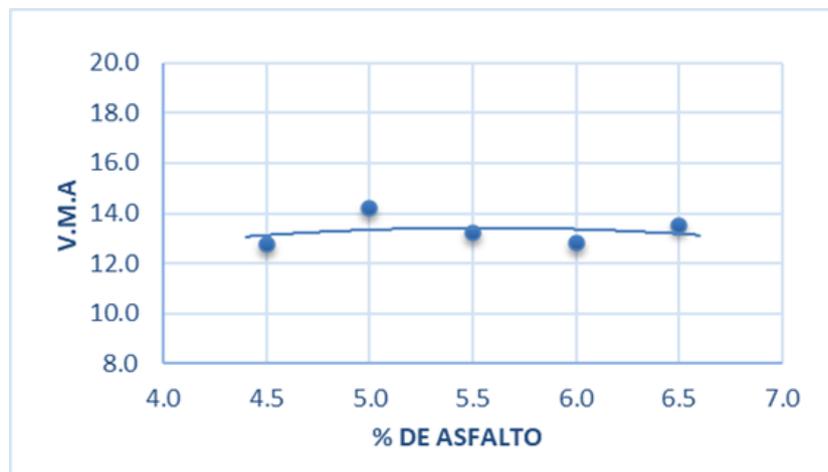


Figura 29. Porcentaje de vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA).

En cuanto al flujo que hay en la mezcla base se puede evidenciar en la figura 30 que al agregar mayor porcentaje de cemento asfáltico aumenta el flujo, concorde al apartado de las especificaciones técnicas generales - MTC, indica el rango que debe cumplir de 8 a 14 siendo el 6% de cemento asfáltico el más adecuado con un valor de 13.50 equivalente a 3.40 mm de flujo.

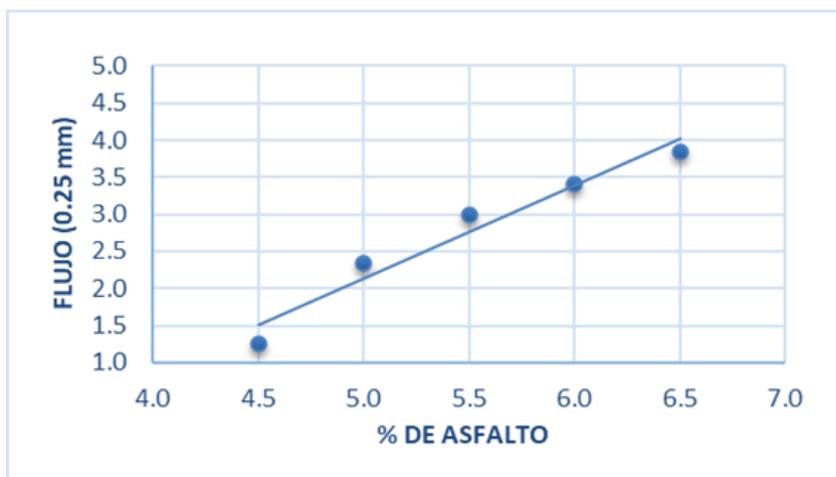


Figura 30. Flujo.

En cuanto a la estabilidad que hay en la mezcla convencional se puede observar en la figura 31 que al agregar mayor porcentaje de cemento asfáltico aumenta y luego disminuye la estabilidad, concorde al apartado de las especificaciones técnicas generales - MTC, indica el valor mínimo que debe cumplir el cual es de 8.15 KN siendo el 6% de cemento asfáltico el más adecuado con un valor de 10.68 KN equivalente a 2400 lb de estabilidad.

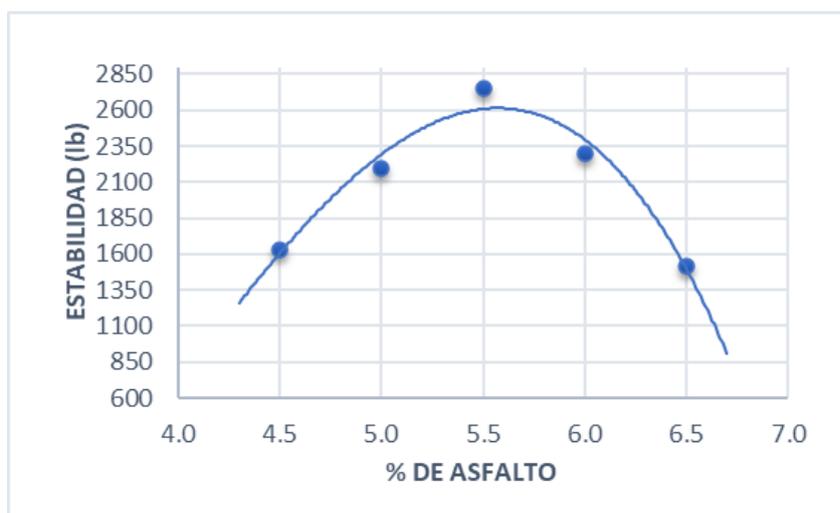


Figura 31. Estabilidad.

#### **4.4.5. Diseño Marshall con 0.75% de polvo de caucho**

Una vez realizado el diseño de mezcla patrón con 6% de cemento asfáltico, se procedió a realizar mezclas modificadas al 0.75% del total de cemento asfáltico, siendo el 6% el más óptimo para la mezcla modificada. En el Anexo 59 se muestra los valores resultantes de los distintos parámetros como vacíos, VFA, VMA, flujo y estabilidad de las 3 muestras de briquetas, con una clase de mezcla de tipo A y una compactación de 75 golpes por cara según lo establece el manual de carreteras MTC.

#### **4.4.6. Diseño Marshall con 1.5% de polvo de caucho**

Se procedió a realizar la mezcla modificada al 1.5% del total de cemento asfáltico, siendo el 6% el más óptimo para la mezcla modificada. En el Anexo 64 se muestra los valores deducidos de los distintos parámetros como vacíos, VFA, VMA, flujo y estabilidad de las 3 muestras de briquetas, con una clase de mezcla de tipo A y una compactación de 75 golpes por cara según lo establece el manual de carreteras MTC.

#### **4.4.7. Diseño Marshall con 2.25% de polvo de caucho**

Se procedió a realizar la mezcla modificada al 2.25% del total de cemento asfáltico, siendo el 6% el más óptimo para la mezcla modificada. En el Anexo 69 se muestra los valores resultantes de los distintos parámetros como vacíos, VFA, VMA, flujo y estabilidad de las 3 muestras de briquetas, con una clase de mezcla de tipo A y una compactación de 75 golpes por cara según lo establece el manual de carreteras MTC.

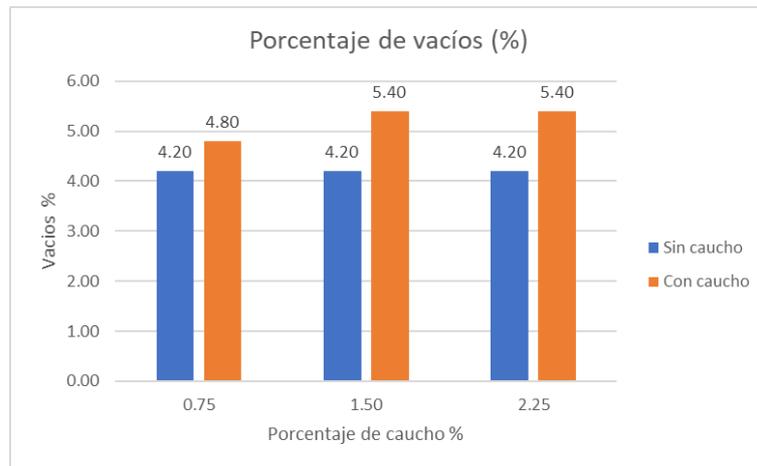
#### **4.4.8. Comparación entre la mezcla asfáltica patrón y modificada.**

Como se observa en la figura 32, la gráfica muestra la comparación de porcentajes de vacíos de las mezclas patrón y modificada, lo cual indica que a mayor porcentaje de polvo de caucho incrementa el porcentaje de vacíos. En la tabla 24 se evidencia que los vacíos (%) presentan una variación por encima de lo convencional, esto se puede deber a que el polvo caucho en mayores porcentajes tiende a generar espacios vacíos dentro de la mezcla bituminosa, ya que presenta un comportamiento similar al de un agregado fino.

**Tabla 24.** Comparación de porcentajes de vacíos

Incorporación de caucho (%)	Cemento asfáltico (%)	Asfalto con caucho (%)	Vacíos sin caucho (%)	Vacíos con caucho (%)
0.75	5.96	6.00	4.20	4.80
1.50	5.91	6.00	4.20	5.40
2.25	5.87	6.00	4.20	5.40

Fuente: elaboración propia.



*Figura 32.* Comparación de porcentajes de vacíos.

Como se observa en la figura 33, se contrasta la comparación de porcentajes de vacíos llenos con asfalto de las mezclas patrón y modificada, lo cual indica que a mayor inserción de polvo de caucho desciende el valor de VFA. En la tabla 25 se evidencia que presentan una variación por debajo de lo convencional, esto se puede deber a que el polvo caucho en mayores porcentajes tiende a ocupar los espacios vacíos dentro de la mezcla bituminosa que generan los agregados, ya que presenta una consistencia casi homogénea junto con el asfalto por ser elaborada por vía húmeda.

**Tabla 25.** Comparación de porcentajes de vacíos llenos con asfalto (VFA)

Incorporación de caucho (%)	Cemento asfáltico (%)	Asfalto con caucho (%)	VFA sin caucho (%)	VFA con caucho (%)
0.75	5.96	6.00	68.00	65.00

1.50	5.91	6.00	68.00	59.00
2.25	5.87	6.00	68.00	61.00

Fuente: elaboración propia.

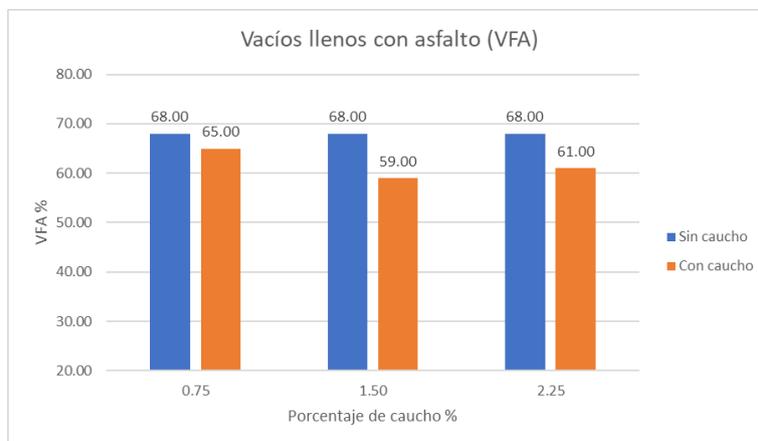


Figura 33. Comparación de porcentajes de vacíos llenos con asfalto.

Como se observa en la figura 34, se contrasta la comparación de porcentajes de vacíos en el agregado mineral de las mezclas patrón y modificada, lo cual indica que a mayor inserción de polvo de caucho varía el porcentaje de VMA. Al compactar la briqueta los agregados por tener una estructura irregular crean vacíos al juntarse, lo cual puede explicar por qué varía ligeramente los porcentajes ya que las muestras son manipuladas ligeramente variable.

Tabla 26. Comparación de porcentajes de vacíos en el agregado mineral (VMA)

Incorporación de caucho (%)	Cemento asfáltico (%)	Asfalto con caucho (%)	VMA sin caucho (%)	VMA con caucho (%)
0.75	5.96	6.00	13.60	13.70
1.50	5.91	6.00	13.60	14.40
2.25	5.87	6.00	13.60	13.70

Fuente: elaboración propia.

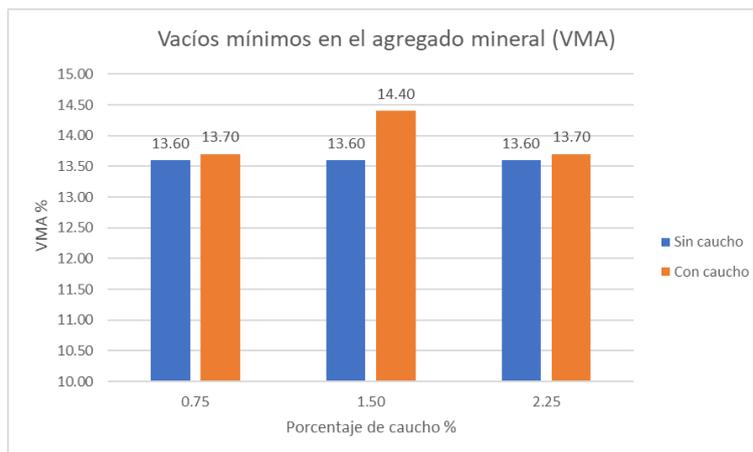


Figura 34. Comparación de porcentajes de vacíos en el agregado mineral.

Como se observa en la figura 35, la gráfica muestra la comparación del flujo de las mezclas asfálticas con y sin caucho, lo cual indica que a mayor porcentaje de polvo de caucho aumenta el valor del flujo.

Tabla 27. Comparación de los valores de flujo

Incorporación de caucho (%)	Cemento asfáltico (%)	Asfalto con caucho (%)	Flujo sin caucho (0.25mm)	Flujo con caucho (0.25mm)
0.75	5.96	6.00	13.50	14.00
1.50	5.91	6.00	13.50	16.50
2.25	5.87	6.00	13.50	17.30

Fuente: elaboración propia.

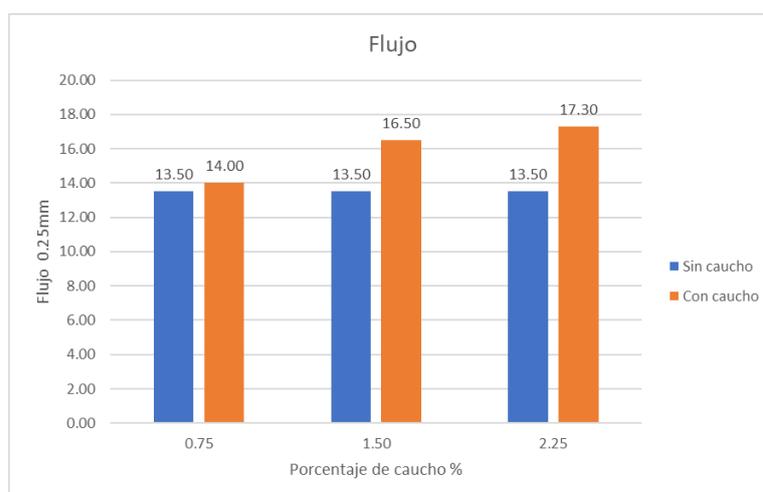


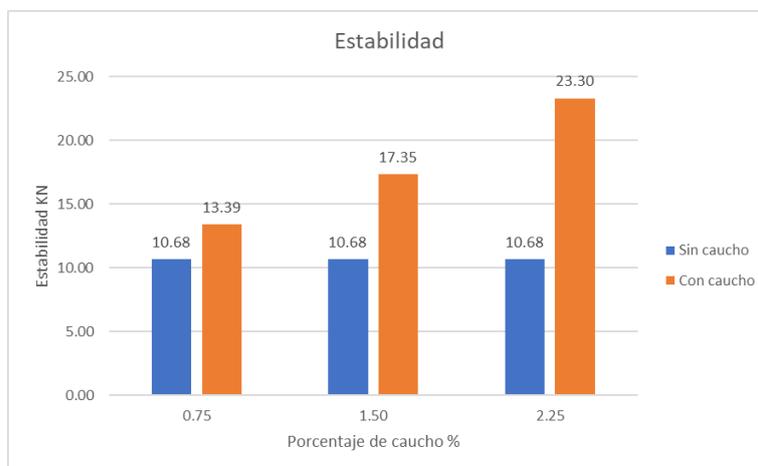
Figura 35. Comparación de valores de flujo.

Como se observa en la figura 36, la gráfica mide la comparación de la estabilidad en las mezclas asfálticas con y sin caucho, lo cual indica que a mayor porcentaje de polvo de caucho aumenta el valor de estabilidad. La resistencia que tiene la capa asfáltica está en función de la relación entre la estabilidad y el flujo, lo que implica que, a mayor resistencia frente a las cargas sometidas, la deformación aumenta para mantener el rango elástico que posee el asfalto, sin embargo, al mostrar magnitudes no proporcionales genera inestabilidad en la mezcla asfáltica.

**Tabla 28.** Comparación de los valores de estabilidad

Incorporación de caucho (%)	Cemento asfáltico (%)	Asfalto con caucho (%)	Estabilidad sin caucho (KN)	Estabilidad con caucho (KN)
0.75	5.96	6.00	10.68	13.39
1.50	5.91	6.00	10.68	17.35
2.25	5.87	6.00	10.68	23.30

Fuente: elaboración propia.



*Figura 36.* Comparación de valores de estabilidad.

Según la tabla 29 se muestra los parámetros de la muestra patrón y la incorporación con polvo de caucho que fueron comparados en distintos porcentajes propuestos tales como 0.75%, 1.5% y 2.25% con un óptimo cemento asfáltico de 6% para todas las muestras. En donde se puede observar que el valor más óptimo resulta ser el 0.75% cumpliendo con los criterios dispuestos por la normativa, así mismo, la cantidad adecuada de ligante asfáltico resulto ser al 6%.

**Tabla 29.** Resumen de resultados mezclas patrón y modificada

Porcentaje de caucho (%)	Cemento asfáltico con caucho (%)	Vacíos (%)	VFA (%)	VMA (%)	FLUJO		Estabilidad (KN)
					8 - 14	mm	
0.00	6.00	4.20	68.00	13.60	13.5	3.40	10.70
0.75	6.00	4.80	65.00	13.70	14.00	3.50	13.39
1.50	6.00	5.40	59.00	14.40	16.50	4.10	17.35
2.25	6.00	5.40	61.00	13.70	17.30	4.30	23.30

Fuente: elaboración propia.

## 4.5. Diseño geométrico de la infraestructura vial

### 4.5.1. Criterios básicos de diseño

Para el diseño geométrico de la Avenida Miguel Grau, se determinó en función al tráfico una carretera de primera clase con un IMDa de 3057 veh/día. Según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2018), “El volumen de tráfico IMDA de estas vías es de entre 4000 y 2001 vehículos por día y el ancho comprende de dos carriles de al menos 3,60 metros por cada uno” (p.12). Además, se determinó el tipo de orografía en la cual está situada la vía, que comprende inicialmente de un terreno ondulado (tipo 2) con pendientes longitudinales de entre 3% a 6% y con un tramo final correspondiente a un terreno accidentado (tipo 3) con pendientes longitudinales de entre 6% a 8%.

Uno de los criterios importantes es la velocidad de diseño el cual está en función de la clasificación de la carretera y la orografía del terreno. Según el Anexo 23 indica que para una carretera de primera clase con una orografía ondulado (tipo 2) corresponde a una velocidad de diseño de 60 Km/h el cual se tomó como parámetro de diseño.

Con respecto a la pendiente para el diseño de la vía, se tomó como base la velocidad de diseño, así como también la clasificación de la carretera y su orografía. Según el Anexo 26 indica que para una carretera de primera clase con una orografía ondulado (tipo 2) y una velocidad de diseño de 60 Km/h, corresponde una pendiente máxima de 6% y para un terreno accidentado de 7%.

Este parámetro nos sirvió para el perfil longitudinal, el cual evalúa el alineamiento vertical para determinar los cortes y rellenos del terreno natural, posteriormente se establece las secciones transversales a cada 20 m para ver a más detalle los cortes y rellenos según la progresiva establecido. En la siguiente figura 37 se muestra una sección típica de una carretera.

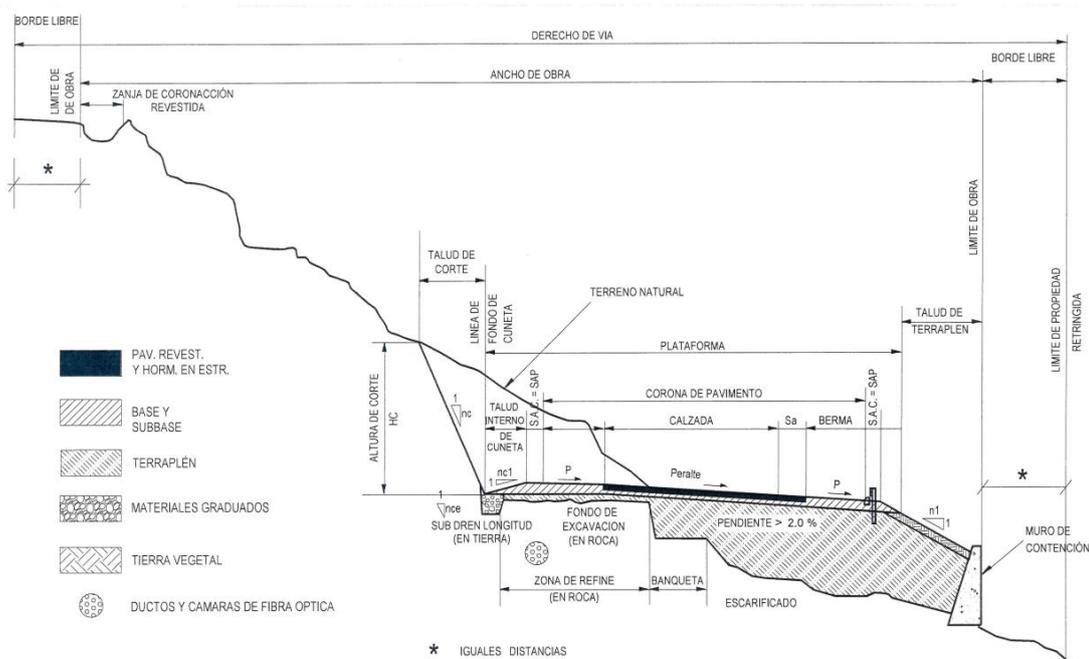


Figura 37. Sección típica transversal de una carretera.

## 4.5.2. Elemento de seguridad Vial

### 4.5.2.1. Señales verticales

Son elemento de señalización que permiten un mejor orden y seguridad tanto para los peatones, conductores y usuarios en general esto se refleja mediante la simbología según el color establecido. Según el Manual de dispositivos de Control del Transito Automotor para Calles y Carreteras (2016), define que “Las señales verticales son dispositivos instalados al borde de la vía o sobre la calzada, y su finalidad es regular el tráfico, advertir e informar a los usuarios con palabras o símbolos” (p.13).

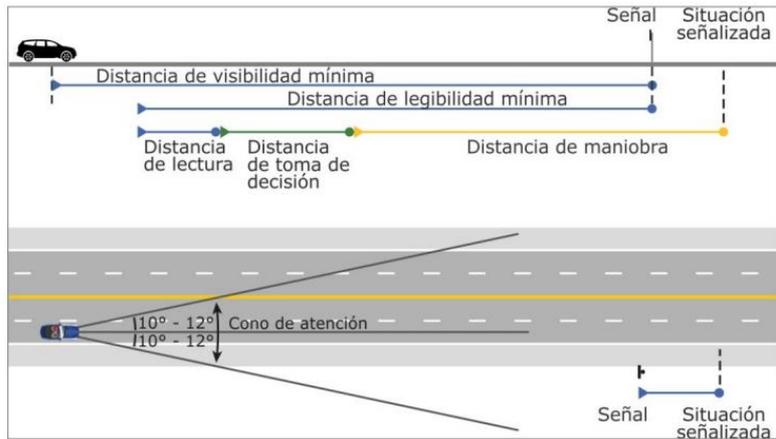


Figura 38. Ubicación longitudinal y distancia de lectura.

Como se muestra en la figura 38 la ubicación longitudinal de la señal debe contar con una distancia mínima de visibilidad que permita al usuario poder reaccionar con anticipación y tomar una decisión factible frente a una maniobra.

### Señal en Zona Urbana.

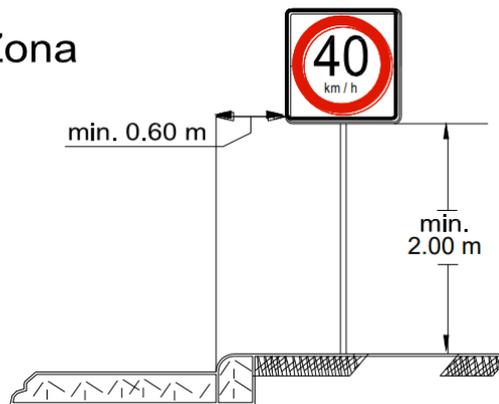


Figura 39. Ubicación lateral mínima de señales verticales.

En la figura 39 se muestra la distancia mínima que debe tener una señalización vertical con respecto al borde del sardinel que debe ser 60 cm, además se establece una altura mínima de 2 m.



Figura 40. Señal de pare.

Antes de cruzar una intersección el conductor debe observar la señal de pare como se muestra en la figura 40 y debe detenerse con anticipación para no ocasionar un accidente.



*Figura 41.* Señal de velocidad máxima permitida 60 km/h.

La figura 41 señala la velocidad máxima permitida de la vía correspondiente a 60km/h que se estableció en el nuevo diseño de la infraestructura vial de la Avenida Miguel Grau.



*Figura 42.* Señal paradero de buses.

La señal de la figura 42 permite a los conductores de buses a detenerse y recoger pasajeros en los lugares autorizados.

#### **4.5.2.2. Señales horizontales**

Las señales horizontales constituyen marcas simbólicas en el pavimento dando así una mejor transpirabilidad para las conductores y peatones. Según el Manual de dispositivos de Control del Transito Automotor para Calles y Carreteras (2016), define que “Una marca en el pavimento es una señal horizontal y consiste en formas planas en el pavimento tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras adheridas al pavimento” (p. 253).

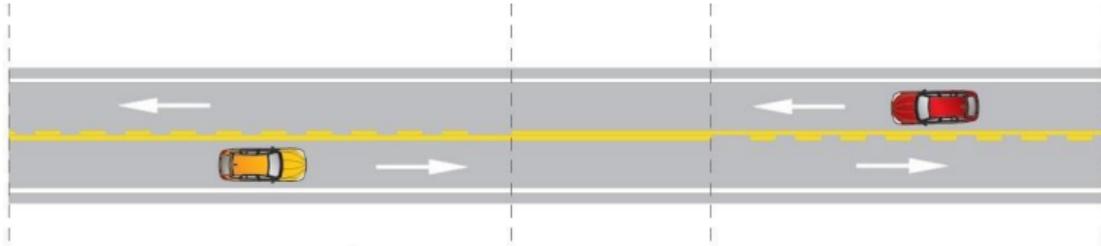


Figura 43. Demarcación de colores en el pavimento.

Para la vía de la avenida Miguel Grau se marcó con una línea amarilla central para la división de los carriles y sentido opuestos, así mismo se marcó líneas de color blanco en los bordes de la calzada que se separa de la berma y flechas direccionales en ambos sentidos como se muestra en la figura 43, no obstante, el ancho de las líneas continuas y segmentadas no debe ser inferior a 10 cm ni superior a los 15 cm.

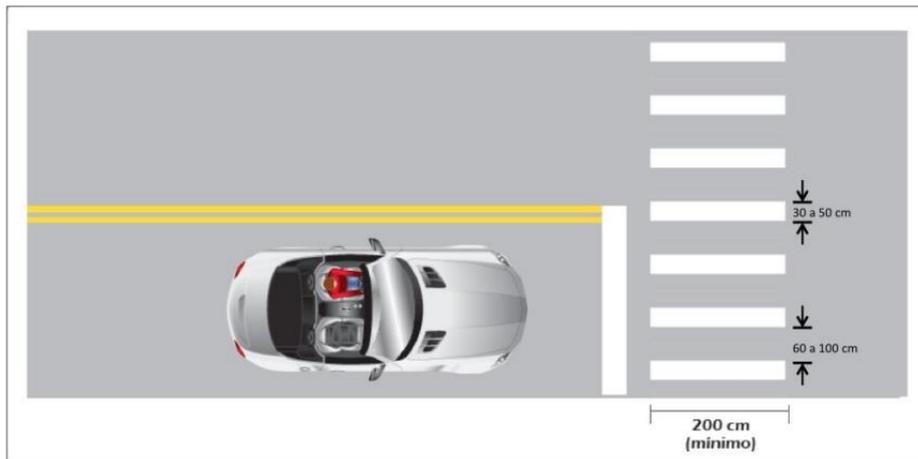


Figura 44. Demarcación líneas de cruce peatonal.

Para mejorar la transpirabilidad y garantizar la seguridad de los peatones se debe considerar las líneas demarcación de cruce peatonal que consta de líneas paralelas de color blanco continuas separadas entre 60 cm a 100 cm con un ancho mínimo entre 30 cm a 50 cm como se muestra en la figura 44, además se detalla la longitud de las líneas que abarca 2 m como mínimo, así mismo debe emplearse una línea de pare anticipada en sentido transversal a una distancia mínima de 1 m separada del cruce peatonal.

#### 4.5.2.3. Semáforo

Es un elemento de forma vertical que sirve para un mejor orden de circulación vehicular y peatonal que consta de tres colores simbólicos. Según el Manual de

dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), define que “Son dispositivos de control de tránsito cuyo objetivo es regular y controlar el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, así como de peatones, mediante indicadores luminosos de color rojo, verde y ámbar” (p.365).

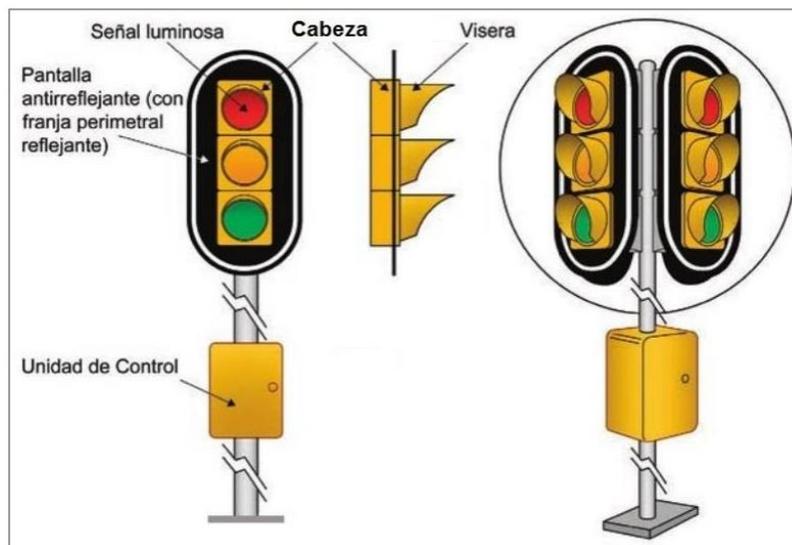


Figura 45. Configuración de cabeza de semáforo.

En el diseño de infraestructura vial se emplearán semáforos de dos cabezas en distintas direcciones como se muestra en la figura 45, con una altura mínima de 3.10 m y máxima de 4.50 m, separado del borde del sardinel a 60 cm.

#### 4.6. Costo y beneficio del diseño de pavimento flexible

A partir de los resultados obtenidos de la infraestructura vial se busca evaluar el costo del diseño patrón y el modificado con polvo de caucho, el cual busca afirmar la hipótesis que al incorporar caucho reciclado de neumáticos aportara significativamente en el costo y beneficio del diseño de pavimento flexible en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

#### 4.6.1. Análisis de costo unitario mezcla patrón

**Tabla 30. Análisis de costo unitario mezcla patrón**

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
Presupuesto	<b>"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023"</b>						
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>Ochoa Palomino &amp; Ramos Muñoz S.A.C</b>				Fecha presupuesta	<b>23/06/2023</b>
Partida	<b>01.01</b>	<b>CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL</b>					
Rendimiento	<b>M2/DIA</b>	MO.	<b>400.0000</b>	EQ.	<b>400.0000</b>	Costo unitario directo por: m2	<b>111.39</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
01.01.01	OPERARIO	hh	4.000	0.0800	26.2300	2.10	
01.01.02	OFICIAL	hh	6.000	0.1200	20.6400	2.48	
01.01.03	PEON	hh	4.000	0.0800	18.6800	1.49	
						<b>6.07</b>	
<b>Materiales</b>							
01.01.04	BASE GRANULAR	m3		0.2600	73.9600	19.23	
01.01.05	ARENA GRUESA	m3		0.1316	50.6500	6.67	
01.01.06	CEMENTO ASFALTICO PEN 60-70	gal		1.8477	13.7000	25.31	
						<b>51.21</b>	
<b>Equipos</b>							
01.01.07	CAMION VOQUETE 15m3 330 HP	hm	4.000	0.0800	344.0100	27.52	
01.01.08	COMPRESORA NEUMÁTICO 87 HP	hm	0.800	0.0160	107.0000	1.71	
01.01.09	RODILLO NEUMATICO 135 HP 9 TN	hm	1.000	0.0200	168.3100	3.37	
01.01.10	RODILLO NEUMATICO ESTATICO 70 HP	hm	1.000	0.0200	110.1200	2.20	
01.01.11	COMPACTADOR VIBRATORIO 7 HP	hm	1.000	0.0200	45.0900	0.90	
01.01.12	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 HP	hm	1.000	0.0200	317.8800	6.36	
01.01.13	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS	hm	1.000	0.0200	183.5600	3.67	
01.01.14	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE	hm	1.000	0.0200	419.1100	8.38	
						<b>54.11</b>	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos con respecto a la mezcla patrón indica que para un m2 de pavimento flexible el costo unitario será de 111.39 soles como se muestra en la tabla 30.

#### 4.6.1. Análisis de costo unitario mezcla modificada con 0.75% de polvo de caucho

**Tabla 31.** Análisis de costo unitario mezcla modificada

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
Presupuesto	<b>"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023"</b>					
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>Ochoa Palomino &amp; Ramos Muñoz S.A.C</b>			Fecha presupuesta	<b>23/06/2023</b>
Partida	<b>01.01</b>	<b>CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADO</b>				
Rendimiento	<b>M2/DIA</b>	MO. <b>400.0000</b>	EQ. <b>400.0000</b>	Costo unitario directo por:		<b>111.28</b>
				m2		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
01.01.01	OPERARIO	hh	4.000	0.0800	26.2300	2.10
01.01.02	OFICIAL	hh	6.000	0.1200	20.6400	2.48
01.01.03	PEON	hh	4.000	0.0800	18.6800	1.49
						<b>6.07</b>
<b>Materiales</b>						
01.01.04	BASE GRANULAR	m3		0.2600	73.9600	19.23
01.01.05	ARENA GRUESA	m3		0.1316	50.6500	6.67
01.01.06	CEMENTO ASFALTICO PEN 60-70	gal		1.8339	13.7000	25.12
01.01.07	POLVO DE CAUCHO RECICLADO	kg		0.0762	1.0000	0.08
						<b>51.10</b>
<b>Equipos</b>						
01.01.08	CAMION VOQUETE 15m3 330 HP	hm	4.000	0.0800	344.0100	27.52
01.01.09	COMPRESORA NEUMÁTICO 87 HP	hm	0.800	0.0160	107.0000	1.71
01.01.10	RODILLO NEUMATICO 135 HP 9 TN	hm	1.000	0.0200	168.3100	3.37
01.01.11	RODILLO NEUMATICO ESTATICO 70 HP	hm	1.000	0.0200	110.1200	2.20
01.01.12	COMPACTADOR VIBRATORIO 7 HP	hm	1.000	0.0200	45.0900	0.90
01.01.13	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 HP	hm	1.000	0.0200	317.8800	6.36
01.01.14	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS	hm	1.000	0.0200	183.5600	3.67
01.01.15	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE	hm	1.000	0.0200	419.1100	8.38
						<b>54.11</b>

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos con respecto a la mezcla modificada con incorporación de polvo de caucho a 0.75% indica que para un m2 de pavimento flexible el costo unitario será de 111.28 soles como se muestra en la tabla 31.

#### 4.6.1. Comparación de costos mezcla patrón y modificado

Una vez obtenido los resultados de los costos para una mezcla patrón y modificado se pudo determinar que la mezcla modificada con polvo de caucho resulto ser menor al costo convencional con una diferencia de 0.11 soles por metro cuadrado, siendo beneficioso económicamente y ambiental ya que minimiza la disposición final de los residuos de neumáticos fuera de uso.

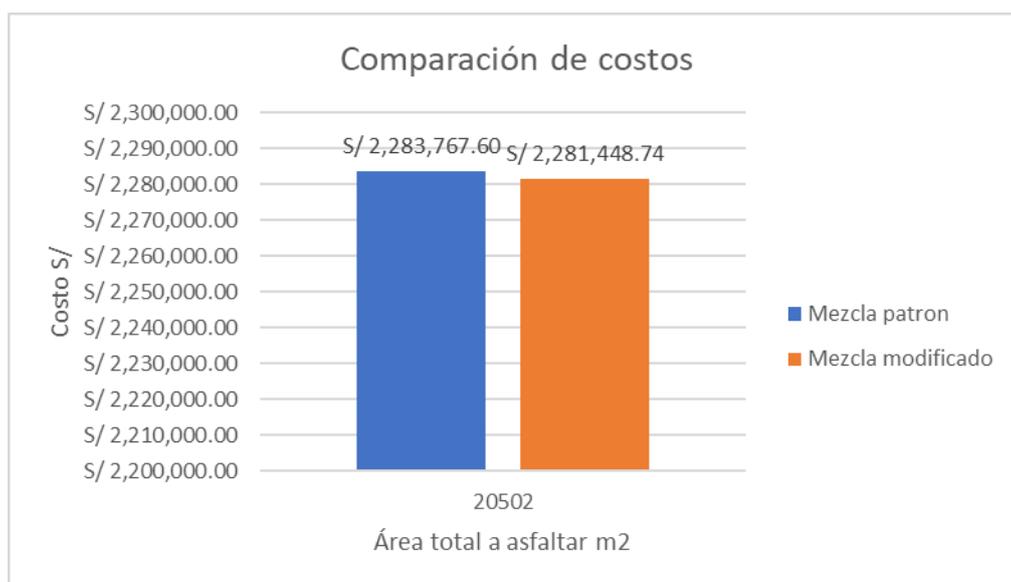


Figura 46. Comparación de costos.

Para determinar el costo total del área a asfaltar se realizó el debido metrado multiplicando el ancho por el largo de la vía siendo 10.20 m y 2,010 m respectivamente dando un área total de 20,502 m<sup>2</sup> a asfaltar. Así mismo el costo total se determinó del producto entre el costo unitario por m<sup>2</sup> y el área total a asfaltar el cual resulto de 2,283,767.60 y 2,281,448.74 millones de soles tanto para el patrón y el modificado respectivamente.

La diferencia del costo total entre la mezcla patrón y el modificado resulto ser de 2,318.86 soles como se muestra en la figura 46 siendo significativo para el presupuesto total.

**Tabla 32.** *Análisis de costo unitario mezcla modificada*

<b>Carpeta Asfáltica</b>	<b>cantidad</b>	<b>unidad</b>
Vol. Total carpeta asfáltica	2933.15	m3
Vol. Total C.A. + Caucho (6%)	175.99	m3
Vol. Total C.A.	174.67	m3
Vol. Total Polvo caucho (0.75%)	1.32	m3
P.E. polvo de caucho	1.21	g/cm3
	1210	kg/m3
<b>P. total polvo de caucho</b>	<b>1597.10</b>	<b>kg</b>

Fuente: elaboración propia.

Como parte final del diseño de pavimento flexible modificado se requiere conocer la cantidad de polvo de caucho que se necesitara para cubrir un área total de 20,502 m<sup>2</sup> en el cual resulto ser de 1597.10 kg de polvo de caucho como se muestra en la tabla 32. Por ende, cumple la demanda puesto que se dispone de 23896.00 kg de polvo de caucho en el área de estudio.

**Tabla 33.** *Cantidad de neumáticos reciclados*

<b>Cantidad de NFU requerido</b>			
Polvo de Caucho (kg)	Total, NFU (kg)	Peso NFU (kg)	Cantidad de NFU
1597.10	2076.23	7.00	297
1597.10	2076.23	10.00	208
1597.10	2076.23	55.00	38

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la cantidad de neumáticos a reciclar se establece la siguiente alternativa como se muestra en la tabla 33, la cual indica la cantidad NFU de cada tipo de peso siendo 7, 10 y 55 kg los más comunes y obteniendo una cantidad total de 297, 208 y 38 neumáticos respectivamente. Por último, se minimizo la cantidad de disposición final de los neumáticos reduciendo así el impacto ambiental que estos generan y trayendo beneficios al lugar de estudio.

## V. DISCUSIÓN

Evaluar la condición del pavimento existente por el método PCI para determinar el diseño del pavimento flexible de la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

En los resultados obtenidos de un total de 10 UM se clasifico de acuerdo el índice de condición del pavimento obtenido de cada unidad de muestra, por lo cual se registró UM-09 (56 – Bueno) que representa un 10%; UM-08 (39 – Malo) que representa un 10%; UM-03 (13.5), UM-04 (18), UM-05 (23), UM-07 (24) y UM-10 (22) clasificándolo como muy malo que representa un 50%; UM-01 (06), UM-02 (10) y UM-06 (7.5) clasificándolo como fallado que representa un 30%. Teniendo un valor general de PCI igual a 21.9 clasificando a toda la sección en el rango de muy malo y tomando la acción correspondiente a una reconstrucción total de la vía.

Para Agüero (2022), en su investigación de evaluación de patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, obtuvo un rango de clasificación de UM-04, UM-07, UM-10, UM-11, UM-12, UM-16, UM-17, UM-23 clasificándolo como excelente; UM-05, UM-08, UM-14, UM-20 clasificándolo como malo y UM-25 con clasificación de muy malo. Teniendo un valor general de PCI igual 68.48 clasificándolo en el rango de bueno y tomando la acción correspondiente a un mantenimiento periódico.

Para Valdez (2018), en su investigación de evaluación del estado funcional del pavimento flexible por el método PCI, de un total de 42 unidades de muestra obtuvo que un 4.76 % se clasifico en un rango de muy bueno, un 7.14% como bueno, un 21.43 como regular, un 47.62% como malo y finalmente un 19.05% con clasificación de muy malo. Teniendo un valor general de PCI igual 33 clasificándolo en el rango de malo y tomando la acción correspondiente de refuerzo estructural.

Tanto para Agüero y Valdez fue significativamente realizar la evaluación PCI, ya que el primero obtuvo un valor total de PCI de 68.48 no necesitando una reconstrucción total, por el contrario, Valdez obtuvo un PCI total de 33 el cual necesito un refuerzo estructural.

Por lo tanto, se puede evidenciar que los resultados son diferentes ya que depende del estado de la condición del pavimento flexible debido a diversos factores que puedan influir en el desgaste de la carpeta de rodadura.

Identificar en qué medida la dosificación del caucho reciclado de neumático influirá en el diseño de la mezcla asfáltica en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

En los resultados obtenidos se estableció 3 porcentajes propuestos de 0.75%, 1.5%, 2.25% de polvo de caucho, para obtener el óptimo porcentaje de cemento asfáltico, se plantearon valores de 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de CA, del cual resulto ser más favorable el de 6% con un porcentaje de polvo de caucho de 0.75% cumpliendo con los parámetros establecidos por el manual de carreteras MTC, especificaciones técnicas generales, mejorando así las propiedades mecánicas del carpe asfáltico.

Para Reyes (2020), es su investigación diseño de pavimento flexible con adición de caucho para mejorar la resistencia, planteo 3 porcentajes de polvo de caucho el cual incorporo a la mezcla asfáltica los cuales fueron 0.5%, 1.0% y 1.5%, siendo el más óptimo 0.5% con una dosificación de cemento asfáltico de 5.64%, mejorando así la resistencia a las deformaciones permanentes al pavimento.

Por otra parte, Contreras y Mamani (2019), en su investigación de reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados, incorporo 3 porcentajes de polvo de caucho los cuales fueron 0.5%, 1% y 1.5%, resultado ser más óptimo el 1% con una dosificación de cemento asfáltico de 5.5%, ya que presenta un mayor desempeño de la capa de rodadura.

Tanto para Reyes, Contreras y Mamani fue muy determinante realizar la mezcla asfáltica por el método Marshall para obtener sus valores más óptimos, ya que el primero obtuvo un porcentaje óptimo de 0.5% de PC y el segundo obtuvo un porcentaje óptimo de 1.0% de PC. En ambos casos se aplicaron valores bajos de polvo de caucho con resultados favorables, en el cual para la investigación se encuentra en el rango medio demostrando así que al 0.75% PC también resulto ser favorable para la investigación.

Por lo tanto, se puede evidenciar que los resultados son similares, pero con distintos porcentajes de polvo de caucho, mejorando así su resistencia y siendo significativo para reducir la cantidad de cemento asfáltico.

Determinar en qué medida la incorporación de caucho reciclado de neumático influirá en la estabilidad de la mezcla asfáltica del diseño de pavimento flexible en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

En los resultados obtenidos con respecto a la estabilidad, para una mezcla asfáltica convencional se obtuvo 10.70 KN de estabilidad y un flujo de 3.40 mm, así mismo para el modificado con 0.75% PC se obtuvieron 13.39 KN y 3.50 mm de flujo, de 1.5% PC se obtuvieron 17.35 KN y 4.1 de flujo, y el de 2.25 % PC resulto ser 23.30 KN de estabilidad con un flujo de 4.30 mm. Se pudo evidenciar que a mayor porcentaje de polvo de caucho a la mezcla asfáltica aumenta la estabilidad y también el flujo.

Para Contreras y Mamani (2019), en su investigación de reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados, en su diseño convencional obtuvo 12.87 KN y un flujo de 3.1 mm, además para el modificado con 1.0 % PC con un cemento asfáltico de 5.5% obtuvieron un valor de 10.40 KN de estabilidad y de flujo 3.30 mm. Se pudo evidenciar que a mayor porcentaje de polvo de caucho disminuye la estabilidad y aumenta el flujo.

Por otro lado, Mejía (2022), en su investigación diseño de pavimento flexible incorporando polvo de caucho al asfalto, en su diseño convencional obtuvo 9.75 KN y un flujo de 3.10 mm, así mismo para el modificado con 2 % PC con un cemento asfáltico de 5.9% obtuvo un valor de 9.18 KN de estabilidad y de flujo 4.10 mm. Se pudo evidenciar que a mayor porcentaje de polvo de caucho disminuye la estabilidad y aumenta el flujo.

Tanto para Contreras, Mamani y Mejía registraron valores menores de estabilidad con respecto al patrón a diferencia del flujo que aumenta según el porcentaje de caucho que se le incorpore. El primero evidencio una reducción de 19.20 % en su estabilidad y una diferencia de 0.20 mm de flujo; el segundo evidencio una reducción de 5.80 % y una diferencia de 1 mm de flujo. Por el contrario, en nuestra investigación se determinó que a mayor porcentaje de polvo de caucho aumenta la estabilidad, pero también el flujo.

Por lo tanto, se pudo evidenciar que los resultados no son similares en cuanto a la estabilidad, pero si concordamos que existe un aumento en el flujo.

Evaluar de qué manera la incorporación de caucho reciclado de neumático aportará en el costo y beneficio del diseño de infraestructura vial en la Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.

Conforme a los resultados obtenidos de costo y beneficio se obtuvo para la mezcla patrón un costo total de S/ 2,283,767.60 soles, sin embargo, para la mezcla modificada con polvo de caucho fue de S/ 2,281,448.74 soles, teniendo una diferencia de S/ 2,318.86 soles en ahorro.

Para Mejía (2022), en su investigación diseño de pavimento flexible incorporando polvo de caucho al asfalto, para la mezcla convencional obtuvo un costo total de S/ 1,300,953.36 soles y para la mezcla modificado con polvo de caucho resulto un costo total de S/ 1,298,764.32 soles, obteniendo un ahorro de S/ 2,189.04 soles.

Por otra parte, Cerda y Pintado (2019), en su investigación uso del caucho en el diseño del pavimento flexible, para la mezcla convencional obtuvo un costo total de S/ 771,730.92 soles y para la mezcla modificado con polvo de caucho resulto un costo total de S/ 761,261.05 soles, obteniendo un ahorro de S/ 10,469.87 soles.

Tanto para Mejía, Cerda y Pintado se puede evidenciar una disminución en el costo total aplicando la mezcla modificada con incorporación de caucho, el primero obtuvo una reducción de 0.17 % de costo con respecto al convencional; por otro lado, el segundo obtuvo una reducción de 1.36 % de costo con respecto al convencional. Mientras que en nuestra investigación se obtuvo una disminución de 0.10 % de costo con respecto al convencional.

Por lo tanto, se pudo evaluar que los resultados obtenidos son similares con respecto a Mejía, Cerda y Pintado.

## VI. CONCLUSIONES

Se pudo determinar la evaluación de la condición del pavimento flexible mediante el método PCI, pudiendo identificar 6 fallas de las 19 posibles dispuestas por la norma ASTM D6433 - 03, obteniendo un valor total del PCI igual a 21.9 clasificando a toda la sección en el rango de muy malo y tomando la acción correspondiente a una reconstrucción total de la vía que corresponde desde 0 + 000 hasta 1 + 300 Km.

Se concluye que para un pavimento modificado con polvo de caucho resulto ser factible la incorporación al 0.75 % PC con un cemento asfáltico de 6.00 % cumpliendo con los parámetros de Especificaciones Técnicas Generales del manual de carreteras, así mismo se determinó un porcentaje de vacíos 4.80 %, Vacíos llenos con asfalto (VFA) de 65.00 %, Vacíos en el agregado mineral (VMA) de 13.70%, un flujo de 14 equivalente a 3.50mm y con una estabilidad de 13.39 KN; mejorando así su resistencia y aumentando la vida útil del pavimento flexible.

Se determinó que la estabilidad aumenta según los porcentajes propuestos para la incorporación de polvo de caucho tomando como base la mezcla patrón resultando en 10.70 KN de estabilidad con 3.40 de flujo, seguidamente al 0.75 % PC resulto en 13.39 KN de estabilidad con 3.50 de flujo, al 1.5 % PC resulto en 17.35 KN de estabilidad con 4.10 de flujo, y por ultimo al 2.25% PC resulto un 23.30 KN de estabilidad con 4.30 de flujo; a mayor porcentaje de polvo de caucho aumenta la estabilidad y también el flujo, siendo el 0.75 % el más adecuado.

Habiendo realizado un diseño patrón y modificado se pudo evaluar la diferencia de costos tomando en cuenta toda la sección de la vía desde 0 + 000 hasta 2 + 010 Km, siendo un costo total de S/ 2,283,767.60 soles y para la mezcla modificada fue de S/ 2,281,448.74 soles, teniendo una diferencia de S/ 2,318.86 soles en ahorro; además se redujo la disposición final de la cantidad de neumáticos en fuera de uso equivalente a 297 NFU con un peso promedio de 7 kg minimizando así el impacto ambiental y mejorando la calidad de vida.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento flexible siguiendo los parámetros y procedimiento establecidos en la ASTM D6433 – 03, además escoger un horario de menor tránsito vehicular para poder realizar los estudios in situ y contar los EPP necesarios.

Se sugiere llevar a cabo ensayos de diseño Marshall con incorporación de polvo de caucho de dimensiones menores a 0.8 mm y una dosificación en un rango de 0.5 % hasta 1 % ya que se ha evidenciado que se obtienen buenos resultados de estabilidad y flujo.

Se recomienda incorporar el polvo de caucho en porcentajes bajos al cemento asfáltico debido a que no altera tanto su composición física, sin embargo, no es muy favorable incorporar el polvo de caucho con respecto a los agregados finos y gruesos.

Se sugiere reciclar neumáticos en fuera de uso para incorporar a las mezclas asfálticas para darle una nueva vida útil y así reducir la contaminación ambiental que estos provocan.

## REFERENCIAS

ALVAREZ Briceño, Luis y Carrera Sánchez, Ever. Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2017. 150 pp.

Bobadilla, Tigre, Tesen y Muñoz. Use of polymers in asphalt: a review. Revista gaceta técnica [en línea]. 28 de noviembre – 2021. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en <https://revistas.uclave.org/index.php/gt/article/view/3719>

ISSN: 2477-9539

BURGOS Álvarez, Elmer y Rodríguez Neyra Juan. Influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas – mecánicas en una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo 2021. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2022. 220 pp.

CANDO Wilson [et al]. Effect of incorporation by dry procedure of rubber residue obtained after removal of an airport runway in asphalt AC-20. Revista técnica de la Facultad de ingeniería, universidad del Zulia [en línea]. 20 de diciembre – 2019. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/6057/605764200003/> ISSN:

0254-0770

CARRASCO Herrera, Sara y ROSILLO Vásquez, Kevin. Diseño de pavimento flexible con utilización de caucho reciclado en avenida Venezuela, cuadra 26 – 59, distrito José Leonardo Ortiz, Lambayeque – 2021. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 225 pp.

CERDA Neira, Edwin y Pinatdo Silupu, Yennifert. Uso del caucho en el diseño del pavimento flexible, en avenida los algarrobos, tramo avenida las amapolas – avenida gustavo mohme, veintiséis de octubre, Piura – 2018. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 411 pp.

CHAVARRI Cueva, Luis y Falen Solís, Jorge. Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2020. 160 pp.

CHURA Cruz, Rudy Wily. Adición de caucho reciclado en concreto para modificar su propiedad de absorción y aislamiento acústico en viviendas periféricas a un aeropuerto, Cusco. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 123 pp.

COELHO, Resende, Hallak, Paulino y Thomas. Polymer-cementitious composites containing recycled rubber particles. Artículo [en línea]. Vol. 170. 10 de mayo – 2018. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES\\_01d88ea0e07be380e7bb2908ac4090d5](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES_01d88ea0e07be380e7bb2908ac4090d5)

ISSN: 1879-0526

CONCEPTO básico sobre pavimento flexible [Mensaje en un blog] Canelones: (22 de mayo de 2020). [17 de octubre de 2022] recuperado de <https://bitafal.com.uy/conceptos-basicos-sobre-pavimentos-flexibles/>

CONTRERAS Martínez, Cesar y Mamani Vilcatoma, Diego. Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2019. 109 pp.

CUANTO tarda un neumático en degradarse [Mensaje en un blog] Valencia: Desguace Naldo, (30 de Julio de 2022). [23 de septiembre de 2022] Recuperado de <https://desguacenaldo.es/cuanto-tarda-un-neumatico-en-degradarse/>

DAS, Braja. Fundamentos de la ingeniería geotécnica. 4.<sup>a</sup> ed. México: Cengage Learning, 2013. 636 pp.

ISBN: 9786075193731

DE SOLMINIHAC, Hernán, ECHAVEGUREN, Tomás y CHAMORRO, Alondra. Gestión de infraestructura vial. 3.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Alfaomega Colombiana, 2019. 205 pp.

ISBN: 9789587785074

DIAZ Claros, Cesar y Castro Celis, Liliana. Implementación de grano de caucho reciclado (GCR) provenientes de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. Tesis (Título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Santo Tomas, 2017. 82 pp.

FIGUEROA, Ana y Fonseca Santanilla, Elsa. Pavement performance with reclaimed asphalt-RAP and recycled tire rubber-RTR. Revista Infraestructura vial / LanammeUCR [en línea]. Vol. 22 N°39. 13 de Julio – 2020. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CR\\_f74739638c9202716bea5e0c73cff438](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CR_f74739638c9202716bea5e0c73cff438)

ISSN: 2215-3705

FLORES Pilar [et al]. Uso de grano reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. Artículo literario de Cesar Vallejo [en línea]. 15 de marzo – 2022. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2022]. Disponible en <file:///C:/Users/brechman/Downloads/647-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4846-1-10-20220422.pdf>

ISSN: 1390 -6390

GARCÉS Velecela, Diana. Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues-Cojitambo-Deleg-La Raya. Tesis (Título de Master en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2017. 239 pp. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556>

LIMAY Homero, Tingal. Análisis del índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – baños del inca, utilizando el rugosímetro de Merlín. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería, 2021. 156 pp.

MACEDO Seminario, Sergio y Ureta Tolentino, Cristian. Influencia del caucho reciclado utilizado como agente modificante en los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2020. 202 pp.

MAGUIÑA Salazar, Walther Teófilo. Caucho reciclado de llantas en la mezcla de asfalto a compresión para mejorar las propiedades mecánicas. Tesis (para optar grado de Maestro en Ingeniería Vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 133 pp.

MARTÍNEZ Caicedo [et al]. Thirteen years of continuous development in crumb rubber modified asphalt mixtures in Bogotá: achieving pavement sustainability. Revista ingeniería de construcción RIC [en línea]. Vol. 33 N°1. 20 de febrero – 2018. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2022]. Disponible en [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000100041](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000100041)

ISSN: 0718-5073

MEJIA Villanueva, Ketty. Diseño de pavimento flexible incorporando polvo de caucho al asfalto del tramo km 0+000 a 1+ 400 Recuay – Aija, Ancash 2022. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 99 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y Pavimentos sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. 301 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). R.D. N° 22 – 2013 – MTC/14: Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción. Lima, 2013. 1274 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). R.D. N° 03 – 2018 – MTC/14: Manual de carreteras diseño geométrico DG - 2018. Lima, 2018. 284 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). R.D. N° 16 – 2016 – MTC/14: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Lima, 2018. 394 pp.

OGANIZACIÓN American Society for testing and materials (USA). D6433-03: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos. Pensilvania, 2004. 81 pp.

QUE es un pavimento [Mensaje en un blog] Manizales: Construyored, (29 de abril de 2020). [17 de octubre de 2022] Recuperado de <https://construyored.com/noticias/2299-que-es-un-pavimento>

Resolución de Presidencia N° 215-2018-CONCYTEC-P. gob.pe, Lima, Perú, 16 de noviembre de 2018.

REYES Quesada, Alan Martin. Diseño de pavimento flexible con adición de caucho para mejorar la resistencia del estacionamiento de la UCV Piura 2020. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 128 pp.

ROJAS Caballero, Ivan. Estudio de prefactibilidad para la elaboración de grano de caucho reciclado como componente de mezclas asfálticas. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Lima, 2022. 210 pp. Disponible en [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16301/Rojas\\_Estdi-o-prefactibilidad-elaboraci%c3%b3n-granos-caucho.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16301/Rojas_Estdi-o-prefactibilidad-elaboraci%c3%b3n-granos-caucho.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ROMERO Chambi, Luis. Estudio de la influencia de la adición de neumático reciclado en mezclas asfálticas en caliente, en la ciudad de Juliaca. Tesis (Título de ingeniero civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, 2018. 219 pp.

RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos materiales, construcción y diseño. Bogotá: Ciencia y Cultura para América Latina, 2015. 573 pp.

ISBN: 9789587711752

SAIZ Rodríguez, Leticia [et al]. Guía de empleo del caucho reciclado procedente del neumático. Revistas de plástico modernos [en línea]. 5 de diciembre – 2021. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES\\_a624f7fe020d215298cdf1064b6efa64](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES_a624f7fe020d215298cdf1064b6efa64) ISSN: 0034-8708

SANCHEZ Córdova, Hildebrando. Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura. Tesis (Título de ingeniero civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2021. 104 pp.

SIGNUS transformo más de 200.000 toneladas de neumáticos recogidas en España en nuevos materiales [Mensaje en un blog] Madrid: Signus, (12 de septiembre de 2022). [23 de septiembre de 2022] Recuperado de <https://www.signus.es/signus-transformo-mas-de-200-000-toneladas-de-neumaticos-recogidas-en-espana-en-nuevos-materiales/>

TAPIA Barzola, Edwin. Utilización de caucho reciclado para la construcción de carpeta asfáltica sustentable en una vía de tercer orden. Tesis (Título de magister en ingeniería civil). Guayaquil-Ecuador: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2022. 110 pp.

UBIDIA Pinedo, Lucia Esther. Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01 – 09 Ciudad de Tarapoto San Martín. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 152 pp.

VELASQUEZ Pérez, Judith. Reciclaje de residuos sólidos mediante su incorporación a cemento asfáltico para pavimentos flexibles. Tesis (Título de magister en ciencias en ingeniería ambiental). México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería Civil, Biología y Química, 2018. 84 pp.

YUNG, Córdoba y Rondón. Evaluation of abrasión of a modified drainage mixture with rubber waste crushed (GCR). Revista Tecnura [en línea]. 02 de enero – 2017. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO\\_43e01e09751c4dd6e2c2494bedc49872](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_43e01e09751c4dd6e2c2494bedc49872)

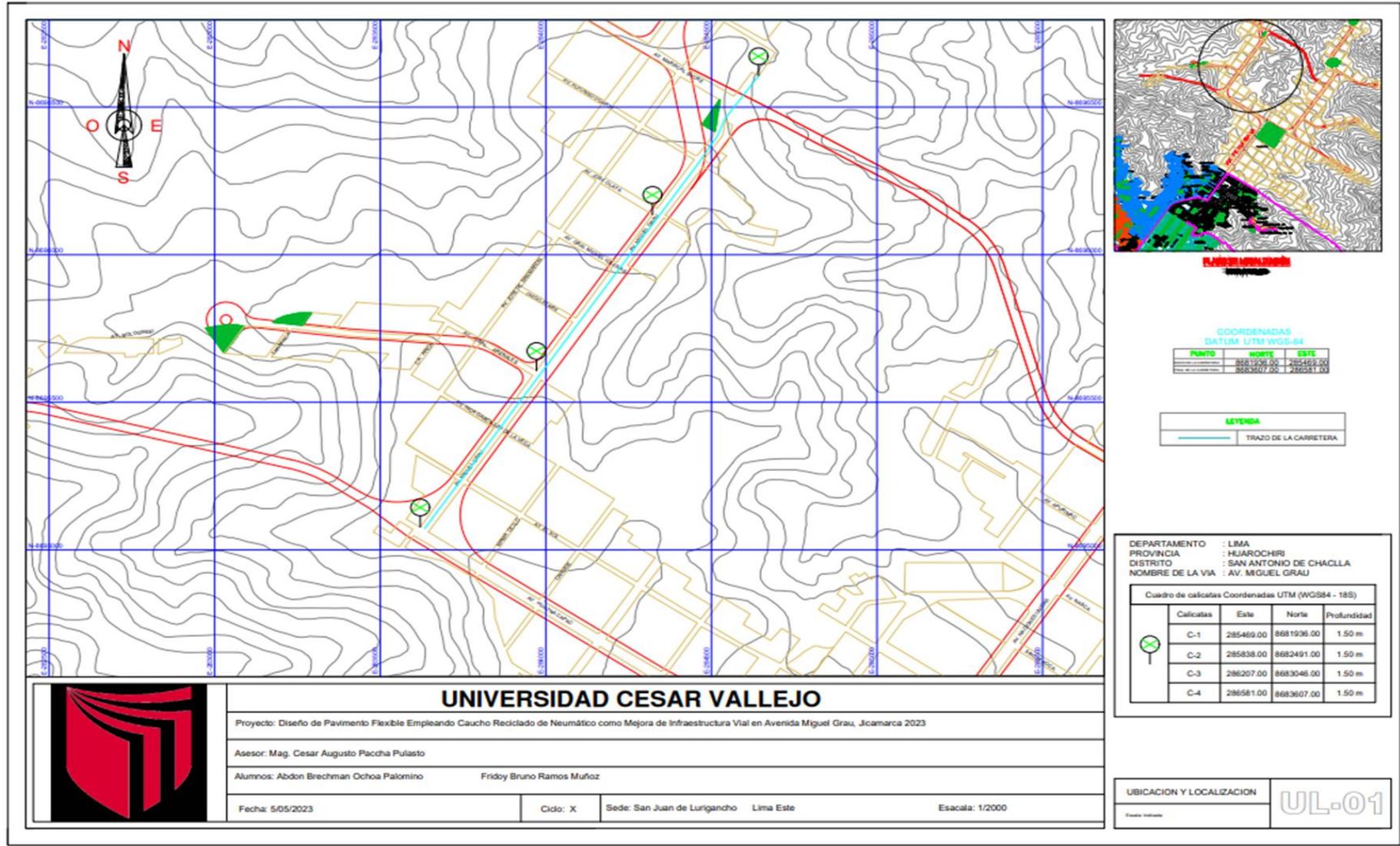
ISSN: 0123-921X

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz operalización de la variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable Independiente</b> Caucho reciclado de neumático	“Material que ha cumplido su ciclo de vida útil y por ende se recicla por medio de máquinas que realizan la función de trituración para darle un nuevo uso” (Chura, 2021, p.22).	Se reciclará los neumáticos en fuera de uso para posteriormente triturarlas con dimensiones óptimas para la agregación a la mezcla asfáltica, donde reflejara la proporción como prioridad al asfalto y se analizara los resultados que se comparan con el pavimento tradicional.	Estabilidad	Dosificación	Razón
			Costo y beneficio	Costo y presupuesto con el S10	Razón
<b>Variable Dependiente</b> Pavimento flexible	“Está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falles” (Limay, 2021, p.25).	Se procederá al conteo vehicular para determinar la cantidad de vehículos que pasa por la vía. Para poder aplicar el nuevo producto que se obtuvo con el grano de caucho en la mezcla asfáltica.	Diseño de la mezcla asfáltica	Método Marshall – ASTM D 1559	Razón
			Estudio del trafico	Cálculo de ESAL	Ordinal
			Clasificación de suelos	*Calicata *Ensayo en laboratorio	Razón

## Anexo 2: Plano de ubicación y localización



Anexo 3: Formato de conteo vehicular

**FORMATO RESUMEN DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←	S →	
UBICACIÓN			

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	

HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	4 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1 	2S2 	2S3 	3S1 	3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 		3T3 	
00-01																								
01-02																								
02-03																								
03-04																								
04-05																								
05-06																								
06-07																								
07-08																								
08-09																								
09-10																								
10-11																								
11-12																								
12-13																								
13-14																								
14-15																								
15-16																								
16-17																								
17-18																								
18-19																								
19-20																								
20-21																								
21-22																								
22-23																								
23-24																								
TOTAL																								

2D.- Vo Bo COORDINADOR: \_\_\_\_\_

3D.- SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_

## Anexo 4: Factor de corrección de vehículos ligeros

		Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)												FORMATO N° 1.1 A	
N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Totál	
		Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9663	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AVAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.1003	1.0078	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMAÑA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8686	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.8832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9882	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULLI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESVO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESVO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	
26	FORT ALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	
31	LO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	
33	LIMALARGABAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000	
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000	
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	0.9983	1.0341	1.0196	1.0333	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000	
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.1618	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000	
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000	
39	MOCDE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000	
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0540	1.0687	1.0383	0.8310	1.0000	
41	MORROPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000	
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.8683	1.0000	
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000	
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000	
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	0.8421	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	1.0654	0.8288	1.0000	
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0836	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000	
54	PLAVCHON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000	
55	POIMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000	
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000	
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000	
59	QUIJULLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000	
60	RUIMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000	
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000	
62	SAN GERAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000	
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0583	0.7580	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000	
65	SAVILLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0962	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000	
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0288	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000	
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000	
69	TAMBORGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000	
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9829	0.7404	1.0000	
74	VARIANTE DE PASAMAYO	0													

## Anexo 5: Factor de corrección de vehículos ligeros

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)													FORMATO N° 1.1 B		
Código	Peaje	enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9822	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMAÑA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANÇAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000	
11	CCASACAMCHA	1.0885	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.1019	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8701	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUBULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.8400	1.0895	1.0000	
22	DESVO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESVO TALARÁ	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9692	0.8049	1.0000	
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMAY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8653	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000	
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9550	0.9476	0.8449	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000	
33	LIMALARGABAJA	0.9984	1.0881	1.2062	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000	
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000	
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000	
37	MIARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000	
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000	
39	MOCCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000	
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000	
41	MORROPPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000	
43	NACCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9595	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9539	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000	
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9684	0.9504	0.9933	1.0005	1.0000	
46	PATA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000	
47	PAMPAQUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000	
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000	
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8982	0.9068	0.7907	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	1.0385	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000	
52	PICHRHUA	1.0749	1.0717	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000	
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000	
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	1.0000	
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000	
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000	
59	QUILLIJA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0068	1.0000	
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000	
62	SAN GABRIEL	1.0987	1.0536	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000	
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2280	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000	
64	SANTALUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000	
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAY	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000	
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000	
68	SODOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9775	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000	
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000	
73	UT CUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0382	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745</			

Anexo 6: Formato de la tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados

**FORMATO N° 1.2**

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros</b>	
	<b>TC</b>
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados</b>	
	<b>PBI</b>
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.



## Anexo 8: Unidad de muestra 01 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		METODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Miguel Grau																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
UNIDAD DE MUESTRA:	N° 1	EVALUADOR (ES)	OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PROGRESIVA INICIAL (Km):	0 + 000		RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PROGRESIVA FINAL (Km):	0 + 46.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ANCHO DE VÍA (m):	6.4	FECHA:	16/05/2023																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	297.14																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>		N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Fisura de borde	FB	m	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m	9	Desnivel Carril-Berma	DN	m	10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m	11	Parches	PA	m2	12	Agregado Pulido	PU	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>		N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	13	Baches	BCH	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																																																																																																	
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1	Piel de cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
3	Fisuras en bloque	BLO	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
7	Fisura de borde	FB	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
11	Parches	PA	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
13	Baches	BCH	und																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </thead></table>				Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Niveles de Severidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Low	Baja	L																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Medium	Media	M																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
High	Alta	H																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 - BLO</td> <td>H</td> <td>m2</td> <td>35.25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>35.25</td> <td>11.86</td> <td>48.00</td> </tr> <tr> <td>7 - FB</td> <td>H</td> <td>m</td> <td>26.03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>26.03</td> <td>8.76</td> <td>22.00</td> </tr> <tr> <td>13 - BCH</td> <td>H</td> <td>Und</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td>2.00</td> <td>0.67</td> <td>45.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>H</td> <td>m2</td> <td>130.56</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>130.56</td> <td>43.94</td> <td>67.00</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>Total VD =</b></td> <td>182</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Número de valores deducidos &gt; 2 (q):</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valor deducido más alto (HVDI):</td> <td colspan="2">67</td> <td colspan="2"><math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10</math></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Número máximo de valores deducidos (mi):</td> <td colspan="2">m = 4</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>67</td><td>48</td><td>45</td><td>22</td><td></td><td></td><td>182.00</td><td>4.00</td><td>94.00</td></tr> <tr><td>2</td><td>67</td><td>48</td><td>45</td><td>2</td><td></td><td></td><td>162.00</td><td>3.00</td><td>93.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>67</td><td>48</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>119.00</td><td>2.00</td><td>81.50</td></tr> <tr><td>4</td><td>67</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>73.00</td><td>1.00</td><td>73.00</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> </td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>Máx VDC =</b></td> <td>94</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</td> <td colspan="8"> <table border="1"> <tr> <td>PCI=</td> <td>100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>6</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</td> <td colspan="8"> <table border="1"> <tr> <td><b>FALLADO</b></td> </tr> </table> </td> </tr> </tbody> </table>				FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	3 - BLO	H	m2	35.25				35.25	11.86	48.00	7 - FB	H	m	26.03				26.03	8.76	22.00	13 - BCH	H	Und	1.00	1.00			2.00	0.67	45.00	19 - DAG	H	m2	130.56				130.56	43.94	67.00																																																											<b>Total VD =</b>	182	Número de valores deducidos > 2 (q):		4								Valor deducido más alto (HVDI):		67		$m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$						Número máximo de valores deducidos (mi):		m = 4						<b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>67</td><td>48</td><td>45</td><td>22</td><td></td><td></td><td>182.00</td><td>4.00</td><td>94.00</td></tr> <tr><td>2</td><td>67</td><td>48</td><td>45</td><td>2</td><td></td><td></td><td>162.00</td><td>3.00</td><td>93.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>67</td><td>48</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>119.00</td><td>2.00</td><td>81.50</td></tr> <tr><td>4</td><td>67</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>73.00</td><td>1.00</td><td>73.00</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	1	67	48	45	22			182.00	4.00	94.00	2	67	48	45	2			162.00	3.00	93.00	3	67	48	2	2			119.00	2.00	81.50	4	67	2	2	2			73.00	1.00	73.00	5										6										7										8										9										10																				<b>Máx VDC =</b>	94	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):		<table border="1"> <tr> <td>PCI=</td> <td>100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>6</td> </tr> </table>								PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI=	6	CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:		<table border="1"> <tr> <td><b>FALLADO</b></td> </tr> </table>								<b>FALLADO</b>
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3 - BLO	H	m2	35.25				35.25	11.86	48.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
7 - FB	H	m	26.03				26.03	8.76	22.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
13 - BCH	H	Und	1.00	1.00			2.00	0.67	45.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
19 - DAG	H	m2	130.56				130.56	43.94	67.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
								<b>Total VD =</b>	182																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Número de valores deducidos > 2 (q):		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Valor deducido más alto (HVDI):		67		$m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Número máximo de valores deducidos (mi):		m = 4						<b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>67</td><td>48</td><td>45</td><td>22</td><td></td><td></td><td>182.00</td><td>4.00</td><td>94.00</td></tr> <tr><td>2</td><td>67</td><td>48</td><td>45</td><td>2</td><td></td><td></td><td>162.00</td><td>3.00</td><td>93.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>67</td><td>48</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>119.00</td><td>2.00</td><td>81.50</td></tr> <tr><td>4</td><td>67</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>73.00</td><td>1.00</td><td>73.00</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	1	67	48	45	22			182.00	4.00	94.00	2	67	48	45	2			162.00	3.00	93.00	3	67	48	2	2			119.00	2.00	81.50	4	67	2	2	2			73.00	1.00	73.00	5										6										7										8										9										10																																																																																																																																																																																																
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	67	48	45	22			182.00	4.00	94.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	67	48	45	2			162.00	3.00	93.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	67	48	2	2			119.00	2.00	81.50																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4	67	2	2	2			73.00	1.00	73.00																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
								<b>Máx VDC =</b>	94																																																																																																																																																																																																																																																																																															
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):		<table border="1"> <tr> <td>PCI=</td> <td>100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>6</td> </tr> </table>								PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI=	6																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
PCI=	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:		<table border="1"> <tr> <td><b>FALLADO</b></td> </tr> </table>								<b>FALLADO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>FALLADO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																								



## Anexo 10: Unidad de muestra 03 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																											
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																											
		INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																											
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																											
NOMBRE DE LA VÍA:		Av. Miguel Grau																																																																																																																											
UNIDAD DE MUESTRA:		N° 3		EVALUADOR (ES) OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO																																																																																																																									
PROGRESIVA INICIAL (Km):		0 + 278.6																																																																																																																											
PROGRESIVA FINAL (Km):		0 + 325		FECHA: 16/05/2023																																																																																																																									
ANCHO DE VÍA (m):		6.4																																																																																																																											
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):		297.14																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und	2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m					9	Desnivel Carril-Berma	DN	m					10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m					11	Parches	PA	m2					12	Agregado Pulido	PU	m2																				
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																						
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und																																																																																																																						
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																						
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																						
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																						
5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																						
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																						
7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																						
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																										
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																										
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																										
11	Parches	PA	m2																																																																																																																										
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>						Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																												
Niveles de Severidad																																																																																																																													
Low	Baja	L																																																																																																																											
Medium	Media	M																																																																																																																											
High	Alta	H																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 - FB</td> <td>H</td> <td>m</td> <td>46.43</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>46.43</td> <td>15.63</td> <td>30.00</td> </tr> <tr> <td>13 - BCH</td> <td>H</td> <td>Und</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>4.00</td> <td>8.00</td> <td>2.69</td> <td>72.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>297.14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>297.14</td> <td>100.00</td> <td>44.00</td> </tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: right;"><b>Total VD =</b></td> <td></td> <td>146</td> </tr> </tbody> </table>						FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	7 - FB	H	m	46.43				46.43	15.63	30.00	13 - BCH	H	Und	2.00	1.00	1.00	4.00	8.00	2.69	72.00	19 - DAG	M	m2	297.14				297.14	100.00	44.00																																																																							<b>Total VD =</b>									146
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																				
7 - FB	H	m	46.43				46.43	15.63	30.00																																																																																																																				
13 - BCH	H	Und	2.00	1.00	1.00	4.00	8.00	2.69	72.00																																																																																																																				
19 - DAG	M	m2	297.14				297.14	100.00	44.00																																																																																																																				
<b>Total VD =</b>									146																																																																																																																				
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 3</p> <p>Valor deducido más alto (HVDi): 72      <math>m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \leq 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 4</p> <p style="text-align: right;"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>72</td> <td>44</td> <td>30</td> <td></td> <td>146.00</td> <td>3.00</td> <td>86.50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>72</td> <td>44</td> <td>2</td> <td></td> <td>118.00</td> <td>2.00</td> <td>80.50</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>72</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>76.00</td> <td>1.00</td> <td>76.00</td> </tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;"><b>Máx VDC =</b></td> <td>86.5</td> </tr> </tbody> </table>						N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	1	72	44	30		146.00	3.00	86.50	2	72	44	2		118.00	2.00	80.50	3	72	2	2		76.00	1.00	76.00	4								5								6								7								8								9								10								<b>Máx VDC =</b>							86.5																								
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC																																																																																																																						
1	72	44	30		146.00	3.00	86.50																																																																																																																						
2	72	44	2		118.00	2.00	80.50																																																																																																																						
3	72	2	2		76.00	1.00	76.00																																																																																																																						
4																																																																																																																													
5																																																																																																																													
6																																																																																																																													
7																																																																																																																													
8																																																																																																																													
9																																																																																																																													
10																																																																																																																													
<b>Máx VDC =</b>							86.5																																																																																																																						
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">             PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)              PCI= 13.5         </div>																																																																																																																													
<p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center;"> <b>MUY MALO</b> </div>																																																																																																																													

# Anexo 11: Unidad de muestra 04 – PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																												
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																												
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																														
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																												
NOMBRE DE LA VÍA:		Av. Miguels Grau																																																																																																																												
UNIDAD DE MUESTRA:		N° 4		EVALUADOR (ES)																																																																																																																										
PROGRESIVA INICIAL (Km):		0 + 417.9																																																																																																																												
PROGRESIVA FINAL (Km):		0 + 464.3		OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO																																																																																																																										
ANCHO DE VÍA (m):		6.4																																																																																																																												
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):		297.14		FECHA:		16/05/2023																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>							N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Fisura de borde	FB	m	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m	9	Desnivel Carril-Berma	DN	m	10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m	11	Parches	PA	m2	12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																				
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																											
1	Piel de cocodrilo	PC	m2																																																																																																																											
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																											
3	Fisuras en bloque	BLO	m2																																																																																																																											
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2																																																																																																																											
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																											
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																											
7	Fisura de borde	FB	m																																																																																																																											
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																											
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																											
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																											
11	Parches	PA	m2																																																																																																																											
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>							N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	13	Baches	BCH	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																								
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																											
13	Baches	BCH	und																																																																																																																											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																											
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																											
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																											
17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																											
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																											
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>							Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																												
Niveles de Severidad																																																																																																																														
Low	Baja	L																																																																																																																												
Medium	Media	M																																																																																																																												
High	Alta	H																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 - ABH</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>26.70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>26.70</td> <td>8.99</td> <td>39.00</td> </tr> <tr> <td>7 - FB</td> <td>H</td> <td>m</td> <td>24.43</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>24.43</td> <td>8.22</td> <td>22.00</td> </tr> <tr> <td>13 - BCH</td> <td>M</td> <td>Und</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>5.00</td> <td>1.68</td> <td>38.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>143.55</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>143.55</td> <td>48.31</td> <td>34.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>H</td> <td>m2</td> <td>13.20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>13.20</td> <td>4.44</td> <td>29.00</td> </tr> <tr> <td colspan="9" style="text-align: right;"><b>Total VD =</b></td> <td><b>162</b></td> </tr> </tbody> </table>							FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	4 - ABH	M	m2	26.70				26.70	8.99	39.00	7 - FB	H	m	24.43				24.43	8.22	22.00	13 - BCH	M	Und	2.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.68	38.00	19 - DAG	M	m2	143.55				143.55	48.31	34.00	19 - DAG	H	m2	13.20				13.20	4.44	29.00	<b>Total VD =</b>									<b>162</b>																																																		
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																					
4 - ABH	M	m2	26.70				26.70	8.99	39.00																																																																																																																					
7 - FB	H	m	24.43				24.43	8.22	22.00																																																																																																																					
13 - BCH	M	Und	2.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.68	38.00																																																																																																																					
19 - DAG	M	m2	143.55				143.55	48.31	34.00																																																																																																																					
19 - DAG	H	m2	13.20				13.20	4.44	29.00																																																																																																																					
<b>Total VD =</b>									<b>162</b>																																																																																																																					
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 5</p> <p>Valor deducido más alto (HVDi): 39     <math>m = 1 + (9/98) (100 - HDV) = &lt; 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 7</p> <p style="text-align: right;"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="6">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>39</td> <td>38</td> <td>34</td> <td>29</td> <td>22</td> <td></td> <td>162.00</td> <td>5.00</td> <td>82.00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>39</td> <td>38</td> <td>34</td> <td>29</td> <td>2</td> <td></td> <td>142.00</td> <td>4.00</td> <td>80.00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>39</td> <td>38</td> <td>34</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>115.00</td> <td>3.00</td> <td>72.00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>39</td> <td>38</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>83.00</td> <td>2.00</td> <td>60.00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>39</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>47.00</td> <td>1.00</td> <td>47.00</td> </tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="9" style="text-align: right;"><b>Máx VDC =</b></td> <td><b>82</b></td> </tr> </tbody> </table>							N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	1	39	38	34	29	22		162.00	5.00	82.00	2	39	38	34	29	2		142.00	4.00	80.00	3	39	38	34	2	2		115.00	3.00	72.00	4	39	38	2	2	2		83.00	2.00	60.00	5	39	2	2	2	2		47.00	1.00	47.00	6										7										8										9										10										<b>Máx VDC =</b>									<b>82</b>
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC																																																																																																																					
1	39	38	34	29	22		162.00	5.00	82.00																																																																																																																					
2	39	38	34	29	2		142.00	4.00	80.00																																																																																																																					
3	39	38	34	2	2		115.00	3.00	72.00																																																																																																																					
4	39	38	2	2	2		83.00	2.00	60.00																																																																																																																					
5	39	2	2	2	2		47.00	1.00	47.00																																																																																																																					
6																																																																																																																														
7																																																																																																																														
8																																																																																																																														
9																																																																																																																														
10																																																																																																																														
<b>Máx VDC =</b>									<b>82</b>																																																																																																																					
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</p>							<table border="1"> <tr> <td>PCI=</td> <td>100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>18</td> </tr> </table>		PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI=	18																																																																																																																		
PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)																																																																																																																													
PCI=	18																																																																																																																													
							<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>MUY MALO</b></td> </tr> </table>		<b>MUY MALO</b>																																																																																																																					
<b>MUY MALO</b>																																																																																																																														

## Anexo 12: Unidad de muestra 05 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																								
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																								
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																										
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																								
NOMBRE DE LA VÍA:		Av. Miguels Grau																																																																																																																								
UNIDAD DE MUESTRA:		N° 5		EVALUADOR (ES)																																																																																																																						
PROGRESIVA INICIAL (Km):		0 + 557.2																																																																																																																								
PROGRESIVA FINAL (Km):		0 + 603.6		OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN																																																																																																																						
ANCHO DE VÍA (m):		6.4		FECHA:																																																																																																																						
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):		297.14		16/05/2023																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und	2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m					9	Desnivel Carril-Berma	DN	m					10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m					11	Parches	PA	m2					12	Agregado Pulido	PU	m2																	
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																			
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und																																																																																																																			
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																			
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																			
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																			
5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																			
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																			
7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																			
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																							
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																							
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																							
11	Parches	PA	m2																																																																																																																							
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>						Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																									
Niveles de Severidad																																																																																																																										
Low	Baja	L																																																																																																																								
Medium	Media	M																																																																																																																								
High	Alta	H																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="3">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 - FB</td> <td>H</td> <td>m</td> <td>46.43</td> <td></td> <td></td> <td>46.43</td> <td>15.63</td> <td>18.00</td> </tr> <tr> <td>10 - FLT</td> <td>M</td> <td>m</td> <td>22.00</td> <td></td> <td></td> <td>22.00</td> <td>7.40</td> <td>15.00</td> </tr> <tr> <td>13 - BCH</td> <td>M</td> <td>Und</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>3.00</td> <td>5.00</td> <td>1.68</td> <td>60.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>297.14</td> <td></td> <td></td> <td>297.14</td> <td>100.00</td> <td>43.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td><b>Total VD =</b></td> <td><b>136</b></td> </tr> </tbody> </table>						FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	7 - FB	H	m	46.43			46.43	15.63	18.00	10 - FLT	M	m	22.00			22.00	7.40	15.00	13 - BCH	M	Und	1.00	1.00	3.00	5.00	1.68	60.00	19 - DAG	M	m2	297.14			297.14	100.00	43.00																																																																							<b>Total VD =</b>	<b>136</b>
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																		
7 - FB	H	m	46.43			46.43	15.63	18.00																																																																																																																		
10 - FLT	M	m	22.00			22.00	7.40	15.00																																																																																																																		
13 - BCH	M	Und	1.00	1.00	3.00	5.00	1.68	60.00																																																																																																																		
19 - DAG	M	m2	297.14			297.14	100.00	43.00																																																																																																																		
							<b>Total VD =</b>	<b>136</b>																																																																																																																		
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 4</p> <p>Valor deducido más alto (HVDi): 60 <math>m = 1 + (9/98) (100 - HDV) = &lt; 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 5</p> <p style="text-align: right;"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="5">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>60</td> <td>43</td> <td>18</td> <td>15</td> <td></td> <td>136.00</td> <td>4.00</td> <td>77.00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>60</td> <td>43</td> <td>18</td> <td>2</td> <td></td> <td>123.00</td> <td>3.00</td> <td>76.00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60</td> <td>43</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>107.00</td> <td>2.00</td> <td>74.50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>60</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>66.00</td> <td>1.00</td> <td>66.00</td> </tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td><b>Máx VDC =</b></td> <td><b>77</b></td> </tr> </tbody> </table>						N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	1	60	43	18	15		136.00	4.00	77.00	2	60	43	18	2		123.00	3.00	76.00	3	60	43	2	2		107.00	2.00	74.50	4	60	2	2	2		66.00	1.00	66.00	5									6									7									8									9									10																<b>Máx VDC =</b>	<b>77</b>									
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC																																																																																																																		
1	60	43	18	15		136.00	4.00	77.00																																																																																																																		
2	60	43	18	2		123.00	3.00	76.00																																																																																																																		
3	60	43	2	2		107.00	2.00	74.50																																																																																																																		
4	60	2	2	2		66.00	1.00	66.00																																																																																																																		
5																																																																																																																										
6																																																																																																																										
7																																																																																																																										
8																																																																																																																										
9																																																																																																																										
10																																																																																																																										
							<b>Máx VDC =</b>	<b>77</b>																																																																																																																		
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</p>						<table border="1"> <tr> <td>PCI=</td> <td>100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>23</td> </tr> </table>		PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI=	23																																																																																																															
PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)																																																																																																																									
PCI=	23																																																																																																																									
						<table border="1"> <tr> <td><b>MUY MALO</b></td> </tr> </table>		<b>MUY MALO</b>																																																																																																																		
<b>MUY MALO</b>																																																																																																																										



## Anexo 14: Unidad de muestra 07 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																															
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																															
		INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																															
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																															
NOMBRE DE LA VÍA:		Av. Miguel Grau																																																																																																															
UNIDAD DE MUESTRA:		N° 7		EVALUADOR (ES) OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO																																																																																																													
PROGRESIVA INICIAL (Km):		0 + 835.7																																																																																																															
PROGRESIVA FINAL (Km):		0 + 882.2		FECHA: 16/05/2023																																																																																																													
ANCHO DE VÍA (m):		6.4																																																																																																															
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):		297.14																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und	2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m					9	Desnivel Carril-Berma	DN	m					10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m					11	Parches	PA	m2					12	Agregado Pulido	PU	m2								
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und																																																																																																										
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																										
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																										
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																										
5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																										
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																										
7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																										
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																														
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																														
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																														
11	Parches	PA	m2																																																																																																														
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>						Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																
Niveles de Severidad																																																																																																																	
Low	Baja	L																																																																																																															
Medium	Media	M																																																																																																															
High	Alta	H																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="3">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 - BLO</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>139.29</td> <td></td> <td></td> <td>139.29</td> <td>46.88</td> <td>32.00</td> </tr> <tr> <td>7 - FB</td> <td>H</td> <td>m</td> <td>19.00</td> <td></td> <td></td> <td>19.00</td> <td>6.39</td> <td>18.00</td> </tr> <tr> <td>7 - FB</td> <td>M</td> <td>m</td> <td>46.43</td> <td></td> <td></td> <td>46.43</td> <td>15.63</td> <td>17.00</td> </tr> <tr> <td>13 - BCH</td> <td>M</td> <td>Und</td> <td>2.00</td> <td>3.00</td> <td>1.00</td> <td>6.00</td> <td>2.02</td> <td>47.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>139.29</td> <td></td> <td></td> <td>139.29</td> <td>46.88</td> <td>34.00</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: right;"><b>Total VD =</b></td> <td><b>148</b></td> </tr> </tbody> </table>						FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	3 - BLO	M	m2	139.29			139.29	46.88	32.00	7 - FB	H	m	19.00			19.00	6.39	18.00	7 - FB	M	m	46.43			46.43	15.63	17.00	13 - BCH	M	Und	2.00	3.00	1.00	6.00	2.02	47.00	19 - DAG	M	m2	139.29			139.29	46.88	34.00																																														<b>Total VD =</b>								<b>148</b>
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																									
3 - BLO	M	m2	139.29			139.29	46.88	32.00																																																																																																									
7 - FB	H	m	19.00			19.00	6.39	18.00																																																																																																									
7 - FB	M	m	46.43			46.43	15.63	17.00																																																																																																									
13 - BCH	M	Und	2.00	3.00	1.00	6.00	2.02	47.00																																																																																																									
19 - DAG	M	m2	139.29			139.29	46.88	34.00																																																																																																									
<b>Total VD =</b>								<b>148</b>																																																																																																									
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 5</p> <p>Valor deducido más alto (HVDI): 47 <math>m = 1 + (9/98) (100 - HDV) = &lt; 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 6</p> <p style="text-align: right;"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="5">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>47</td><td>34</td><td>32</td><td>18</td><td>17</td><td>148.0</td><td>5.0</td><td>76.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>47</td><td>34</td><td>32</td><td>18</td><td>2</td><td>133.0</td><td>4.0</td><td>75.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>47</td><td>34</td><td>32</td><td>2</td><td>2</td><td>117.0</td><td>3.0</td><td>73.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>47</td><td>34</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>87.0</td><td>2.0</td><td>62.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>47</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>55.0</td><td>1.0</td><td>55.0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	1	47	34	32	18	17	148.0	5.0	76.0	2	47	34	32	18	2	133.0	4.0	75.0	3	47	34	32	2	2	117.0	3.0	73.0	4	47	34	2	2	2	87.0	2.0	62.0	5	47	2	2	2	2	55.0	1.0	55.0	6									7									8									9									10																	
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC																																																																																																									
1	47	34	32	18	17	148.0	5.0	76.0																																																																																																									
2	47	34	32	18	2	133.0	4.0	75.0																																																																																																									
3	47	34	32	2	2	117.0	3.0	73.0																																																																																																									
4	47	34	2	2	2	87.0	2.0	62.0																																																																																																									
5	47	2	2	2	2	55.0	1.0	55.0																																																																																																									
6																																																																																																																	
7																																																																																																																	
8																																																																																																																	
9																																																																																																																	
10																																																																																																																	
<b>Máx VDC =</b>								<b>76</b>																																																																																																									
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</p>						<table border="1"> <tr> <td>PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI= 24</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td><b>MUY MALO</b></td> </tr> </table>			PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI= 24	<b>MUY MALO</b>																																																																																																						
PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)																																																																																																																	
PCI= 24																																																																																																																	
<b>MUY MALO</b>																																																																																																																	

## Anexo 15: Unidad de muestra 08 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																											
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																											
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																													
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																											
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Miguels Grau																																																																																																																												
UNIDAD DE MUESTRA:	N° 8		EVALUADOR (ES)	OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN																																																																																																																									
PROGRESIVA INICIAL (Km):	0 + 975			RAMOS MUÑOZ FRIDROY BRUNO																																																																																																																									
PROGRESIVA FINAL (Km):	1 + 21.5																																																																																																																												
ANCHO DE VÍA (m):	6.4		FECHA:	16/05/2023																																																																																																																									
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	297.14																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und	2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m					9	Desnivel Carril-Berma	DN	m					10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m					11	Parches	PA	m2					12	Agregado Pulido	PU	m2																				
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																						
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und																																																																																																																						
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																						
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																						
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																						
5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																						
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																						
7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																						
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																										
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																										
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																										
11	Parches	PA	m2																																																																																																																										
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> <tr> <th>Low</th> <th>Baja</th> <th>L</th> </tr> <tr> <th>Medium</th> <th>Media</th> <th>M</th> </tr> <tr> <th>High</th> <th>Alta</th> <th>H</th> </tr> </thead> </table>						Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																												
Niveles de Severidad																																																																																																																													
Low	Baja	L																																																																																																																											
Medium	Media	M																																																																																																																											
High	Alta	H																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 - FLT</td> <td>M</td> <td>m</td> <td>41.93</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>41.93</td> <td>14.11</td> <td>40.00</td> </tr> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>139.29</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>139.29</td> <td>46.88</td> <td>45.00</td> </tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: right;"><b>Total VD =</b></td> <td></td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table>						FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	10 - FLT	M	m	41.93				41.93	14.11	40.00	19 - DAG	M	m2	139.29				139.29	46.88	45.00																																																																																	<b>Total VD =</b>									85
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																				
10 - FLT	M	m	41.93				41.93	14.11	40.00																																																																																																																				
19 - DAG	M	m2	139.29				139.29	46.88	45.00																																																																																																																				
<b>Total VD =</b>									85																																																																																																																				
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 2</p> <p>Valor deducido más alto (HVDi): 45     <math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) = &lt; 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 6     <b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>45</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td>85.0</td> <td>2.0</td> <td>61.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>45</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>47.0</td> <td>1.0</td> <td>47.0</td> </tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;"><b>Máx VDC =</b></td> <td>61</td> </tr> </tbody> </table>						N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	1	45	40			85.0	2.0	61.0	2	45	2			47.0	1.0	47.0	3								4								5								6								7								8								9								10								<b>Máx VDC =</b>							61																								
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC																																																																																																																						
1	45	40			85.0	2.0	61.0																																																																																																																						
2	45	2			47.0	1.0	47.0																																																																																																																						
3																																																																																																																													
4																																																																																																																													
5																																																																																																																													
6																																																																																																																													
7																																																																																																																													
8																																																																																																																													
9																																																																																																																													
10																																																																																																																													
<b>Máx VDC =</b>							61																																																																																																																						
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI= 39</td> </tr> </table> <p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO: <b>MALO</b></p>						PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI= 39																																																																																																																						
PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)																																																																																																																													
PCI= 39																																																																																																																													

## Anexo 16: Unidad de muestra 09 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																											
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																											
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																													
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																											
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Miguels Grau																																																																																																																												
UNIDAD DE MUESTRA:	N° 9		EVALUADOR (ES)	OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN																																																																																																																									
PROGRESIVA INICIAL (Km):	1 + 114			RAMOS MUÑOZ FRIDROY BRUNO																																																																																																																									
PROGRESIVA FINAL (Km):	1 + 160.8																																																																																																																												
ANCHO DE VÍA (m):	6.4		FECHA:	16/05/2023																																																																																																																									
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	297.14																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und	2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m					9	Desnivel Carril-Berma	DN	m					10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m					11	Parches	PA	m2					12	Agregado Pulido	PU	m2																				
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																						
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und																																																																																																																						
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																						
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																						
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																						
5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																						
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																						
7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																						
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																										
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																										
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																										
11	Parches	PA	m2																																																																																																																										
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>						Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																												
Niveles de Severidad																																																																																																																													
Low	Baja	L																																																																																																																											
Medium	Media	M																																																																																																																											
High	Alta	H																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>M</td> <td>m2</td> <td>297.14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>297.14</td> <td>100.00</td> <td>44.00</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: right;"><b>Total VD =</b></td> <td></td> <td><b>44</b></td> </tr> </tbody> </table>						FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	19 - DAG	M	m2	297.14				297.14	100.00	44.00																																																																																											<b>Total VD =</b>									<b>44</b>
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																				
19 - DAG	M	m2	297.14				297.14	100.00	44.00																																																																																																																				
<b>Total VD =</b>									<b>44</b>																																																																																																																				
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 1</p> <p>Valor deducido más alto (HVDi): 44     <math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) = &lt; 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 6</p> <p style="text-align: right;"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>44</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>44.00</td> <td>1.00</td> <td>44.00</td> </tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;"><b>Máx VDC =</b></td> <td><b>44</b></td> </tr> </tbody> </table>						N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	1	44				44.00	1.00	44.00	2								3								4								5								6								7								8								9								10								<b>Máx VDC =</b>							<b>44</b>																								
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC																																																																																																																						
1	44				44.00	1.00	44.00																																																																																																																						
2																																																																																																																													
3																																																																																																																													
4																																																																																																																													
5																																																																																																																													
6																																																																																																																													
7																																																																																																																													
8																																																																																																																													
9																																																																																																																													
10																																																																																																																													
<b>Máx VDC =</b>							<b>44</b>																																																																																																																						
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PCI=</td> <td>100 - (Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>56</td> </tr> </table>						PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)	PCI=	56																																																																																																																				
PCI=	100 - (Máx VDC o Total VD)																																																																																																																												
PCI=	56																																																																																																																												
<p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>BUENO</b></td> </tr> </table>						<b>BUENO</b>																																																																																																																							
<b>BUENO</b>																																																																																																																													

## Anexo 17: Unidad de muestra 10 - PCI

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																																																																																																																											
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)																																																																																																																											
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																													
PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023																																																																																																																											
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Miguel Grau																																																																																																																												
UNIDAD DE MUESTRA:	N° 10	EVALUADOR (ES)	OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN																																																																																																																										
PROGRESIVA INICIAL (Km):	1 + 253.6		RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO																																																																																																																										
PROGRESIVA FINAL (Km):	1 + 300																																																																																																																												
ANCHO DE VÍA (m):	6.4	FECHA:	16/05/2023																																																																																																																										
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):	297.14																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> <th>N°</th> <th>Tipo de Falla</th> <th>Cod.</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td><td>13</td><td>Baches</td><td>BCH</td><td>und</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fisuras en bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td><td>17</td><td>Fisura parabólica</td><td>FP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fisura de borde</td><td>FB</td><td>m</td><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> <tr><td>8</td><td>Fisura de reflexion de junta</td><td>FR</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril-Berma</td><td>DN</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Fisuras Longitudinales y transversales</td><td>FLT</td><td>m</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Parches</td><td>PA</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Agregado Pulido</td><td>PU</td><td>m2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und	2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2	6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	8	Fisura de reflexion de junta	FR	m					9	Desnivel Carril-Berma	DN	m					10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m					11	Parches	PA	m2					12	Agregado Pulido	PU	m2																				
N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad	N°	Tipo de Falla	Cod.	Unidad																																																																																																																						
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches	BCH	und																																																																																																																						
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																						
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																						
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																						
5	Corrugación	COR	m2	17	Fisura parabólica	FP	m2																																																																																																																						
6	Depresión	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																						
7	Fisura de borde	FB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																						
8	Fisura de reflexion de junta	FR	m																																																																																																																										
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m																																																																																																																										
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m																																																																																																																										
11	Parches	PA	m2																																																																																																																										
12	Agregado Pulido	PU	m2																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Niveles de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>						Niveles de Severidad			Low	Baja	L	Medium	Media	M	High	Alta	H																																																																																																												
Niveles de Severidad																																																																																																																													
Low	Baja	L																																																																																																																											
Medium	Media	M																																																																																																																											
High	Alta	H																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD(%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19 - DAG</td> <td>H</td> <td>m2</td> <td>297.14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>297.14</td> <td>100.00</td> <td>78.00</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>Total VD =</b></td> <td><b>78</b></td> </tr> </tbody> </table>						FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	19 - DAG	H	m2	297.14				297.14	100.00	78.00																																																																																																			<b>Total VD =</b>	<b>78</b>
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																				
19 - DAG	H	m2	297.14				297.14	100.00	78.00																																																																																																																				
								<b>Total VD =</b>	<b>78</b>																																																																																																																				
<p>Número de valores deducidos &gt; 2 (q): 1</p> <p>Valor deducido más alto (HVDi): 78 <math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) = &lt; 10</math></p> <p>Número máximo de valores deducidos (mi): m = 3</p> <p style="text-align: right;"><b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b></p>																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="4">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>78</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>78.00</td> <td>1.00</td> <td>78.00</td> </tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td><b>Máx VDC =</b></td> <td><b>78</b></td> </tr> </tbody> </table>						N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	1	78				78.00	1.00	78.00	2								3								4								5								6								7								8								9								10															<b>Máx VDC =</b>	<b>78</b>																							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC																																																																																																																						
1	78				78.00	1.00	78.00																																																																																																																						
2																																																																																																																													
3																																																																																																																													
4																																																																																																																													
5																																																																																																																													
6																																																																																																																													
7																																																																																																																													
8																																																																																																																													
9																																																																																																																													
10																																																																																																																													
							<b>Máx VDC =</b>	<b>78</b>																																																																																																																					
<p>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</p> <p>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</p>						<p>PCI= 100 - (Máx VDC o Total VD)</p> <p>PCI= 22</p> <p style="text-align: center;"><b>MUY MALO</b></p>																																																																																																																							

Anexo 18: Correlación de categoría de acción con un rango de PCI

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 - 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 - 70	Muy Bueno	
	70 - 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 - 40	Regular	
Rehabilitación - Refuerzo Estructural	40 - 25	Malo	
Rehabilitación - Reconstrucción	25 - 10	Muy Malo	
	10 - 0	Fallado	

Anexo 19: Relación de tipo de eje para determinar ejes equivalentes (EE)

Tipo de Eje	Eje Equivalente $EE_{8.2 Tr}$
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{s1}$ )	$EE_{s1} = [P/6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{s2}$ )	$EE_{s2} = [P/8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
Eje Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$
Eje Trídem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Anexo 20: Factor carril y direccional

Número de calzada	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 calzada con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentido	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25

Anexo 21: Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25 mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico



Anexo 24: Espesores mínimos de la capa superficial y base

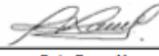
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
<b>Resto de Caminos</b>	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

## Anexo 25: Especificaciones técnicas del cemento asfáltico 60/70



### REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFÁLTICO 60/70

LOTE No. 60/70-005-12-2022

<b>REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A</b> Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla	<b>RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b> 25/12/2022 00:01:25	<b>FECHA DE CERTIFICACIÓN</b> 25/12/2022 16:26:48
<b>PRODUCTO</b> Cemento Asfáltico 60/70	<b>TANQUE</b> 333A	<b>DESTINO DE PRODUCTO</b> Operaciones de Despacho
<b>PROCEDECIA</b> Almacenamiento	<b>VOLUMEN CERTIFICADO, m³</b> 1985	<b>BUQUE TANQUE</b>
PROPIEGADES	MÉTODO	RESULTADO
	ASTM / OTROS	
<b>PENETRACIÓN</b>		
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm	D 5 / AASHTO T 49	63
<b>DUCTILIDAD</b>		
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 150
<b>VOLATILIDAD</b>		
Gravedad Específica a 15.6 °C/15.6°C	D 70 / AASHTO T 228	1.0286
Punto de Inflamación, °C	D 92 / AASHTO T 48	336.0
Gravedad API, °API	D 70 / AASHTO T 228	6.1
<b>FLUIDEZ</b>		
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	48.2
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D 445	3350
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D 2170 / AASHTO T 201	373.3
<b>ENSAYOS DE PELICULA FINA</b>		
Pérdida por Calentamiento, % m	D 1754 / AASHTO T 179	0.35
Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original	D 5 / AASHTO T 49	55.6
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 150
<b>SOLUBILIDAD</b>		
Solubilidad en tricloroetileno, % m	D 2042 / AASHTO T 44	99.96
<b>OTROS</b>		
Índice de Penetración	UNE-EN 12591	-1.1
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo
<b>OBSERVACIONES:</b> PRODUCTO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES ASTM D946, AASHTO M 20-70 Y NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 321.051		
<b>DISTRIBUCIÓN</b> - Operaciones de Despacho - TyT - Laboratorio	<b>FECHA DE EMISIÓN</b>  25/12/2022	<b>LABORATORIO</b>   Pedro Ramos M. Gerente de Laboratorio

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL



# Anexo 27: Análisis granulométrico por tamizado C-1

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 1-3

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

---

**Datos de la Muestra:**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 3944.8

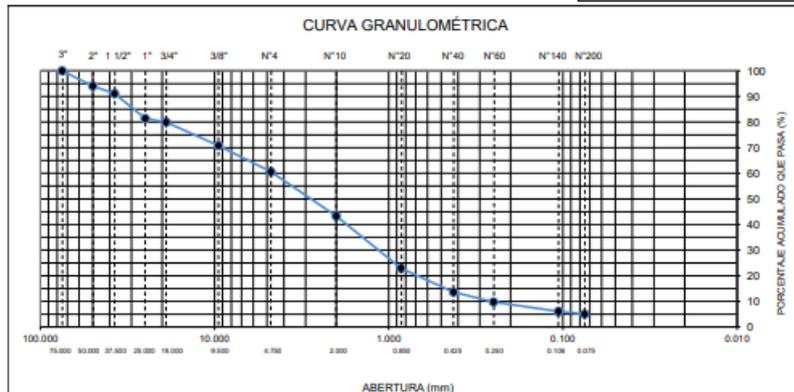
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	233.8	5.9	94.1
1 1/2"	37.500	116.5	3.0	91.1
1"	25.000	383.3	9.7	81.4
3/4"	19.000	56.5	1.4	80.0
3/8"	9.500	382.2	9.2	79.8
N° 4	4.750	403.1	10.2	69.6
N° 10	2.000	682.0	17.3	43.3
N° 20	0.850	802.3	20.3	22.9
N° 40	0.425	387.9	9.3	13.6
N° 60	0.250	152.4	3.9	9.8
N° 140	0.106	144.4	3.7	6.1
N° 200	0.075	40.8	1.0	5.1
-200.00		199.8	5.1	0.0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	39.4
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	55.5
% Finos [ < N° 200]	5.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	1.4

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SW-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra :	ARENA BIEN GRADADA CON LIMO



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

Realizado por :

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 28: Ensayo de contenido de humedad C-1

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 2-3

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

#### DATOS DE LA MUESTRA

**Cantera** : -  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

Recipiente N°		1	2
Masa de suelo humedo + recipiente	g	984.0	856.6
Masa de suelo seco + recipiente	g	972.4	845.6
Masa de recipiente	g	81.0	71.1
Masa de agua	g	11.6	11.0
Masa de suelo seco	g	891.4	774.5
Contenido de agua	%	1.3	1.4
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>1.4</b>	

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
**Realizado por :**

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 29: Ensayo de límite de consistencia C-1

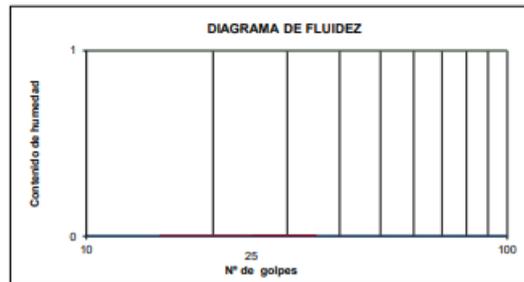
	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3
		Fecha : 25/03/23
		Página : 3-3

## ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la Muestra**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -  
**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
**Realizado por :**

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 30: Análisis granulométrico por tamizado C-2

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 1-3

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

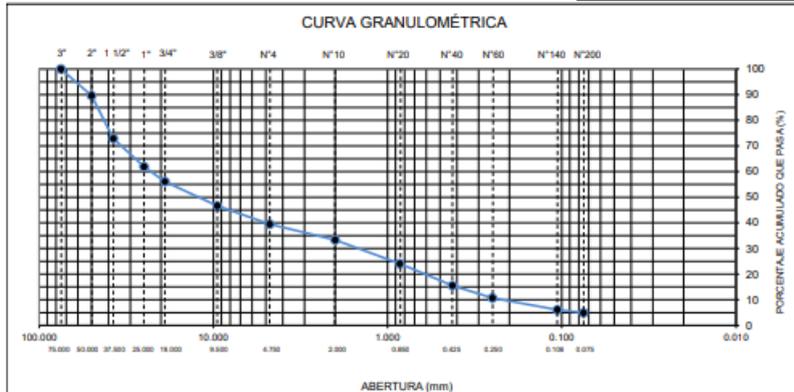
**Datos de la Muestra:**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-2  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -  
**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 4424.2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	461.6	10.4	89.6
1 1/2"	37.500	738.7	16.7	72.9
1"	25.000	483.8	10.9	81.9
3/4"	19.000	258.7	5.8	94.2
3/8"	9.500	418.0	9.4	90.6
N° 4	4.750	315.9	7.1	92.9
N° 10	2.000	274.3	6.2	93.8
N° 20	0.850	408.3	9.2	90.8
N° 40	0.425	376.6	8.5	91.5
N° 60	0.250	215.5	4.9	95.1
N° 140	0.106	203.1	4.6	95.4
N° 200	0.075	51.6	1.2	98.8
-200.00		218.1	4.9	93.9

% Grava [N° 4 < f < 3"]	60.5
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	34.6
% Finos [ < N° 200]	4.9
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Indice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP
<b>Contenido de Humedad ASTM D-2216-05</b>	
Humedad (%)	0.9
<b>CLASIFICACIÓN</b>	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 3487-05	GP
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra : GRAVA POBREMENTE GRADADA	



Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

Realizado por:

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 31: Ensayo de contenido de humedad C-2

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 2-3

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

#### DATOS DE LA MUESTRA

**Cantera** : -  
**Calicata** : C-2  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 08/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	1156.0	1123.3
Masa de suelo seco + recipiente g	1146.0	1113.7
Masa de recipiente g	77.0	65.6
Masa de agua g	10.0	9.6
Masa de suelo seco g	1069.0	1048.1
Contenido de agua %	0.9	0.9
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>0.9</b>	

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
**Realizado por :**

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 32: Ensayo de límite de consistencia C-2

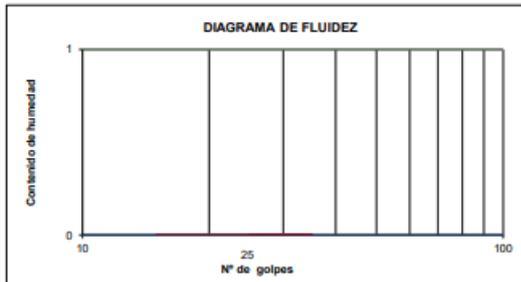
	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 3-3

### ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

N° INFORME : JCH 23-111  
 SOLICITANTE : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
 ENTIDAD : -  
 PROYECTO : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
 UBICACIÓN : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la Muestra**  
 Canteras : -  
 Calicata : C-2  
 Muestra : M-1  
 Prof. (m) : 0.00-1.50  
 Cota (msnm) : -  
 Coordenadas : -  
 Fecha de Recepción : 06/05/2023  
 Fecha de Ejecución : 09/05/2023  
 Fecha de Emisión : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
 Realizado por :

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---



*Jean Chavez R*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 33: Análisis granulométrico por tamizado C-3

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3
		Fecha : 26/03/23
		Página : 1-3

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la Muestra:**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-3  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 3906.3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	339.5	8.7	91.3
1 1/2"	37.500	806.1	20.6	79.7
1"	25.000	294.2	7.5	92.5
3/4"	19.000	135.6	3.5	96.5
3/8"	9.500	455.5	11.7	88.3
N° 4	4.750	310.7	8.0	92.0
N° 10	2.000	310.4	7.9	92.1
N° 20	0.850	280.3	7.2	92.8
N° 40	0.425	220.5	5.6	94.4
N° 60	0.250	162.4	4.2	95.8
N° 100	0.150	110.8	2.8	97.2
N° 200	0.075	69.7	1.8	98.2
-200.00		307.2	7.9	92.1

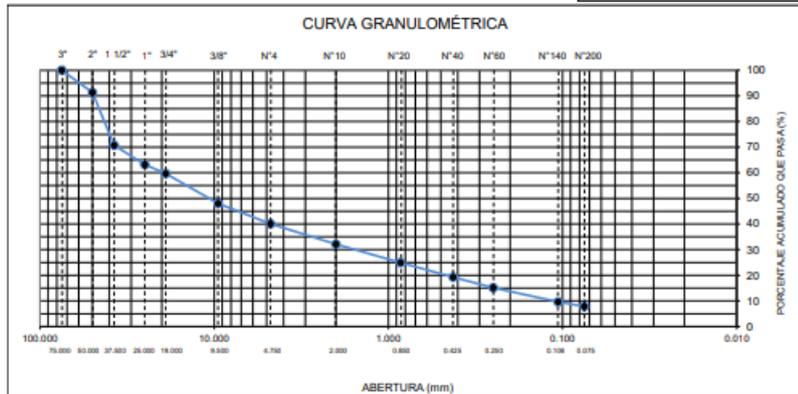
% Grava [N° 4 < f < 3"]	59.9
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	32.2
% Finos [ < N° 200]	7.9

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Indice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

<b>Contenido de Humedad ASTM D-2216-05</b>	
Humedad (%)	2.4

<b>CLASIFICACIÓN</b>	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GW-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra: GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO



Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

Realizado por:

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003



*Jean Chavez R*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 34: Ensayo de contenido de humedad C-3

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 2-3

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

#### DATOS DE LA MUESTRA

**Cantera** : -  
**Calicata** : C-3  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 08/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	1149.0	1163.3
Masa de suelo seco + recipiente g	1124.4	1138.0
Masa de recipiente g	84.0	92.5
Masa de agua g	24.6	25.3
Masa de suelo seco g	1040.4	1045.5
Contenido de agua %	2.4	2.4
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>2.4</b>	

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
**Realizado por :**

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 35: Ensayo de límite de consistencia C-3

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 3-3

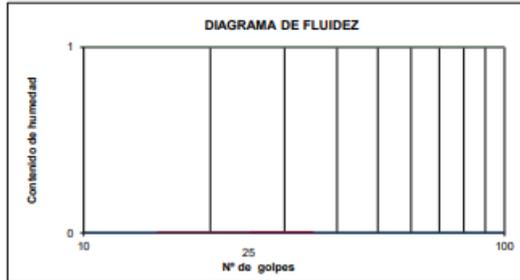
## ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la Muestra**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-3  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
Realizado por :

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 36: Análisis granulométrico por tamizado C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 1-3

**Nº INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la Muestra:**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-4  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -  
**Fecha de Recepción** : 06/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 4287.2

TAMZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	499.1	11.6	88.4
1 1/2"	37.500	488.3	10.9	77.4
1"	25.000	326.6	7.6	69.8
3/4"	19.000	245.9	5.7	64.1
3/8"	9.500	468.1	10.9	53.2
Nº 4	4.750	308.3	7.2	46.0
Nº 10	2.000	350.0	8.2	37.8
Nº 20	0.850	355.9	8.3	29.5
Nº 40	0.425	246.8	5.8	23.8
Nº 60	0.250	157.5	3.7	20.1
Nº 140	0.106	224.3	5.2	14.9
Nº 200	0.075	93.3	2.2	12.7
-200.00		543.3	12.7	0.0

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	54.0
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	33.3
% Finos [ < Nº 200]	12.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

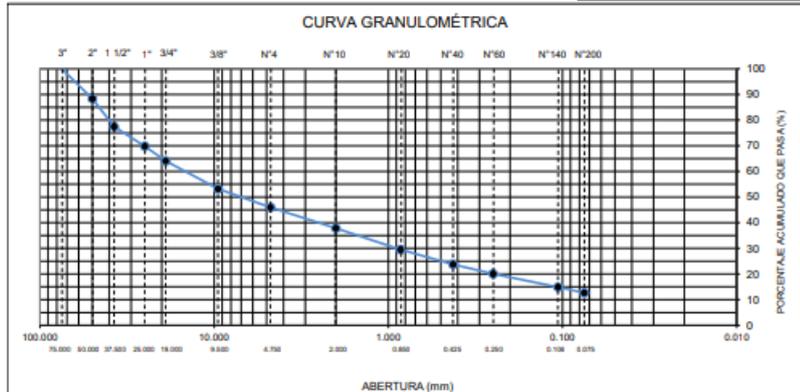
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2.7

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra :	GRAVA LIMOSA
-----------------------------	--------------



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

Realizado por :

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003


  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 193667

# Anexo 37: Ensayo de contenido de humedad C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 2-3

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b>	: -		
<b>Calicata</b>	: C-4		
<b>Muestra</b>	: M-1		
<b>Prof. (m)</b>	: 0.00-1.50	<b>Fecha de Recepción</b>	: 06/05/2023
<b>Cota (msnm)</b>	: -	<b>Fecha de Ejecución</b>	: 09/05/2023
<b>Coordenadas</b>	: -	<b>Fecha de Emisión</b>	: 13/05/2023

Recipiente N°		1	2
Masa de suelo humedo + recipiente	g	1350.0	1263.3
Masa de suelo seco + recipiente	g	1317.6	1231.0
Masa de recipiente	g	81.0	85.5
Masa de agua	g	32.4	32.3
Masa de suelo seco	g	1236.6	1145.5
Contenido de agua	%	2.6	2.8
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>2.7</b>	

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
**Realizado por :**

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 38: Ensayo de límite de consistencia C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 3 Fecha : 25/03/23 Página : 3-3

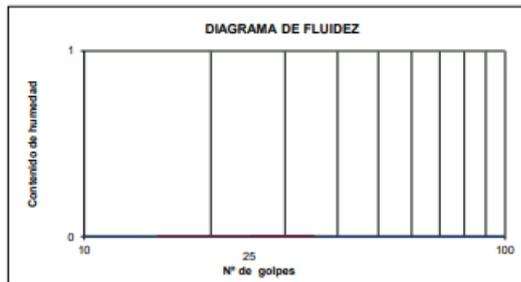
## ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : Ochoa Palomino Abdón brechman & Ramos Muñoz fridoy Bruno  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la Muestra**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-4  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 0.00-1.50  
**Cota (msnm)** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 08/05/2023  
**Fecha de Ejecución** : 09/05/2023  
**Fecha de Emisión** : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
Realizado por :

Equipos	Código
Cope Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 39: Resultado de Proctor modificado C-2

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-19
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2 Fecha : 01/03/23 Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-111  
 SOLICITANTE : OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN  
 ENTIDAD : RAMOS MUÑOZ FRIDUY BRUNO  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
 UBICACIÓN : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA  
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 06/05/23  
 Fecha de Ejecución : 09/05/23

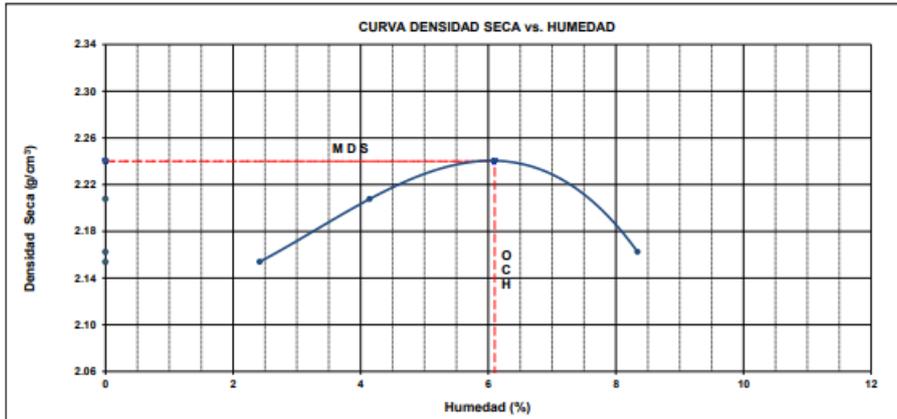
Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : GP  
 Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 0.00-1.50

Peso específico : -  
 Metodo : C COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11112	11310	11476	11403
Masa del Molde (g)	6420	6420	6420	6420
Masa suelo compacto (g)	4692	4890	5056	4983
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2127.0	2127.0	2127.0	2127.0
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.206	2.299	2.377	2.343
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.154	2.208	2.240	2.162

Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	600.8	616.5	612.7	623.3
Recipiente + suelo seco (g)	587.9	594.2	582.3	581.3
Masa del agua (g)	12.9	22.3	30.4	42.0
Masa de tara (g)	54.1	55.4	53.7	77.6
Masa suelo seco (g)	533.8	538.8	498.6	503.7
Contenido de humedad(%)	2.4	4.1	6.1	8.3

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 2.240  
 Óptimo Contenido Humedad (%) : 6.1



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.  
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 40: Resultado CBR C-2

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2
		Fecha : 01/03/23
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 23-111  
 OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN  
 SOLICITANTE : RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO  
 ENTIDAD :  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
 UBICACIÓN : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA  
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 06/05/23  
 Fecha de Ejecución : 09/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : -  
 Calicata : C-2 Coordenadas : -  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 0.00-1.50  
 Clasificación SUCS : GP  
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

MDS (gr/cm3) : 2.240  
 OCH (%) : 6.1

**COMPACTACIÓN**

N° molde	I		II		III	
	86		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	13455	13602	12709	12851	11903	12123
Peso del Molde (g)	8402	8402	7752	7752	7101	7101
Peso suelo compacto (g)	5054	5200	4948	5099	4802	5022
Volumen del suelo (cm3)	2126	2126	2144	2144	2152	2152
Densidad Humeda (g/cm3)	2.377	2.446	2.308	2.379	2.231	2.333
Densidad seca (g/cm3)	2.240	2.294	2.175	2.224	2.104	2.171

**HUMEDAD**

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	652.1	645.6	614.1	611.3	692.6	626.7
Tara + suelo seco (g)	619.0	609.7	583.1	577.2	658.5	589.5
Peso del agua (g)	33.1	35.9	31.0	34.1	34.1	37.2
Peso de tara (g)	77.3	67.2	78.7	86.6	96.7	91.4
Peso suelo seco (g)	541.7	542.5	504.4	491.5	561.8	498.1
Contenido de humedad(%)	6.1	6.6	6.1	6.9	6.1	7.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
10/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
11/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
12/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
13/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III		
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN		
			Lb pulg2	CBR (%)	Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)	
0.000		0				0				
0.025		54.4				41.9			29.3	
0.050		169.0				130.0			91.0	
0.075		327.4				251.9			176.3	
0.100	1000	530.8	760.7	76.1	408.3	585.2	58.5	285.8	409.5	41.0
0.125		695.9			535.3			374.7		
0.150		849.6			653.6			457.5		
0.175		1038.6			799.0			559.3		
0.200	1500	1266.8	1510.0	100.7	974.5	1160.0	77.3	682.1	812.0	54.1
0.300		1962.1			1509.1			1056.3		
0.400		2512.6			1932.8			1352.9		
0.500		3042.3			2340.3			1638.2		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.  
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.  
 Realizado por Tec. J.Ch

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



*Jean Chavez R*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 41: Resultado grafico del CBR C-2

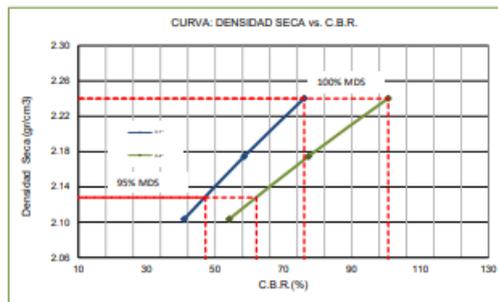
	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2 Fecha : 01/03/23 Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

<b>N° INFORME</b>	: JCH 23-111	<b>Fecha de Recepción</b>	: 06/05/23
<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN	<b>Fecha de Ejecución</b>	: 09/05/23
<b>ENTIDAD</b>	: RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO		
<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".		
<b>UBICACIÓN</b>	: AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA		
<b>FECHA</b>	: MAYO DEL 2023		

<b>Cantera</b>	: -	<b>Cota (msnm)</b>	: -	<b>Clasificación SUCS</b>	: GP
<b>Calicata</b>	: C-2	<b>Coordenadas</b>	: -	<b>Clasificación AASHTO</b>	: A-1-a(0)
<b>Muestra</b>	: M-1				
<b>Prof.(m)</b>	: 0.00-1.50				

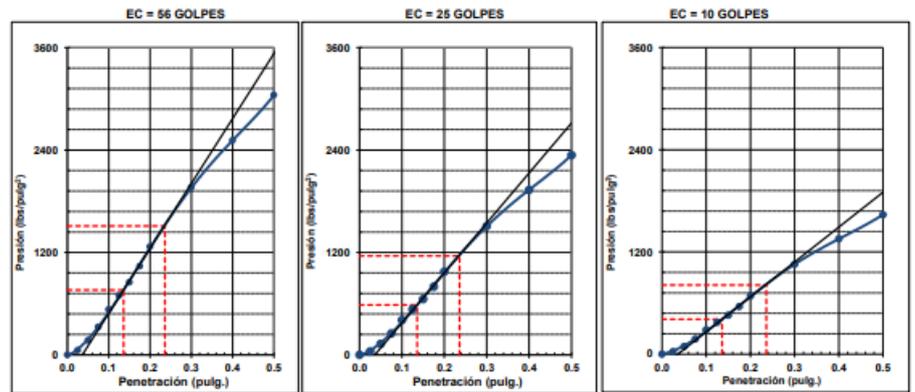


<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>	: 2.240
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 6.1
<b>95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>	: 2.128

<b>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"</b>	: 76.1	<b>0.2"</b>	: 100.7
<b>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"</b>	: 47.2	<b>0.2"</b>	: 62.1

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	=	76.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	=	47.2
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	=	100.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	=	62.1



**Observaciones** : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 42: Resultado de Proctor modificado C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-19
		Revisión : 2
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Fecha : 01/03/23
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

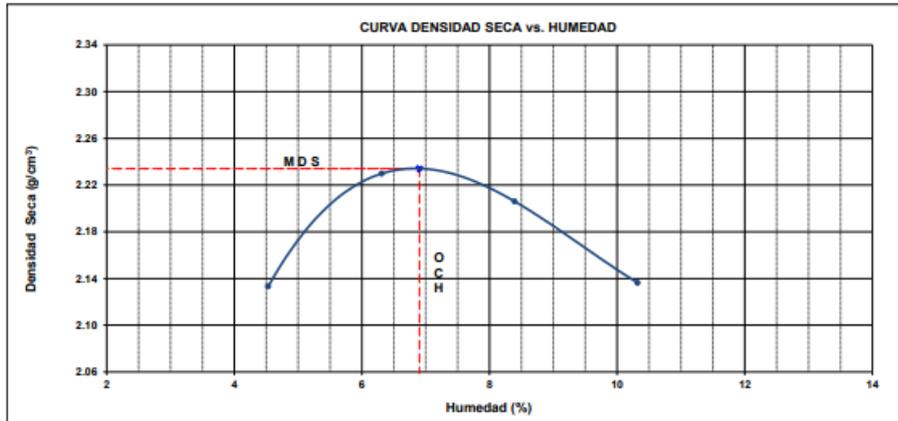
N° INFORME : JCH 23-111	Fecha de Recepción : 06/05/23
SOLICITANTE : OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN	Fecha de Ejecución : 09/05/23
ENTIDAD : RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".	
UBICACIÓN : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA	
FECHA : MAYO DEL 2023	

Cantera : -	Cota (msnm) : -	Clasificación SUCS : GM
Calicata : C-4	Coordenadas : -	Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
Muestra : M-1		
Prof.(m) : 0.00-1.50		

COMPACTACIÓN				
Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11163	11462	11606	11433
Masa del Molde (g)	6420	6420	6420	6420
Masa suelo compacto (g)	4743	5042	5086	5013
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2127.0	2127.0	2127.0	2127.0
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.230	2.370	2.391	2.357
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.133	2.230	2.206	2.136

HUMEDAD				
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	669.8	623.5	656.4	692.6
Recipiente + suelo seco (g)	644.1	591.1	613.7	636.3
Masa de agua (g)	25.7	32.4	44.7	56.3
Masa de tara (g)	77.0	77.5	81.1	90.8
Masa suelo seco (g)	567.1	513.6	532.6	545.5
Contenido de humedad(%)	4.5	6.3	8.4	10.3

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **2.234**  
Óptimo Contenido Humedad (%) : **6.9**



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002

Realizado por : Tec. J.Ch



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*J. Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 43: Resultado CBR C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisió : 2 Fecha : 01/03/23 Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 23-111  
 SOLICITANTE : OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN  
 ENTIDAD : RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
 UBICACIÓN : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA  
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 06/05/23  
 Fecha de Ejecución : 09/05/23  
 Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : GM  
 Calicata : C-4 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 0.00-1.50  
 MDS (gr/cm3) : 2.234  
 OCH (%) : 6.9

N° molde	COMPACTACIÓN					
	I 56		II 25		III 10	
N° de golpes por capa	No saturado		No saturado		No saturado	
Condición de la muestra	Saturado		Saturado		Saturado	
Peso del molde + Suelo compacto (g)	11661	11714	11303	11383	11320	11452
Peso del Molde (g)	6597	6597	6420	6420	6600	6600
Peso suelo compacto (g)	5064	5117	4883	4963	4720	4852
Volumen del suelo (cm3)	2121	2121	2110	2110	2120	2120
Densidad Humeda (g/cm3)	2.387	2.412	2.314	2.352	2.227	2.289
Densidad seca (g/cm3)	2.234	2.246	2.164	2.182	2.081	2.113

Tara N°	HUMEDAD					
	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	604.7	645.2	639.4	611.3	611.1	687.4
Tara + suelo seco (g)	571.0	604.6	602.8	571.6	575.5	646.0
Peso del agua (g)	33.7	40.6	36.6	39.7	35.6	47.4
Peso de tara (g)	86.1	85.4	74.9	61.8	65.9	71.3
Peso suelo seco (g)	490.9	549.2	527.9	509.8	509.6	568.7
Contenido de humedad(%)	6.9	7.4	6.9	7.8	7.0	8.3

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
				09/05/2023	0		8:06:00 a. m.	0		0.00	0.00
10/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
11/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
12/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
13/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	PENETRACIÓN							
			I		II		III			
			CORRECCIÓN Lb	CBR (%)	CORRECCIÓN Lb	CBR (%)	CORRECCIÓN Lb	CBR (%)		
0.000		0								
0.025		36.7			25.7			14.7		
0.050		107.2			75.0			42.9		
0.075		222.5			155.8			89.0		
0.100	1000	379.7	745.1	74.5	265.8	521.6	52.2	151.9	298.1	29.8
0.125		556.6			389.6			222.6		
0.150		734.3			514.0			293.7		
0.175		922.3			645.6			368.9		
0.200	1500	1165.4	1483.0	98.9	815.8	1050.0	70.0	466.2	610.0	40.7
0.300		1859.3			1301.5			743.7		
0.400		2423.3			1696.3			969.3		
0.500		2943.9			2060.8			1177.6		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.  
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.  
 Realizado por Tec. J.Ch

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



*Jean Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 44: Resultado grafico del CBR C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2 Fecha : 01/03/23 Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

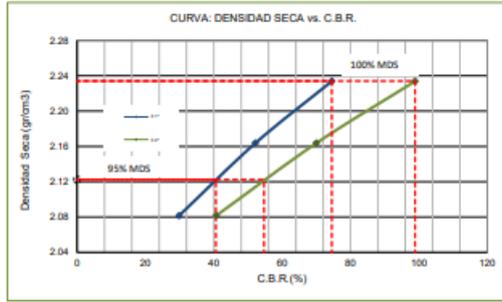
N° INFORME : JCH 23-111  
 SOLICITANTE : OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN  
 ENTIDAD : RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".

Fecha de Recepción : 06/05/23  
 Fecha de Ejecución : 09/05/23

UBICACIÓN : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA  
 FECHA : MAYO DEL 2023

Cantera : + Cota (msnm) : +  
 Calicata : C-4 Coordenadas : +  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 0.00-1.50

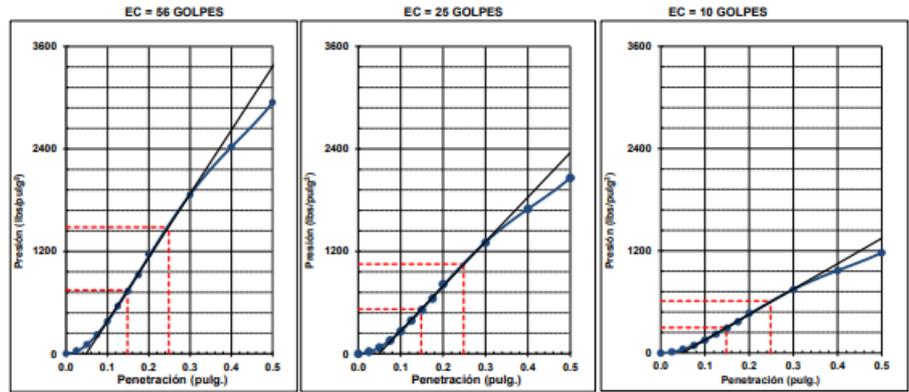
Clasificación SUCS : GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.234  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.122

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	74.5	0.2"	98.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	40.6	0.2"	54.7

**RESULTADOS:**  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 74.5  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 40.6  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 98.9  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 54.7



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



*Jean Chavez R*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## ANEXO 45: Resultado del ensayo de densidad mínima y máxima C-1

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario : D-13
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2
		Fecha : 03/01/23
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA**  
NLT-204, 205

**N° INFORME :** JCH 23-111  
**SOLICITANTE :** OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO  
**PROYECTO :** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
**UBICACIÓN :** AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA

**Datos de la muestra**

Calicata : C-1	Aeropuerto : -	Fecha de Recepción : 06/05/23
Muestra : M-1	Dist. : -	Fecha de Ejecución : 08/09/23
Prof.(m) : 0.00-1.50	Coordenadas : -	Fecha de Emisión : 20/05/23

**Densidad Mínima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5767	5752	5771	/	
Recipiente (g)	4184	4184	4184		
Muestra (g)	1583	1568	1587		
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945		
Densidad mínima (g/cm <sup>3</sup> )	1.675	1.659	1.679		
Densidad mínima promedio (g/cm <sup>3</sup> )	1.671				

**Densidad Máxima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5965	5944	5936	/	
Recipiente (g)	4184	4184	4184		
Muestra (g)	1781	1760	1752		
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945		
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.885	1.862	1.854		
Densidad máxima promedio (g/cm <sup>3</sup> )	1.867				

**Observaciones :** Muestra seca.  
Material que pasa la malla N°4

**Nota :** La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*J. Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

# ANEXO 46: Resultado del ensayo de densidad mínima y máxima C-2

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario : D-13
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2
		Fecha : 03/01/23
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA**  
**NLT-204, 205**

**N° INFORME :** JCH 23-111  
**SOLICITANTE :** OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDUY BRUNO  
**PROYECTO :** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE "INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
**UBICACIÓN :** AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA

**Datos de la muestra**  
**Calicata :** C-2 **Aeropuerto :** - **Fecha de Recepción :** 06/05/23  
**Muestra :** M-1 **Dist. :** - **Fecha de Ejecución :** 08/09/23  
**Prof.(m) :** 0.00-1.50 **Coordenadas :** - **Fecha de Emisión :** 20/05/23

**Densidad Mínima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5732	5756	5760	/	/
Recipiente (g)	4184	4184	4184	/	/
Muestra (g)	1548	1572	1576	/	/
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945	/	/
Densidad mínima (g/cm <sup>3</sup> )	1.638	1.663	1.668	/	/
Densidad mínima promedio (g/cm <sup>3</sup> )	1.656				

**Densidad Máxima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5969	5941	5960	/	/
Recipiente (g)	4184	4184	4184	/	/
Muestra (g)	1785	1757	1776	/	/
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945	/	/
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.889	1.859	1.879	/	/
Densidad máxima promedio (g/cm <sup>3</sup> )	1.876				

**Observaciones :** Muestra seca.  
**Material que pasa la malla N°4**

**Nota :** La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



*JCh*  
**Jean Chavez R**  
 Tac. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## ANEXO 47: Resultado del ensayo de densidad mínima y máxima C-3

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario : D-13
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2
		Fecha : 03/01/23
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA  
NLT-204, 205**

N° INFORME : JCH 23-111  
 SOLICITANTE : OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO  
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
 UBICACIÓN : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA

Datos de la muestra  
 Calicata : C-3      Aeropuerto : -      Fecha de Recepción : 06/05/23  
 Muestra : M-1      Dist. : -      Fecha de Ejecución : 08/09/23  
 Prof.(m) : 0.00-1.50      Coordenadas : -      Fecha de Emisión : 20/05/23

**Densidad Mínima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5789	5801	5782		
Recipiente (g)	4184	4184	4184		
Muestra (g)	1605	1617	1598		
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945		
Densidad mínima (g/cm <sup>3</sup> )	1.698	1.711	1.691		
Densidad mínima promedio (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.700</b>				

**Densidad Máxima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5957	5940	5922		
Recipiente (g)	4184	4184	4184		
Muestra (g)	1773	1756	1738		
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945		
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.876	1.858	1.839		
Densidad máxima promedio (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.858</b>				

Observaciones : Muestra seca.  
 Material que pasa la malla N°4

Nota : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



*JCh*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## ANEXO 48: Resultado del ensayo de densidad mínima y máxima C-4

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario : D-13
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 2
		Fecha : 03/01/23
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA  
NLT-204, 205**

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : OCHOA PALOMINO ABDÓN BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO  
**PROYECTO** : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICO COMO MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA 2023".  
**UBICACIÓN** : AVENIDA MIGUEL GRAU, JICAMARCA

**Datos de la muestra**  
 Calicata : C-4                                      Aeropuerto : -                                      Fecha de Recepción : 06/05/23  
 Muestra : M-1                                        Dist. : -    Fecha de Ejecución : 08/09/23  
 Prof.(m) : 0.00-1.50                              Coordenadas : -                                      Fecha de Emisión : 20/05/23

**Densidad Mínima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5712	5723	5731	/	
Recipiente (g)	4184	4184	4184		
Muestra (g)	1528	1539	1547		
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945		
Densidad mínima (g/cm <sup>3</sup> )	1.617	1.629	1.637		
<b>Densidad mínima promedio (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.628</b>				

**Densidad Máxima**

Número de prueba	1	2	3	4	5
Recipiente + muestra (g)	5939	5920	5928	/	
Recipiente (g)	4184	4184	4184		
Muestra (g)	1755	1736	1744		
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	945	945	945		
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.857	1.837	1.846		
<b>Densidad máxima promedio (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.847</b>				

**Observaciones** : Muestra seca.  
 Material que pasa la malla N°4

**Nota** : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 49: Análisis granulométrico de los agregados

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	C-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	01/03/23
		Página	1 de 2

**SOLICITANTE** OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO

**PROYECTO** Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"		Cant. Dorita - Arena chancada								RESULTADO DE MEZCLA	
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200												
2 1/2"	63.500												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400												
3/4"	19.050			100.0									100.0
1/2"	12.700	67.1	32.9									20.1	79.9
3/8"	9.525	26.4	6.4		100.0							8.0	71.9
1/4"	6.350	6.3	0.1	4.5	95.5							5.0	66.9
N° 4	4.760	0.1	0.0	8.5	87.0							6.0	60.9
N° 6	3.360	0.0	0.0	11.2	75.8							7.8	53.1
N° 8	2.380	0.0	0.0	7.5	68.3							5.3	47.8
N° 10	2.000	-	0.0	10.7	57.6							7.5	40.3
N°16	1.190	-	0.0	8.7	48.9							6.1	34.2
N° 20	0.840	-	0.0	8.6	40.3							6.0	28.2
N° 30	0.590	-	0.0	7.2	33.1							5.0	23.2
N° 40	0.426	-	0.0	6.0	27.1							4.2	19.0
N° 50	0.297	-	0.0	3.8	23.5							2.5	16.5
N° 80	0.177	-	0.0	8.8	14.7							6.2	10.3
N° 100	0.149	-	0.0	1.7	13.0							1.2	9.1
N° 200	0.074	-	0.0	2.7	10.3							1.9	7.2
-200	-	0.0	-	10.3	-							7.2	-

OBSERVACIONES :



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Anexo 50: Curva granulométrica de los agregados MAC - 2

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	C-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
Fecha		01/03/23	
Página		2 de 2	

N° INFORME JCH 23-111

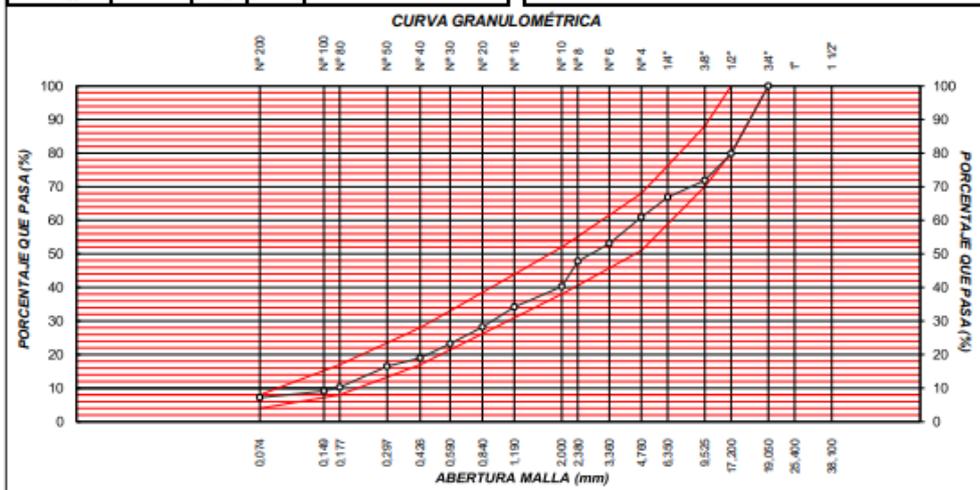
<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pan 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Icaamarca 2023	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Icaamarca	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: Mayo del 2023

**MEZCLA DE AGREGADOS**

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			GRADACIÓN MAC-2		
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)			
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050		100.0	100		
1/2"	12.700	20.1	79.9	80	-	100
3/8"	9.525	8.0	71.9	70	-	88
1/4"	6.350	5.0	66.9			
N° 4	4.750	6.0	60.9	51	-	68
N° 6	3.360	7.8	53.1			
N° 8	2.380	5.3	47.6			
N° 10	2.000	7.5	40.3	38	-	52
N° 16	1.190	6.1	34.2			
N° 20	0.840	6.0	28.2			
N° 30	0.590	5.0	23.2			
N° 40	0.425	4.2	19.0	17	-	28
N° 50	0.300	2.5	16.5			
N° 60	0.250	6.2	10.3	8	-	17
N° 100	0.149	1.2	9.1			
N° 200	0.074	1.2	7.2	4	-	8
-N° 200		7.2	-			

RESUMEN DE ENSAYO	
<b>PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS</b>	
(1) Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"	= 30%
(2) Cant. Dorita - Arena chancada	= 70%
<b>PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE</b>	
- AGREGADO GRUESO	= 39%
- AGREGADO FINO	= 61%
<b>OBSERVACIONES :</b>	
- Especificaciones del MTC EG-2013	



**Observaciones:**  
- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

# Anexo 51: Análisis granulométrico del polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código de formulario : --
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : 28/09/21
		Página : 1 de 1

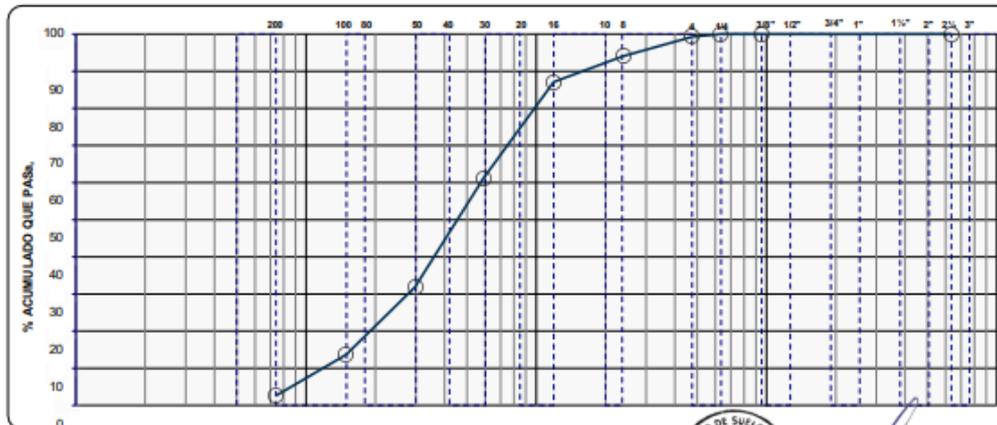
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO(NORMA MTC E - 107)

**INFORME N°** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN  
**PROYECTO** : RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO  
 : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

### Datos de la muestra

Cantera : -  
 Calicata : -  
 Muestra : Caucho  
 Profundidad (m) : -  
 Fecha de Ejecución : 05/06/23  
 Fecha de Emisión : 06/06/23

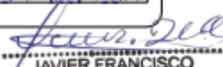
Tamiz		Material retenido				Especificaciones	
Pulgada	mm	Masa (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	mínimo (%)	máximo (%)
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						Masa Inicial (g) 110.8
1/2"	12.70						
3/8"	9.53				100.0		
1/2"	6.35				100.0		
N° 4	4.76	0.8	0.7	0.7	99.3		
N° 6				0.7	99.3		
N° 8	2.38	5.8	5.2	6.0	94.0		
N° 10				6.0	94.0		
N° 16	1.19	7.7	6.9	12.9	87.1		
N° 20				12.9	87.1		
N° 30	0.59	28.7	25.9	38.8	61.2		
N° 40				38.8	61.2		
N° 50	0.30	32.5	29.3	68.1	31.9		
N° 80				68.1	31.9		
N° 100	0.15	20.2	18.2	86.4	13.6		
N° 200	0.074	12.2	11.0	97.4	2.6		
Bandeja		2.9	2.6	100.0	0.0		



Observaciones :

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## Anexo 52: Gravedad Especifica del polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código de formulario : D-10
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 2
		Fecha : 01/03/22
		Página : 1 de 1

### GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS ASTM D-854, MTC E 113

**N° INFORME** : JCH 23-111  
**SOLICITANTE** : OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN & RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**Datos de la muestra**

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 25/05/23
Calicata	: -	Fecha de Ejecución	: 05/06/253
Muestra	: Caucho	Fecha de Emisión	: 06/06/23
Profundidad (m)	: -		
Cota	: -		
Coordenadas	: -		

Datos	1	2
Temperatura (°C)	23.9	23.8
Picnómetro (g)	88.84	87.55
Muestra seca (g)	36.94	36.69
Picnómetro + muestra seca (g)	125.78	124.24
Picnómetro + agua (g)	337.76	336.38
Masa picnómetro + muestra + agua (g)	344.2	342.68
Gravedad específica (20°C)	1.21	1.21
<b>Gravedad específica promedio (20°C)</b>	1.21	

Equipos	Código
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002

**Observaciones** : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.  
 La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante.

**Realizado por** : Téc. J. Chávez



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Anexo 53: Resultados de la mezcla patrón con 4.5 % - 5.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	1 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>ADICIÓN</b>	: -
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5		5.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28.65		28.50			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66.85		66.50			
4	-		-			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738		2.738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8	-		-			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	64.7	65.0	65.0	65.5	63.8	64.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,230.2	1,232.1	1,231.0	1,249.3	1,244.7	1,247.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,231.2	1,235.3	1,233.2	1,252.0	1,245.6	1,249.3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	723.2	731.8	728.0	742.3	742.6	741.5
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	508.0	503.5	505.2	509.7	503.0	507.8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	3.2	2.2	2.7	0.9	2.3
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.20	0.64	0.44	0.53	0.18	0.45
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2414	2440	2429	2444	2467	2448
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.422	2.447	2.437	2.451	2.475	2.456
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.687		2.667			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.9	8.9	9.3	8.1	7.2	7.9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.724		2.724			
21 V.M.A. (%)	12.4	13.3	12.5	14.5	13.7	14.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	41.6	38.3	40.9	44.1	47.3	45.0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.919		2.919			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.5		2.5			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2.1		2.6			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	5.0	4.0	6.0	10.0	9.0	9.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	745.0	694.0	695.0	1,041.1	910.0	932.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	775.0	722.0	723.0	1,083.0	946.0	969.0

LMA (620)  
JCH  
O.S. N°203



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 54: Resultados de la mezcla patrón con 5.5 % - 6.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	2 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>ADICIÓN</b>	: -
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.50			6.00	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28.35			28.20	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66.15			65.80	
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		--			--	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718	
8		--			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63.8	63.7	63.5	63.5	63.2	63.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,250.7	1,255.9	1,253.1	1,264.2	1,253.9	1,260.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,251.8	1,256.5	1,254.3	1,264.5	1,254.1	1,261.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	752.7	754.0	753.2	762.2	761.0	760.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	499.1	502.5	501.1	502.3	493.1	500.2
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.1	0.6	1.2	0.3	0.2	0.7
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.22	0.12	0.24	0.06	0.04	0.14
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2498	2492	2493	2509	2535	2512
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.506	2.499	2.501	2.517	2.543	2.520
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.647			2.627	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.3	5.6	5.5	4.2	3.2	4.1
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.724			2.724	
21 V.M.A.	13.1	13.3	13.2	13.1	12.2	13.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	59.3	58.0	58.1	68.0	73.8	68.8
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.923			2.926	
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.5			2.6	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		3.1			3.6	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	11.0	13.0	12.0	13.0	14.0	14.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,236.2	1,233.9	1,135.0	1,091.0	923.6	1,001.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,286.0	1,283.0	1,180.0	1,135.0	961.0	1,041.0

LMA (700)  
JCH  
O.S. N°203



*JChavez*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 55: Resultados de la mezcla patrón con 6.5 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	3 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>ADICIÓN</b>	: -
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL					
	6.50					
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
	28.05					
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
	65.45					
4	% DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA					
	--					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASPÁLTICO - APARENTE					
	1.010					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")					
	2.738					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK					
	2.718					
8	--					
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)					
	62.8	64.4	63.0			
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)					
	1,252.2	1,269.0	1,260.8			
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)					
	1,252.7	1,269.2	1,261.1			
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)					
	756.2	764.8	760.8			
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)					
	496.5	504.4	500.3			
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)					
	0.5	0.2	0.3			
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100					
	0.10	0.04	0.06			
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)					
	2514	2508	2513			
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)					
	2.522	2.516	2.520			
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041					
	2.607					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS					
	3.3	3.5	3.3			
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)					
	2.724					
21	V.M.A.					
	13.4	13.6	13.5			
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.					
	75.7	74.3	75.3			
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL					
	2.929					
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)					
	2.6					
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO					
	4.1					
26	FLUJO (0.01 Pulgada)					
	16.0	15.0	15.0			
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)					
	733.0	631.0	627.0			
28	FACTOR DE ESTABILIDAD					
	1.04	1.04	1.04			
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)					
	762.0	656.0	652.0			

LMA (B/20)  
JCH  
O.S. N°203



*JChavez*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 56: Resumen de resultados de la mezcla patrón

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	4 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>ADICIÓN</b>	: -
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

**Características de la Mezcla :**

- N° de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Especifico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2.522	2.529	2.530
- Vacíos, %	:	4.8	4.2	3.8
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	63.0	68.0	71.0
- V.M.A., %	:	13.4	13.6	13.1
- Estabilidad, lb (kN)	:	2800.0 (11.57)	2400.0 (10.68)	2220.0 (9.88)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	12.6 (3.2)	13.5 (3.4)	14.3 (3.6)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3208.6	
- Absorción de Asfalto, %	:		2.5	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % *	:	30.0
(2) Agregado fino, % *	:	70.0

**Materiales :**

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)

**Nota :**

(\*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

**Observaciones :**

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)  
JCH  
O.S.N°203



*Jean Chavez R*  
Jean Chavez R  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

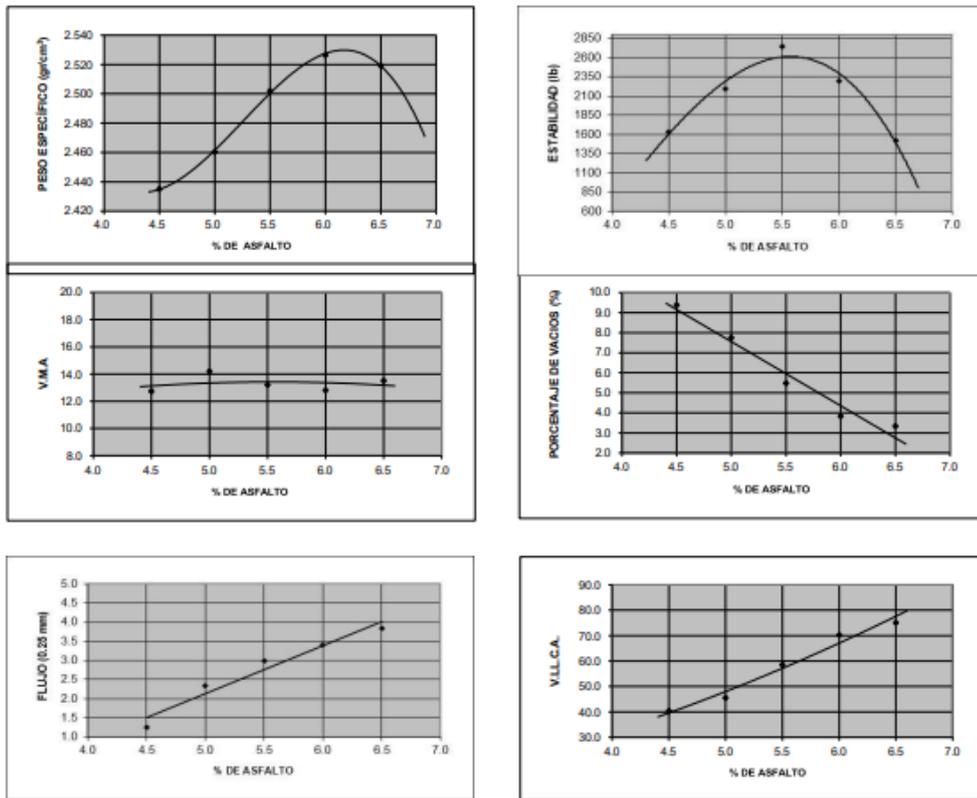
Anexo 57: Gráficos de resultados del ensayo Marshall de la mezcla patrón

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	5 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDYO BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>ADICIÓN</b>	: -
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (2000)  
JCH  
0.5 N°203



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 58: Resultados al 0.75 % de polvo de caucho con 4.5 % - 5.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	1 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
	: RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>ADICIÓN</b>	: 0.75% caucho reciclado de neumático
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4.5			5.0	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28.65			28.50	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		65.41			65.07	
4		--			1.43	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718	
8		--			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	64.5	64.1	64.0	64.2	66.3	65.2
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,233.3	1,246.1	1,242.0	1,250.4	1,253.4	1,252.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,235.4	1,247.5	1,247.0	1,253.1	1,259.2	1,256.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	731.5	739.6	736.0	748.2	740.4	746.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	503.9	507.9	511.0	504.9	518.8	510.0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.1	1.4	5.0	2.7	5.8	4.0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.42	0.28	0.98	0.53	1.12	0.78
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m <sup>3</sup> )	2446	2446	2423	2469	2405	2446
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm. <sup>3</sup> ) (A/(B-C))	2.448	2.453	2.431	2.477	2.416	2.455
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.698			2.678	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.3	9.1	9.9	7.5	9.8	8.3
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm. <sup>3</sup> )		2.724			2.724	
21 V.M.A. (%)	12.4	13.3	12.5	13.6	15.7	14.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	41.6	38.3	40.9	44.7	37.7	42.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.933			2.933	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.6			2.6	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		2.1			2.5	
26 FLUJO (0.01 Palgada)	6.0	7.0	7.0	8.0	9.0	10.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,029.0	1,058.0	958.0	1,177.0	1,174.0	1,180.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,070.0	1,100.0	996.0	1,224.0	1,221.0	1,227.0

LMA (620)  
JCH  
O.S. N°203



*Jean Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 59: Resultados al 0.75 % de polvo de caucho con 5.5 % - 6.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	2 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 0.75% caucho reciclado de neumático
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE CA. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.50			6.00	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28.35			28.20	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		64.73			64.39	
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		1.42			1.41	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718	
8		--			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63.7	62.6	63.0	64.9	64.6	65.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,253.1	1,261.1	1,258.0	1,256.1	1,254.4	1,255.2
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,254.9	1,261.4	1,259.0	1,258.0	1,255.7	1,257.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	765.0	761.8	759.0	758.0	749.0	751.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	489.9	499.6	500.0	500.0	506.7	506.0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.8	0.3	1.0	1.9	1.3	1.8
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.37	0.06	0.20	0.38	0.26	0.36
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2550	2517	2508	2505	2468	2473
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2.558	2.524	2.516	2.512	2.476	2.481
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.658			2.638	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.8	5.0	5.3	4.8	6.2	6.0
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.724			2.724	
21 V.M.A.	11.3	12.4	12.7	13.3	14.6	14.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	66.6	59.4	58.0	64.1	57.8	58.5
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.937			2.941	
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.7			2.7	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		3.0			3.4	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	11.0	11.0	13.0	13.0	15.0	14.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,212.0	1,255.0	1,301.0	1,396.4	1,408.0	1,285.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,260.0	1,305.0	1,353.0	1,452.0	1,464.0	1,336.0

LMA (720)  
JCH  
O.S.N°203



*chavez*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 60: Resultados al 0.75 % de polvo de caucho con 6.5 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	3 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 0.75% caucho reciclado de neumático
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28.05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	64.04					
4 % DE TERESTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	1.41					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718					
8	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	64.1	63.1	67.5			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,253.3	1,262.7	1,260.5			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,253.9	1,263.0	1,261.0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	754.7	760.0	759.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	499.2	503.0	502.0			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.3	0.5			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.12	0.06	0.10			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2503	2503	2503			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.511	2.510	2.511			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.618					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.1	4.1	4.1			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.724					
21 V.M.A.	13.8	13.8	13.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	70.3	70.2	70.4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.944					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.8					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3.9					
26 FLUJO (0.01 Pulgadas)	17.0	18.0	16.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,055.0	1,170.0	1,040.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,097.0	1,217.0	1,082.0			

LMA (B/20)  
JCH  
O.S. N°203



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

# Anexo 61: Resumen de resultados con 0.75 % de polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	4 de 5

## N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDYO BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 0.75% caucho reciclado de neumático
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

### MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

#### Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:			75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8		6.0	6.2
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2.512	2.514		2.511
- Vacíos, %	:	5.2		4.8	4.2
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	60.0		65.0	67.0
- V.M.A., %	:	13.6		13.7	13.8
- Estabilidad, lb (kN)	:	3070.0 (13.66)	3010.0 (13.39)		2810.0 (12.5)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	13.5 (3.4)	14.0 (3.5)		15.6 (3.9)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:			3909.1	
- Absorción de Asfalto, %	:			2.7	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			145.0	

#### Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30.0
(2) Agregado fino, % *	:	70.0

#### Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- caucho reciclado de neumático	:	0.75 % (en peso del cemento asfáltico)

**Nota :**  
(\* ) Porcentaje en peso de la mezcla total.

#### Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)  
JCH  
O.S. N°203



*J. Chavez*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

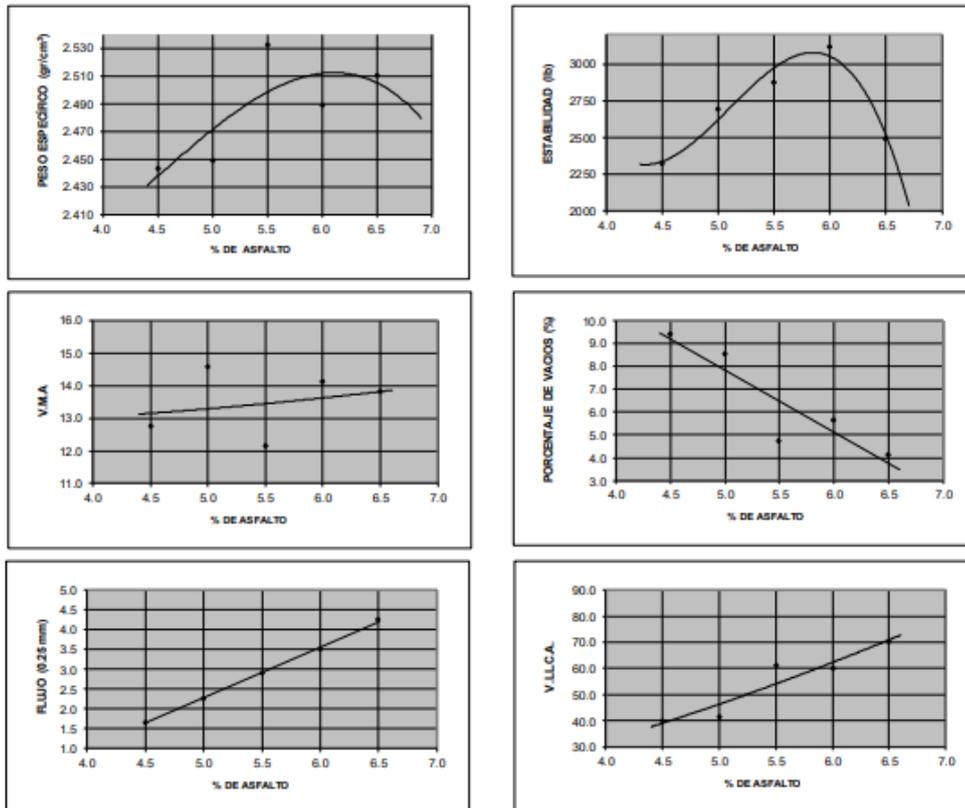
Anexo 62: Gráficos de resultados con 0.75 % de polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	5 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 0.75% caucho reciclado de neumatico
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (1020)  
JCH  
03 N°23



*chavez*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 63: Resultados al 1.5 % de polvo de caucho con 4.5 % - 5.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	1 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
	<b>RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO</b>	<b>ADICIÓN</b>	: 1.5 % caucho reciclado de neumático
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28.65			28.50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65.41			65.07		
4	--			1.43		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.738			2.738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718			2.718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	66.1	65.6	66.0	63.8	63.0	64.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,225.3	1,246.3	1,235.0	1,237.8	1,253.1	1,249.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,228.0	1,249.6	1,238.0	1,238.7	1,255.6	1,250.8
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	721.8	734.6	731.0	736.6	748.0	746.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	506.2	515.0	507.0	502.1	507.6	504.8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.7	3.3	3.0	0.9	2.5	1.8
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.53	0.64	0.59	0.18	0.49	0.36
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2413	2413	2429	2458	2461	2467
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2.421	2.420	2.436	2.465	2.469	2.474
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.699			2.679		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	10.3	10.3	9.8	8.0	7.9	7.6
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.724			2.724		
21 V.M.A. (%)	12.4	13.3	12.5	14.0	13.9	13.7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	41.6	38.3	40.9	43.0	43.5	44.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.934			2.934		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.7			2.7		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2.1			2.5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	8.0	9.0	9.0	11.0	12.0	12.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,176.0	1,816.7	1,158.0	1,639.0	1,724.0	1,655.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,223.0	1,889.0	1,204.0	1,705.0	1,793.0	1,721.0

LMA (620)  
JCH  
O.S. N°203



*JCH*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 64: Resultados al 1.5 % de polvo de caucho con 5.5 % - 6.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	2 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
	<b>RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO</b>	<b>ADICIÓN</b>	: 1.5 % caucho reciclado de neumático
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28.35		28.20			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	64.73		64.39			
4 % DE TEREPALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	1.42		1.41			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASPÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738		2.738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	65.0	63.5	64.2	63.2	63.8	63.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,238.5	1,256.0	1,242.0	1,250.2	1,249.5	1,250.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,241.5	1,256.8	1,245.0	1,250.4	1,251.1	1,253.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	744.0	752.0	744.5	749.3	750.9	749.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	497.5	504.8	500.5	501.1	500.2	503.2
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.0	0.8	3.0	0.2	1.6	2.7
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.60	0.16	0.60	0.04	0.32	0.54
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2482	2481	2474	2487	2491	2477
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.489	2.488	2.482	2.495	2.498	2.485
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.659		2.639			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6.4	6.4	6.7	5.5	5.3	5.9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.724		2.724			
21 V.M.A.	13.6	13.7	13.9	13.9	13.8	14.3
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	53.1	53.1	52.0	60.7	61.3	59.1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.938		2.942			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.7		2.8			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3.0		3.4			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14.0	13.0	15.0	18.0	17.0	17.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,961.0	1,813.4	1,788.0	1,655.8	1,624.2	1,754.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04

LMA (7/20)  
JCH  
O.S. N°203



*Jean Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 65: Resultados al 1.5 % de polvo de caucho con 6.5 % CA

29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	2,039.0	1,886.0	1,860.0	1,722.0	1,689.0	1,824.0
----	----------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

	<b>FORMULARIO</b>		Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		Revisión	2
			Fecha	10/02/23
			Página	3 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 1.5 % caucho reciclado de neumatico
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL					
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
4	% DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASPÁLTICO - APARENTE					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK					
8						
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)					
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)					
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)					
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)					
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)					
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)					
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100					
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)					
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))					
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS					
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)					
21	V.M.A.					
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.					
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL					
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)					
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO					
26	FLUJO (0.01 Pulgada)					
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)					
28	FACTOR DE ESTABILIDAD					
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)					

JCH  
O.S. N° 203



*Jean Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

# Anexo 66: Resumen de resultados con 1.5 % de polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	4 de 5

## N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN <b>RAMOS MUÑOZ FRIDÓY BRUNO</b>	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 1.5 % caucho reciclado de neumático
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

### MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

#### Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Especifico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2.493	2.490	2.487
- Vacios, %	:	5.8	5.4	5.1
- Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	:	57.0	59.0	61.0
- V.M.A., %	:	14.1	14.4	14.7
- Estabilidad, lb (kN)	:	4004.0 (17.81)	3900.0 (17.35)	3700.0 (16.46)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	15.6 (3.9)	16.5 (4.1)	17.3 (4.3)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		4323.7	
- Absorción de Asfalto, %	:		2.7	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

#### Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30.0
(2) Agregado fino, % *	:	70.0

#### Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- caucho reciclado de neumático	:	1.5 % (en peso del cemento asfáltico)

#### Nota :

(\*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

#### Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 08/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)  
JCH  
O.S. N°203



*chavez*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

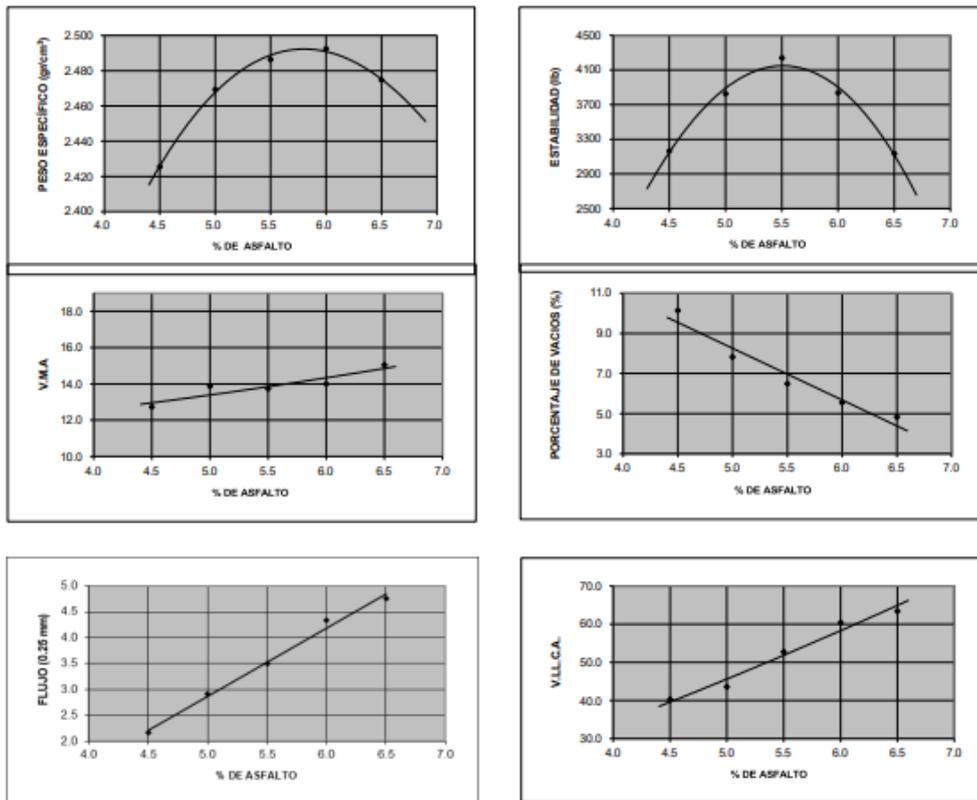
Anexo 67: Gráficos de resultados con 1.5 % de polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	5 de 5

**N° INFORME JCH 23-111**

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDYO BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 1.5 % caucho reciclado de neumatico
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 g.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**



LMA (1020)  
JCH  
O.S. N°203



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier F. Ulloa*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 68: Resultados al 2.25 % de polvo de caucho con 4.5 % - 5.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	<b>A-11</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	<b>2</b>
		Fecha	<b>10/02/23</b>
		Página	<b>1 de 5</b>

**N° INFORME JCH 23-111**

**SOLICITANTE** : OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN  
**RAMOS MUÑOZ FRIDÓY BRUNO**  
**PROYECTO** : Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.  
**UBICACIÓN** : Avenida Miguel Grau, Jicamarca

**MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.  
**ADICIÓN** : 2.25 % caucho reciclado de neumático  
**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA** : Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28.65			28.50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	64.70			64.36		
4	-			2.14		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738			2.738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718			2.718		
8	-			-		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	64.8	67.3	65.0	64.3	64.2	65.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,236.3	1,238.6	1,237.0	1,226.0	1,259.4	1,252.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,240.7	1,240.3	1,240.0	1,226.7	1,261.6	1,253.4
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	714.0	717.4	725.0	723.9	759.8	752.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	526.7	522.9	515.0	502.8	501.8	501.4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	4.4	1.7	3.0	0.7	2.2	1.4
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.84	0.33	0.58	0.14	0.44	0.28
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/cm <sup>3</sup> )	2340	2362	2395	2431	2502	2490
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm <sup>3</sup> ) (A)/(B-C)	2.347	2.369	2.402	2.438	2.510	2.497
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2941	2.681			2.661		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	12.5	11.7	10.4	8.4	5.7	6.2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm <sup>3</sup> )	2.724			2.724		
21 V.M.A. (%)	12.4	13.3	12.5	15.0	12.5	12.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	41.6	38.3	40.9	44.2	54.6	52.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.911			2.911		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.4			2.4		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2.1			2.7		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	12.0	11.0	13.0	15.0	15.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,427.0	1,556.0	1,452.0	2,674.7	2,232.0	2,415.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,484.0	1,618.0	1,510.0	2,782.0	2,321.0	2,512.0

LMA (500)  
 JCH  
 O.S. N°203



*Chavez*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Anexo 69: Resultados al 2.25 % de polvo de caucho con 5.5 % - 6.0 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	2 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 2.25 % caucho reciclado de neumático
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

**ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL**

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28.35		28.20			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	64.02		63.68			
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	2.13		2.12			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738		2.738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8	-		-			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	65.0	63.1	64.5	63.7	63.4	70.5
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,239.3	1,253.7	1,251.0	1,265.1	1,252.0	1,261.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,242.8	1,254.8	1,253.0	1,265.4	1,252.8	1,262.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	745.0	754.3	752.3	764.0	756.6	759.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	497.8	500.5	500.7	501.4	496.2	502.3
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.5	1.1	2.0	0.3	0.8	0.8
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.70	0.22	0.40	0.06	0.16	0.16
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2482	2497	2491	2516	2516	2504
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2.490	2.505	2.499	2.523	2.523	2.511
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.641		2.621			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.7	5.2	5.4	3.7	3.7	4.2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.724		2.724			
21 V.M.A.	13.6	13.1	13.3	12.9	12.9	13.3
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	57.9	60.7	59.4	71.1	71.1	68.5
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.915		2.918			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.4		2.5			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3.2		3.7			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16.0	17.0	17.0	19.0	18.0	19.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	2,799.5	2,850.9	2,941.0	1,895.0	1,902.8	1,754.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	2,911.0	2,965.0	3,059.0	1,971.0	1,979.0	1,824.0

JCH  
O.S. N°203



*JCH*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*JCH*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Anexo 70: Resultados al 2.25 % de polvo de caucho con 6.5 % CA

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	3 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 2.25 % caucho reciclado de neumático
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg. 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.50				
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28.05				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		63.34				
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		2.11				
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010				
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.738				
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718				
8		--				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62.8	62.4	62.1			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,260.9	1,256.8	1,260.4			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,261.2	1,257.1	1,260.8			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	751.0	750.0	747.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	510.2	507.1	513.8			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.3	0.3	0.4			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.06	0.06	0.08			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/cm <sup>3</sup> )	2464	2471	2446			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm <sup>3</sup> ) (A/(B-C))	2.471	2.478	2.453			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.601				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.0	4.7	5.7			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm <sup>3</sup> )		2.724				
21 V.M.A.	15.2	14.9	15.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	67.2	68.4	64.0			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.921				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.5				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		4.2				
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	21.0	20.0	20.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,542.0	1,504.0	1,458.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,604.0	1,564.0	1,516.0			

LMA (B/20)  
JCH  
O.S. N°203



*Jean Chavez R*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO**  
JULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

# Anexo 71: Resumen de resultados con 2.25 % de polvo de caucho

	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	4 de 5

## N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDDY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 2.25 % caucho reciclado de neumático
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

### MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

#### Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2.510	2.500	2.490
- Vacíos, %	:	6.3	5.4	5.1
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	58.0	61.0	64.0
- V.M.A., %	:	13.1	13.7	13.9
- Estabilidad, lb (kN)	:	5900.0 (26.24)	5200.0 (23.13)	4800.0 (20.46)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	15.8 (4.0)	17.3 (4.3)	18.3 (4.6)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		4634.6	
- Absorción de Asfalto, %	:		2.4	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

#### Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30.0
(2) Agregado fino, % *	:	70.0

#### Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- caucho reciclado de neumático	:	2.25 % (en peso del cemento asfáltico)

#### Nota :

(\*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

#### Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)  
JCH  
O.S. N°203



*JCH*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*JFR*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

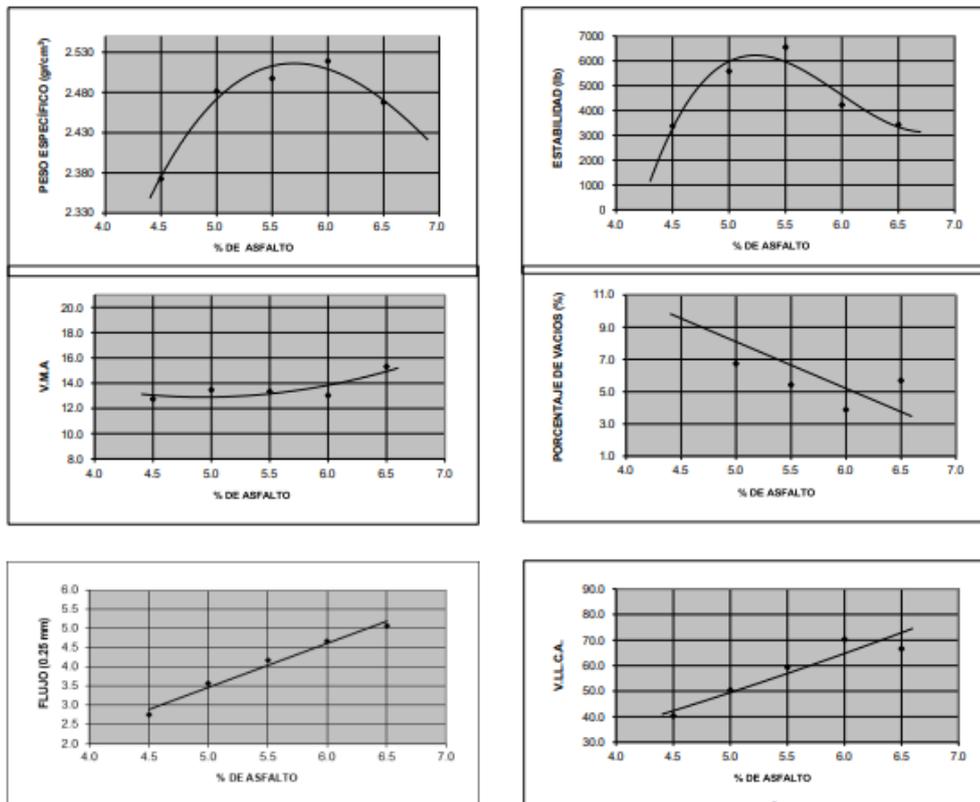
Anexo 72: Gráficos de resultados con 2.25 % de polvo de caucho

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	2
		Fecha	10/02/23
		Página	5 de 5

N° INFORME JCH 23-111

<b>SOLICITANTE</b>	: OCHOA PALOMINO ABDON BRECHMAN RAMOS MUÑOZ FRIDOY BRUNO	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de Pavimento Flexible Empleando Caucho Reciclado de Neumático como Mejora de Infraestructura Vial en Avenida Miguel Grau, Jicamarca 2023.	<b>ADICIÓN</b>	: 2.25 % caucho reciclado de neumatico
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
<b>UBICACIÓN</b>	: Avenida Miguel Grau, Jicamarca	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
		<b>FECHA</b>	: Junio del 2023

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (1020)  
JCH  
03 N 203



*J. Chavez R.*  
**Jean Chavez R.**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier F. Ulloa*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP.N° 193667

# ANEXO 73: Certificado de calibración de la balanza bal-001

 Laboratorio PP	<b>Punto de Precisión SAC</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
---	--	--

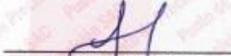
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023**

Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 150-2023	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>Fecha de Emisión</b>	: 2023-06-07	
<b>1. Solicitante</b>	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  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.  PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Dirección</b>	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: BALANZA	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: TAJ4001	
<b>Número de Serie</b>	: 8338110064	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 4 000 g	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: 0,1 g	
<b>División de Escala Real ( d )</b>	: 0,1 g	
<b>Procedencia</b>	: CHINA	
<b>Identificación</b>	: BAL-001	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>Ubicación</b>	: LABORATORIO	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2023-06-01	

**3. Método de Calibración**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

 LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
--	---	---

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 74: Certificado de calibración de la balanza bal-001



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL  
 DA - Perú  
 Laboratorio de Calibración  
 Acreditado  
 Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023  
 Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,3	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

**6. Trazabilidad**  
 Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

**7. Observaciones**  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 992,7 g para una carga de 4 000,0 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.  
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición	Carga L1 <sup>m</sup>	Temp. (°C)		Carga L2 <sup>m</sup>	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
		Inicial	Final					
		24,4	24,4					
	2 000,00 g			4 000,01 g				
N°	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		
1	2 000,0	0,06	-0,01	3 999,9	0,04	-0,10		
2	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02		
3	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,08	-0,04		
4	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,07	-0,03		
5	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,05	-0,01		
6	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,08	-0,04		
7	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,06	-0,02		
8	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,08	-0,04		
9	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,07	-0,03		
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,05	-0,01		
Diferencia Máxima							0,03	0,09
Error máximo permitido ±							0,3 g	0,3 g



LABORATORIO  
 PUNTO DE  
 PRECISIÓN  
 S A C

PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

ANEXO 75: Certificado de calibración de la balanza bal-001



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL  
 DA - Perú  
 Laboratorio de Calibración  
 Acreditado  
 Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023  
 Página: 3 de 3

2	1	5
3	4	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24,4	24,4

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación del Error corregido					
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,00	1,0	0,05	0,00	1 300,00	1 300,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,08	-0,03		1 300,0	0,08	-0,03	0,00
3		1,0	0,06	-0,01		1 300,1	0,05	0,10	0,11
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,05	0,00	0,04
5		1,0	0,05	0,00		1 300,1	0,08	0,07	0,07
Error máximo permitido : ± 0,2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24,4	24,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,03	5,0	0,07	-0,02	-0,02	0,1
50,00	50,0	0,05	0,00	0,00	50,0	0,09	-0,04	-0,04	0,1
100,00	100,0	0,09	-0,04	-0,04	100,0	0,05	0,00	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	-0,02	500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	-0,01	700,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 000,00	1 000,0	0,09	-0,04	-0,04	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,07	2 000,0	0,05	0,00	0,00	0,2
3 000,00	3 000,0	0,08	-0,01	-0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,04	0,3
4 000,01	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	0,3

e.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,18 \times 10^{-6} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{2,75 \times 10^{-9} \text{ g}^2 + 1,27 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL : Carga incrementada    E : Error encontrado    E<sub>0</sub> : Error en cero    E<sub>c</sub> : Error corregido

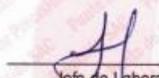
R : en g

---



LABORATORIO  
 PUNTO DE PRECISION  
 S A C

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com    E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## ANEXO 76: Certificado de calibración de la balanza bal-002

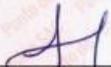
 Laboratorio PP	<b>Punto de Precisión SAC</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Organismo de Acreditación Registra N° LC-033
---	--	---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023**

Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 150-2023	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>Fecha de Emisión</b>	: 2023-05-07	
<b>1. Solicitante</b>	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
<b>Dirección</b>	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>	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>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: SE402F	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Número de Serie</b>	: B145294230	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 400 g	<b>3. Método de Calibración</b> La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: 0,1 g	
<b>División de Escala Real ( d )</b>	: 0,01 g	<b>4. Lugar de Calibración</b> LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
<b>Procedencia</b>	: NO INDICA	
<b>Identificación</b>	: BAL-002	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>Ubicación</b>	: LABORATORIO	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2023-06-01	

  
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 77: Certificado de calibración de la balanza bal-002



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado  
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023  
 Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	24,2	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

**6. Trazabilidad**  
 Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

**7. Observaciones**  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 399,92 g para una carga de 400,00 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.  
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

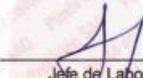
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 200,000 g		Carga L2= 400,001 g			
	I (g)	ΔI (g)	I (g)	ΔI (g)		
	E (g)		E (g)			
1	200,00	0,005	0,000	400,00	0,005	-0,001
2	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,004
3	200,01	0,005	0,010	400,01	0,006	0,008
4	200,00	0,007	-0,002	400,01	0,008	0,006
5	200,00	0,006	0,000	400,00	0,006	-0,002
6	200,00	0,005	0,000	400,00	0,007	-0,003
7	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,005	-0,001
8	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,004
9	200,00	0,006	-0,001	400,00	0,006	-0,002
10	200,00	0,007	-0,002	400,00	0,005	-0,001
Diferencia Máxima			0,013	0,012		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
S A C

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 78: Certificado de calibración de la balanza bal-002



**Laboratorio PP**

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



**INACAL**  
 DA - Perú  
 Laboratorio de Calibración  
 Acreditado  
 Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023  
 Página: 3 de 3



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	130,000	130,01	0,005	0,010	0,010
2		0,10	0,005	0,000		130,00	0,008	-0,003	-0,003
3		0,10	0,007	-0,002		130,01	0,006	0,009	0,011
4		0,10	0,006	-0,001		130,02	0,009	0,016	0,017
5		0,10	0,008	-0,003		129,99	0,004	-0,008	-0,008
(*) valor entre 0 y 10 e									
									Error máximo permitido : ± 0,2 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,005	0,000						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,003	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,1
2,000	2,00	0,006	-0,001	-0,001	2,00	0,006	-0,001	-0,001	0,1
10,000	10,00	0,008	-0,003	-0,003	10,00	0,008	-0,003	-0,003	0,1
50,000	50,00	0,005	0,000	0,000	50,00	0,005	0,000	0,000	0,1
70,000	70,01	0,009	0,006	0,006	70,01	0,008	0,009	0,009	0,2
100,000	100,01	0,005	0,010	0,010	100,01	0,008	0,007	0,007	0,2
150,000	150,02	0,007	0,018	0,018	150,02	0,006	0,019	0,019	0,2
200,000	200,01	0,005	0,010	0,010	200,01	0,008	0,007	0,007	0,2
300,000	300,00	0,009	-0,004	-0,004	300,01	0,005	0,010	0,010	0,3
400,001	400,01	0,006	0,008	0,008	400,01	0,008	0,008	0,008	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,52 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,97 \times 10^{-9} \text{ g}^2 + 2,14 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza
ΔL : Carga Incrementada
E : Error encontrado
E<sub>c</sub> : Error en cero
E<sub>c</sub> : Error corregido

R : en g

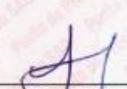
---

FIN DEL DOCUMENTO



**LABORATORIO**  
**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C**

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



**Jefe de Laboratorio**  
**Ing. Luis Loayza Capcha**  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## ANEXO 79: Certificado de calibración de la balanza bal-003

 Laboratorio PP	<b>Punto de Precisión SAC</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-459-2023</b>		
Página: 1 de 3		
Expediente	: 150-2023	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 %.
Fecha de Emisión	: 2023-06-07	
<b>1. Solicitante</b>	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  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.  PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Dirección</b>	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R31P30	
Número de Serie	: 8338210058	
Alcance de Indicación	: 30 000 g	
División de Escala de Verificación ( e )	: 1 g	
División de Escala Real ( d )	: 1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: BAL-003	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-06-01	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
 PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		

# ANEXO 80: Certificado de calibración de la balanza bal-003



**Laboratorio PP**

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



**INACAL**  
 DA - Perú  
 Laboratorio de Calibración  
 Acreditado  
Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-459-2023  
 Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	24,2	24,3
Humedad Relativa	61,0	62,0

**6. Trazabilidad**  
 Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

**7. Observaciones**  
 No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.  
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

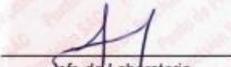
Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30 000,0 g	Diferencia Máxima
		Inicial	Final		
		24,2	24,3		

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 001	0,8	0,7
2	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,6	0,9
3	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
6	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
7	15 001	0,9	0,6	30 001	0,9	0,6
8	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,5	1,0
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
10	15 001	0,5	1,0	30 001	0,6	0,8
Diferencia Máxima			1,4	1,4		
Error máximo permitido ±			2 g	3 g		



LABORATORIO  
 PUNTO DE  
 PRECISIÓN  
 S A C

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 81: Certificado de calibración de la balanza bal-003



**Laboratorio PP**

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



**INACAL**  
 DA - Perú  
 Laboratorio de Calibración  
 Registrado N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-459-2023  
 Página: 3 de 3

2	1	5
3	4	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,3	24,2

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,9	-0,4	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,3
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,9	-0,4	-0,1
4		10	0,5	0,0		10 000	0,8	-0,3	-0,3
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1

(\*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido : ± 2 g

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,2	24,2

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,7	-0,2		50	0,5	0,0	0,2	1
50,0	50	0,9	-0,4	-0,2	500	0,9	-0,4	-0,2	1
500,0	500	0,5	0,0	0,2	2 000	0,6	-0,1	0,1	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,1	5 000	0,8	-0,3	-0,1	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,1	7 000	0,5	0,0	0,2	2
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,2	10 000	0,7	-0,2	0,0	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,2	15 000	0,9	-0,4	-0,2	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	0,0	20 000	0,6	-0,1	0,1	2
20 000,0	20 000	0,9	-0,4	-0,2	25 000	0,7	-0,2	0,0	3
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	-0,1	30 000	0,6	-0,1	0,1	3
30 000,0	30 000	0,6	-0,1	0,1					

a.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,91 \times 10^{-4} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{5,04 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,03 \times 10^{-8} \times R^2}$$

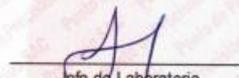
R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>o</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# ANEXO 82: Certificado de calibración de la Copa Casagrande ELC-003



## METROSYSTEMS S.R.L.

### Informe de Verificación

**MS - 0217 - 2023**  
FM014-050-2023  
Página : 1 de 2

<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.</b>
<b>Dirección</b>	<b>Av. Próceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.</b>
<b>Instrumento de medición:</b>	<b>COPA CASAGRANDE</b>
<b>Marca</b>	<b>FORNEY</b>
<b>Modelo</b>	<b>LA-3700</b>
<b>Serie</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Identificación</b>	<b>ELC-003 (*)</b>
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Material</b>	<b>BRONCE</b>

**Fecha de verificación**      **2023-06-06**

**La verificación se efectuó en:**      **LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL**  
Av. Próceres de la independencia Mz. A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima

---

**Método de verificación**  
Referencia ASTM D-4318  
**Patrón de verificación**  
Pie de rey con Certificado de Calibración MS-0333-2022.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,1 °C
Humedad Relativa	58 %	59 %

---



Fecha de emisión:      **2023-06-06**



**Ing. Luis Peñaherrera Rebaza**  
CIP: 128840  
**METROSYSTEMS SRL**

---

Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lote. 20 Urb. Los Pinos  
(a Media Cuadra Cruce con Av. Sta Rosa) - San Juan de Lurigancho - Lima  
Telf.: (511) 579 7446 / E-mail: contacto@metrosystemsperu.com  
www.metrosystemsperu.com

FM036-01

## ANEXO 83: Certificado de calibración de la Copa Casagrande ELC-003



# METROSYSTEMS S.R.L.

## Informe de Verificación

MS - 0217 - 2023

Página : 2 de 2

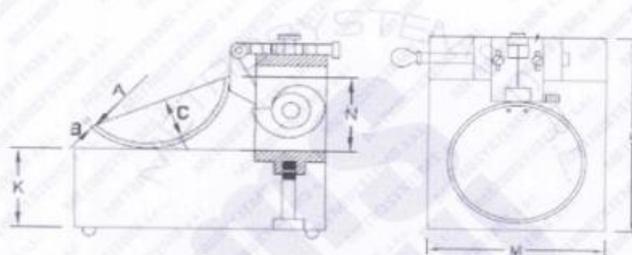
### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva que indica el estado "VERIFICADO" METROSYSTEMS SRL

El valor obtenido es el promedio de 3 mediciones realizadas.

(\*) Dato indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

### Dimensiones de la copa casagrande



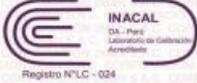
Descripción	Valor obtenido mm	Especificación mm
A Radio de la copa	54,41	54 ± 0,5
B Espesor de la copa	1,75	2,0 ± 0,1
C Profundidad de la copa	26,93	27 ± 0,5
N Copa desde la guía	46,75	47 ± 1
K Espesor de la base	50,70	50 ± 2
L Largo de la base	124,78	125 ± 2
M Ancho de la base	150,02	150 ± 2

# ANEXO 84: Certificado de calibración del Horno HOR-002



**CORPORACIÓN  
2M & N S.A.C.**  
*Especialistas en Metrología*

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 024**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado  
Registro N° LC - 024

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**040-CT-MI-2023**

**Área de Metrología**

Página 1 de 7

---

**Expediente** : 468-05-2023

**Solicitante** : **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**

**Dirección** : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2232 Urb. San Hilarión Et. Uno - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

**Equipo** : **HORNO**

**Marca** : A & A INSTRUMENTS

**Modelo** : STHX-2A

**Serie** : 190546

**Identificación** : HOR-002 (\*)

**Ubicación** : Área de Químicos (\*\*)

**Procedencia** : No indica

**Tipo de Ventilación** : Natural

**Nro. de Niveles** : 2

**Alcance del Equipo** : 50 °C a 300 °C (\*\*\*)

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%.

Los resultados son válidos únicamente para el instrumento calibrado 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

**Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo**

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TDC
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

**Fecha de Calibración** : 2023-06-01

**Lugar de Calibración** : **Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**  
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2232 Urb. San Hilarión Et. Uno - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

**Método utilizado:** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.

---



2023-06-02  
**Fecha de emisión**



ALVAREZ NAVARRO ANGEL  
GUSTAVO  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.01  
metrologia@2myn.com  
Fecha: 30/05/2023 16:21  
Firmado con www.tocapu.pe



VELÁSQUEZ NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 02/06/2023 16:22  
Firmado con www.tocapu.pe

---

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
 Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
 Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

# ANEXO 85: Certificado de calibración del Horno HOR-002



**CORPORACIÓN  
2M & N S.A.C.**  
*Especialistas en Metrología*

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 024**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 024

Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023  
Página 2 de 7

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	23,8	24,9
Humedad Relativa %hr	67	63

**Patrones de referencia:**  
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metroológica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con veinticuatro termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,18 °C hasta 0,20 °C.	015-CT-T-2023
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,7 °C / 3,3 %hr	088-CT-H-2023
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,00091 s a 0,080 s	CCP-0981-001-22
Patrones de Referencia a ELICROM	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5 m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,61 mm	CCP-0489-001-23

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 02559-A y la fecha de calibración.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- (\*\*) Datos proporcionados por el solicitante.
- (\*\*\*) Dato tomado de la página web del fabricante.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 15 min
- La calibración se realizó con 80% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con material
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- **Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C** (\*\*)  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 60,5 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 59,7 °C  
La máxima temperatura detectada fue 61,2 °C y la mínima temperatura detectada fue 58,5 °C
- **Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C** (\*\*)  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 112 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 109,6 °C  
La máxima temperatura detectada fue 114,9 °C y la mínima temperatura detectada fue 105,7 °C

**Cód. de Servicio: 02559-A**

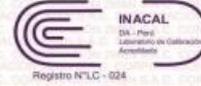
**Cód. FT-T-03 Rev. 04**

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
 Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
 Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

# ANEXO 86: Certificado de calibración del Horno HOR-002



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023  
Página 3 de 7

## Resultados de medición:

### Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,7	58,6	60,9	60,0	58,9	60,3	59,8	2,4
02	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	61,0	60,0	58,9	60,4	59,8	2,4
04	60,5	58,8	61,2	60,1	59,3	59,7	58,7	60,9	59,9	59,0	60,3	59,8	2,4
06	60,5	58,7	61,1	60,1	59,4	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
08	60,5	58,6	61,0	59,9	59,3	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
10	60,5	58,7	61,0	60,1	59,3	59,6	58,6	60,9	60,0	58,9	60,3	59,7	2,3
12	60,5	58,8	61,0	60,2	59,3	59,8	58,6	60,9	59,9	58,9	60,4	59,8	2,3
14	60,5	58,7	61,1	59,9	59,2	59,6	58,7	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
16	60,5	58,7	61,0	59,9	59,2	59,6	58,5	61,0	59,9	58,9	60,3	59,7	2,5
18	60,5	58,7	61,1	59,9	59,4	59,6	58,6	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
20	60,5	58,8	61,2	60,2	59,4	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,3	59,8	2,4
22	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,8	58,7	61,0	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
24	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,3	59,8	2,4
26	60,5	58,6	61,0	59,9	59,2	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
28	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
30	60,5	58,8	61,2	60,2	59,3	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
32	60,5	58,7	61,1	59,9	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,3	59,7	2,4
34	60,5	58,7	61,0	60,2	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,3
36	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
38	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
40	60,5	58,7	61,1	59,9	59,2	59,7	58,7	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
42	60,5	58,6	61,0	60,1	59,4	59,6	58,6	61,0	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
44	60,5	58,7	61,0	60,2	59,3	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,4	59,7	2,3
46	60,5	58,7	61,1	60,0	59,2	59,7	58,5	60,8	60,0	59,0	60,4	59,7	2,5
48	60,5	58,7	61,0	60,1	59,4	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,3
50	60,5	58,6	61,0	60,0	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
52	60,5	58,7	61,1	60,0	59,3	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
54	60,5	58,8	61,2	60,1	59,3	59,8	58,7	61,0	60,0	58,9	60,3	59,8	2,4
56	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
58	60,5	58,7	61,0	59,9	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,3
60	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
T.PROM	60,5	58,7	61,0	60,0	59,3	59,7	58,7	60,9	59,9	58,9	60,3	59,7	
T.MAX	60,5	58,8	61,2	60,2	59,4	59,8	58,7	61,0	60,0	59,0	60,4		
T.MIN	60,5	58,6	61,0	59,9	59,2	59,6	58,5	60,8	59,9	58,9	60,3		
DTT	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	61,2	0,5
Mínima Temperatura Medida	58,5	0,6
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,3	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,15	0,05
Uniformidad Medida	2,5	0,3

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en 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 está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isotermo.

0,06 °C.

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC; 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

# ANEXO 87: Certificado de calibración del Horno HOR-002

**CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
Especialistas en Metrología

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024**

**INACAL**  
Perú  
Laboratorio de Calibración Acreditado  
Registro N° LC - 024

Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023  
Página 4 de 7

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
**Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
**Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
 Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC; 989-645-623 / 961-505-209  
 Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

# ANEXO 88: Certificado de calibración del Horno HOR-002

**Resultados de medición:**

**Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C**

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	112,0	105,7	112,7	110,4	108,2	109,5	106,1	114,7	109,4	107,1	111,8	109,5	9,0
02	112,0	106,4	112,7	110,3	108,1	109,1	106,7	114,8	109,6	107,6	112,0	109,7	8,3
04	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	108,1	114,1	109,4	107,2	111,8	109,2	8,4
06	112,0	105,8	112,7	110,4	108,2	109,4	108,3	114,8	109,5	107,3	112,0	109,6	8,9
08	112,0	106,0	112,9	110,6	108,4	109,5	106,7	114,9	110,0	107,3	111,8	109,8	8,8
10	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,6	111,8	109,2	8,4
12	112,0	105,8	112,4	109,8	107,9	108,8	106,1	114,3	109,4	107,1	111,9	109,4	8,4
14	112,0	106,4	112,9	110,6	108,5	109,5	106,5	114,9	109,8	107,5	112,0	109,9	8,4
16	112,0	106,1	112,7	110,3	108,3	109,2	106,7	114,8	110,0	107,5	111,9	109,7	8,6
18	112,0	105,7	112,1	109,8	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,5	111,9	109,3	8,4
20	112,0	106,0	112,6	109,2	108,4	109,5	106,4	114,4	109,7	107,5	111,8	109,5	8,3
22	112,0	106,4	112,9	110,6	108,4	109,3	106,5	114,9	110,0	107,1	111,8	109,8	8,4
24	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,6	107,6	111,8	109,2	8,4
26	112,0	106,0	112,5	110,1	108,1	109,0	106,4	114,4	109,4	107,1	111,8	109,5	8,3
28	112,0	106,2	112,7	110,1	108,2	109,3	106,5	114,6	109,9	107,5	111,8	109,7	8,3
30	112,0	106,2	112,1	110,3	108,4	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	111,9	109,8	8,6
32	112,0	106,1	112,6	110,2	107,4	108,6	106,5	114,1	109,4	107,5	111,8	109,4	7,9
34	112,0	105,7	112,6	110,4	108,2	109,2	106,1	114,4	109,8	107,5	111,9	109,6	8,7
36	112,0	106,1	112,6	110,6	108,4	109,2	106,5	114,5	110,0	107,1	111,9	109,7	8,3
38	112,0	106,4	112,1	109,2	107,4	108,6	106,4	114,1	109,4	107,5	112,0	109,3	7,7
40	112,0	106,1	112,7	110,6	108,5	109,5	106,5	114,9	109,9	107,5	111,9	109,8	8,7
42	112,0	106,2	112,8	109,2	108,2	109,2	106,7	114,1	109,9	107,5	111,9	109,6	7,8
44	112,0	105,7	112,7	110,6	108,3	109,3	106,6	114,6	109,4	107,6	111,9	109,7	8,9
46	112,0	106,2	112,1	110,2	107,4	108,6	106,1	114,5	109,9	107,1	111,9	109,4	8,4
48	112,0	106,2	112,7	110,3	108,3	109,3	106,5	114,5	109,9	107,5	112,0	109,7	8,2
50	112,0	106,3	112,8	110,3	108,5	109,3	106,6	114,7	109,9	107,6	111,9	109,8	8,3
52	112,0	106,4	112,8	110,6	108,5	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	111,9	109,9	8,4
54	112,0	106,2	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,6	109,4	107,1	111,8	109,3	8,5
56	112,0	105,7	112,8	110,3	108,4	109,3	106,6	114,1	110,0	107,6	111,9	109,7	8,4
58	112,0	106,2	112,7	110,2	108,3	109,3	106,6	114,6	110,0	107,8	111,9	109,7	8,3
60	112,0	106,2	112,6	110,0	108,3	109,2	106,5	114,5	109,9	107,6	112,0	109,7	8,2
<b>T. PROM</b>	112,0	106,1	112,6	110,0	108,1	109,1	106,4	114,5	109,7	107,4	111,9	109,8	
<b>T. MAX</b>	112,0	106,4	112,9	110,6	108,5	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	112,0		
<b>T. MIN</b>	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,1	111,8		
<b>DTT</b>	0,0	0,7	0,8	1,4	1,1	0,9	0,6	0,8	0,6	0,5	0,2		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,9	0,5
Mínima Temperatura Medida	105,7	0,6
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,4	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,4	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,70	0,05
Uniformidad Medida	9,0	0,3

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en 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 está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isotermo. 0,06 °C.

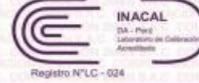
Cód. de Servicio: 02558-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

# ANEXO 89: Certificado de calibración del Horno HOR-002

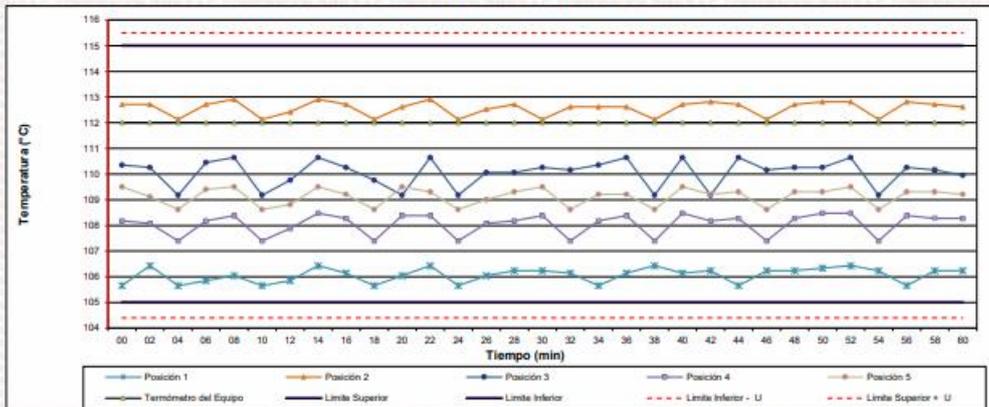


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024

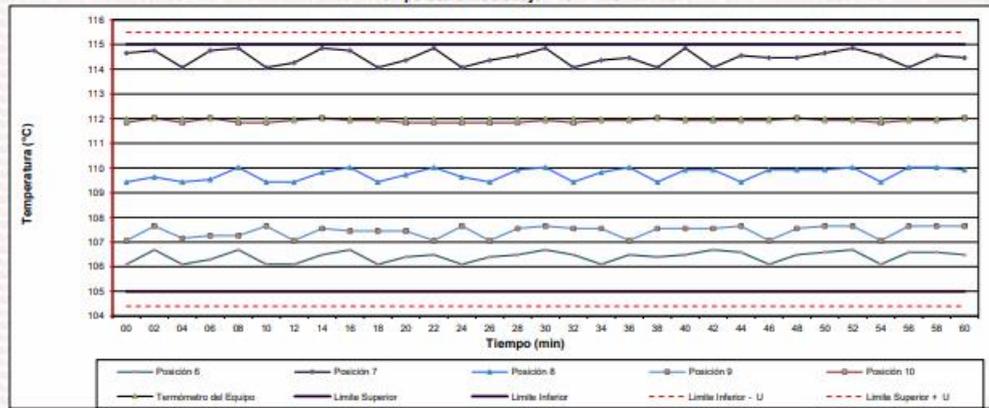


Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023  
Página 6 de 7

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



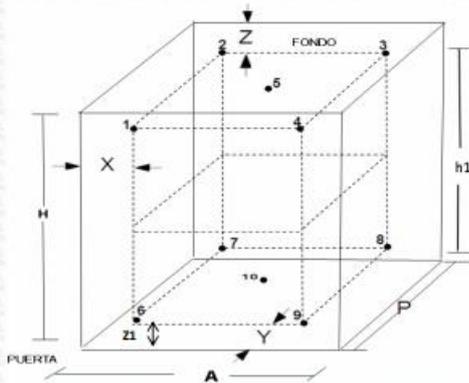
Cód. de Servicio: 02558-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.  
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

# ANEXO 90: Certificado de calibración del Horno HOR-002

### Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



#### Dimensiones internas de la cámara

**A=** 54,5 cm  
**P=** 44,5 cm  
**H=** 56,0 cm

#### Ubicación de los sensores

**X=** 5,5 cm      **Z=** 12,0 cm  
**Y=** 4,5 cm      **Z1=** 11,7 cm

#### Distancias entre planos

**h1=** 32,3 cm

#### Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de la parrilla superior a: 33,0 cm por encima de la base interna.  
Distancia de la parrilla inferior a: 13,2 cm por encima de la base interna.

#### NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

### Fotografía del Interior del Equipo



**FIN DEL DOCUMENTO**

# ANEXO 91: Certificado de calibración de prensa CBR SPE-002



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-409-2023**

Página : 1 de 2

**Expediente** : 150-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-06-02

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
**Dirección** : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

**2. Descripción del Equipo** : PRENSA CBR  
**Marca de Prensa** : SOILTEST  
**Modelo de Prensa** : NO INDICA  
**Serie de Prensa** : 1383  
**Código de Identificación** : SPE-002  
**Marca de Celda** : KELJ  
**Modelo de Celda** : A-FED  
**Serie de Celda** : 5X70860  
**Capacidad de Celda** : 5 t  
**Marca de Indicador** : OHAUS  
**Modelo de Indicador** : T32XW  
**Serie de Indicador** : B719098045

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
01 - JUNIO - 2023

**4. Método de Calibración**  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

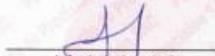
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,0	24,1
Humedad %	64	65

**7. Resultados de la Medición**  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 92: Certificado de calibración de prensa CBR SPE-002



**PUNTO DE PRECISION S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-409-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	504,55	503,40	-0,91	-0,68	503,98	-0,79	0,23
1000	1005,05	1005,15	-0,50	-0,51	1005,10	-0,51	-0,01
1500	1506,95	1506,85	-0,46	-0,46	1506,90	-0,46	0,01
2000	2006,35	2005,85	-0,32	-0,29	2006,10	-0,30	0,03
2500	2505,05	2505,10	-0,20	-0,20	2505,08	-0,20	0,00
3000	3003,10	3003,25	-0,10	-0,11	3003,18	-0,11	-0,01
3500	3503,80	3503,55	-0,10	-0,10	3503,58	-0,10	0,00
4000	3999,85	3999,65	0,00	0,01	3999,75	0,01	0,00

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0012x - 6,8566$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

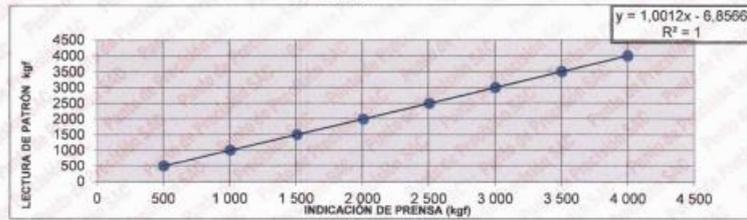
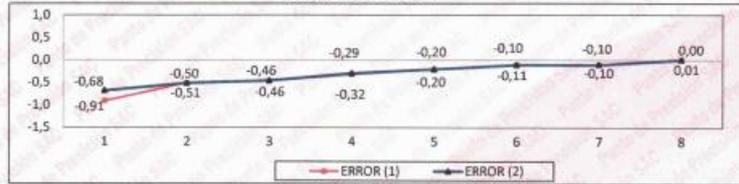


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Lóayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

ANEXO 93: Certificado de calibración de prensa universal CBR SPE-004

 **METROSYSTEMS S.R.L.**

**Certificado de Calibración**  
**MS - 0216 - 2023**  
FM014-050-2023  
Página : 1 de 2

**Solicitante** LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**Dirección** Av. Proceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

**Instrumento de medición:** **PRESA UNIVERSAL**

Marca **HUMBOLDT**  
Modelo **HM-5030.3F**  
Serie **190369EB26**  
Identificación **SPE-004 (\*)**  
Procedencia **NO INDICA**

**Indicador**

Marca **HUMBOLDT**  
Modelo **5030**  
Serie **NO INDICA**  
Alcance de indicación **5000 kgf**  
Resolución **0,1 kgf**

**Fecha de Calibración** 2023-06-05

La calibración se efectuó en: **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**  
Av. Proceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

**Método de Calibración**  
Determinación del error por comparación directa, tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4.

**Patrón de Calibración**  
Se utilizó indicador digital de fuerza patrón con certificado: MS-0570-2022.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	62 %	63 %

Ing. Luis Peñaherrera Rebaza  
CIP: 128840  
METROSYSTEMS SRL

Fecha de emisión: 2023-06-06

Av. Proceres de la Independencia Mz. A Lote. 20 Urb. Los Pinos  
(a Media Cuadra Cruce con Av. Sta Rosa) - San Juan de Lurigancho - Lima  
Tel.: (511) 579 7446 / E-mail: contacto@metrossystemspenu.com  
www.metrossystemspenu.com

MS02-01

## ANEXO 94: Certificado de calibración de prensa universal CBR SPE-004



# METROSYSTEMS S.R.L.

## Certificado de Calibración

### MS - 0216 - 2023

Página : 2 de 2

**Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva que indica el estado "CALIBRADO" METROSYSTEMS SRL.  
El instrumento de medición se encuentra en buen estado de conservación.  
La indicación del instrumento es el promedio de 3 mediciones por cada valor de lectura.  
(\* ) Dato indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

**Datos de:**  
**Celda de carga**  
**Marca :** HUMBOLDT  
**Modelo :** HM-2300.100  
**Serie :** 800082  
**Clase :** NO INDICA  
**Capacidad:** 50 kN

**Resultados**

Indicación del Patrón kgf	Indicación del Instrumento kgf	Corrección kgf	Incertidumbre kgf
500,5	499,7	0,8	0,4
1000,2	999,2	1,0	0,6
1500,5	1498,6	1,9	0,8
2000,5	1997,5	3,0	0,9
2500,2	2496,4	3,8	1,0
3000,5	2995,3	5,2	1,1
3500,0	3494,7	5,3	1,2
4000,5	3991,7	8,8	1,3

El VCV (Valor Convencionalmente Verdadero) = Indicación del Instrumento + Corrección.

---

Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lote. 20 Urb. Los Pinos  
(a Media Cuadra Cruce con Av. Sta Rosa) - San Juan de Luigancho - Lima  
Telf.: (511) 579 7446 / E-mail: contacto@metrossystemsp Peru.com  
www.metrossystemsp Peru.com

FM258-01

ANEXO 95: Certificado de calibración de pie de rey CBR EML-003



**METROSYSTEMS**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

**Registro N° LC - 015**

**Certificado de Calibración**  
**MS - 0218 - 2023**

FM014-050-2023

Página : 1 de 3

<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.</b>	
<b>Dirección</b>	<b>Av. Próceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.</b>	
<b>Instrumento de medición:</b>	<b>PIE DE REY</b>	
Marca	<b>INSIZE</b>	El resultados del presente certificado no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, y es válido únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, le corresponde al solicitante definir la frecuencia de recalibración en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición. La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado de 95 %.
Modelo	<b>1108300W</b>	
Serie	<b>1002171539</b>	
Identificación	<b>EML-003 (*)</b>	
Procedencia	<b>NO INDICA</b>	
Intervalo de Indicación	<b>0 mm a 300 mm</b>	
Resolución	<b>0,01 mm</b>	
Tipo	<b>DIGITAL</b>	
Fecha de calibración	<b>2023-06-06</b>	

La calibración se efectuó en: **LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL**  
Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima

**Método de Calibración**  
Comparación Directa. Según el procedimiento de Calibración de Pie de Rey. PC-012 del SNM/INDECOPI, Quinta Edición Junio 2012.

**Patrón de calibración**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques patrón Grado 0	LLA-C-021-2023
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varilla cilíndrica con incertidumbre de 0,30 µm	LLA-130-2023
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo patrón con incertidumbre de 0,4 µm	LLA-133-2023

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21,1 °C	21,6 °C





Ing. Luis Peñaherrera Rebaza  
CIP: 128840  
**METROSYSTEMS SRL**

Fecha de emisión: **2023-06-06**

---

Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lote. 20 Urb. Los Pinos (a Media Cuadra Cruce con Av. Sta Rosa) - S. J. L. - Lima  
 Telf: (511) 579 7448 / E-mail: contacto@metrossystemperu.com / www.metrossystemperu.com  
 El contenido de este certificado solo puede publicarse o reproducirse en forma completa

FM049-02

ANEXO 96: Certificado de calibración de pie de rey CBR EML-003

 <b>METROSYSTEMS</b> <small>METROSYSTEMS SRL</small>	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015	 <b>INACAL</b> <small>DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado</small>	Registro N° LC - 015 <b>Certificado de Calibración</b> <b>MS - 0218 - 2023</b>																								
Página : 2 de 3																											
<p><b>Observaciones</b></p> <p>Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva que indica el estado "CALIBRADO" METROSYSTEMS SRL                  (*) Dato indicado en una etiqueta adherida al instrumento.</p>																											
<p><b>Resultados</b></p> <p><b>ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I)</b>                      0                      μm</p> <p><b>ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES</b></p>																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">VALOR PATRÓN</th> <th style="width: 50%;">PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY</th> <th style="width: 25%;">ERROR</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">0,000</td><td style="text-align: center;">0,000</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">50,001</td><td style="text-align: center;">50,001</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">100,001</td><td style="text-align: center;">100,001</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150,002</td><td style="text-align: center;">150,002</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200,003</td><td style="text-align: center;">200,006</td><td style="text-align: center;">3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">300,004</td><td style="text-align: center;">300,008</td><td style="text-align: center;">4</td></tr> </tbody> </table>				VALOR PATRÓN	PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY	ERROR	mm	mm	μm	0,000	0,000	0	50,001	50,001	0	100,001	100,001	0	150,002	150,002	0	200,003	200,006	3	300,004	300,008	4
VALOR PATRÓN	PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY	ERROR																									
mm	mm	μm																									
0,000	0,000	0																									
50,001	50,001	0																									
100,001	100,001	0																									
150,002	150,002	0																									
200,003	200,006	3																									
300,004	300,008	4																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">VALOR PATRÓN</th> <th style="width: 50%;">ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">300,004</td> <td style="text-align: center;">20,0</td> </tr> </tbody> </table>				VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E)	mm	μm	300,004	20,0																		
VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E)																										
mm	μm																										
300,004	20,0																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">VALOR PATRÓN</th> <th style="width: 50%;">ERROR DE REPETIBILIDAD (R)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">300,004</td> <td style="text-align: center;">10,0</td> </tr> </tbody> </table>				VALOR PATRÓN	ERROR DE REPETIBILIDAD (R)	mm	μm	300,004	10,0																		
VALOR PATRÓN	ERROR DE REPETIBILIDAD (R)																										
mm	μm																										
300,004	10,0																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">VALOR PATRÓN</th> <th style="width: 50%;">ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE INTERIORES A EXTERIORES (S<sub>I-E</sub>)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,000</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> </tr> </tbody> </table>				VALOR PATRÓN	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE INTERIORES A EXTERIORES (S <sub>I-E</sub> )	mm	μm	10,000	0,0																		
VALOR PATRÓN	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE INTERIORES A EXTERIORES (S <sub>I-E</sub> )																										
mm	μm																										
10,000	0,0																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">VALOR PATRÓN</th> <th style="width: 50%;">ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE PROFUNDIDAD A EXTERIORES (S<sub>P-E</sub>)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">μm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,000</td> <td style="text-align: center;">3,3</td> </tr> </tbody> </table>				VALOR PATRÓN	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE PROFUNDIDAD A EXTERIORES (S <sub>P-E</sub> )	mm	μm	10,000	3,3																		
VALOR PATRÓN	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE PROFUNDIDAD A EXTERIORES (S <sub>P-E</sub> )																										
mm	μm																										
10,000	3,3																										
Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lote. 20 Urb. Los Pinos (a Media Cuadra Cruce con Av. Sta Rosa) - S. J.L. - Lima Telf.: (511) 579 7448 / E-mail: contacto@metrossystemsp Peru.com / www.metrossystemsp Peru.com El contenido de este certificado solo puede publicarse o reproducirse en forma completa																											
PND49-02																											

ANEXO 97: Certificado de calibración de pie de rey CBR EML-003



**METROSYSTEMS**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

**Certificado de Calibración**  
**MS - 0218 - 2023**

Registro N° LC - 015

Página : 3 de 3

VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L)
mm	µm
10,000	10,0

VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J)
mm	µm
10,000	10,0

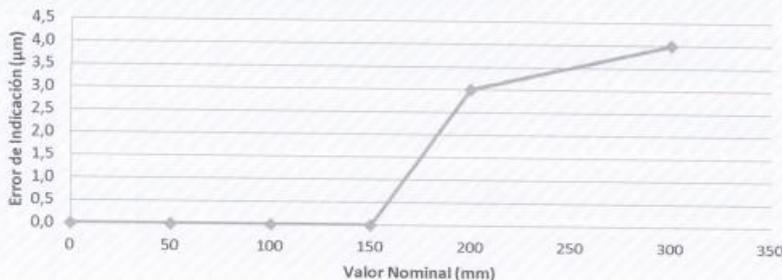
VALOR PATRÓN	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K)
mm	µm
4,998	10,0

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN :  $[( 17,16^2 + 0,027^2 L^2 )]^{1/2}$  µm**  
**L : INDICACIÓN EXPRESADO EN MILIMETROS**

Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de interiores a exteriores ( S<sub>I-E</sub>)

Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de profundidad a exteriores( S<sub>P-E</sub>)

**Error de Indicación del Pie de Rey**

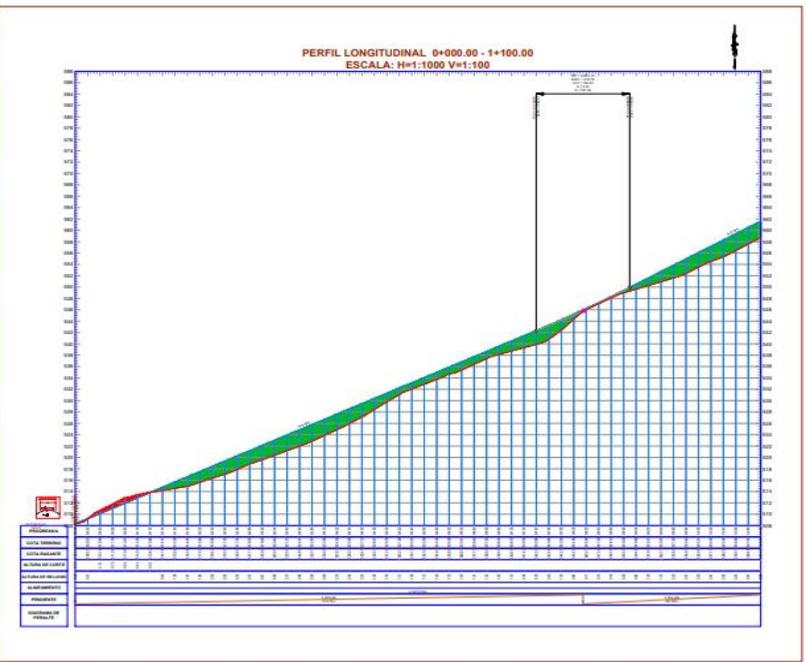
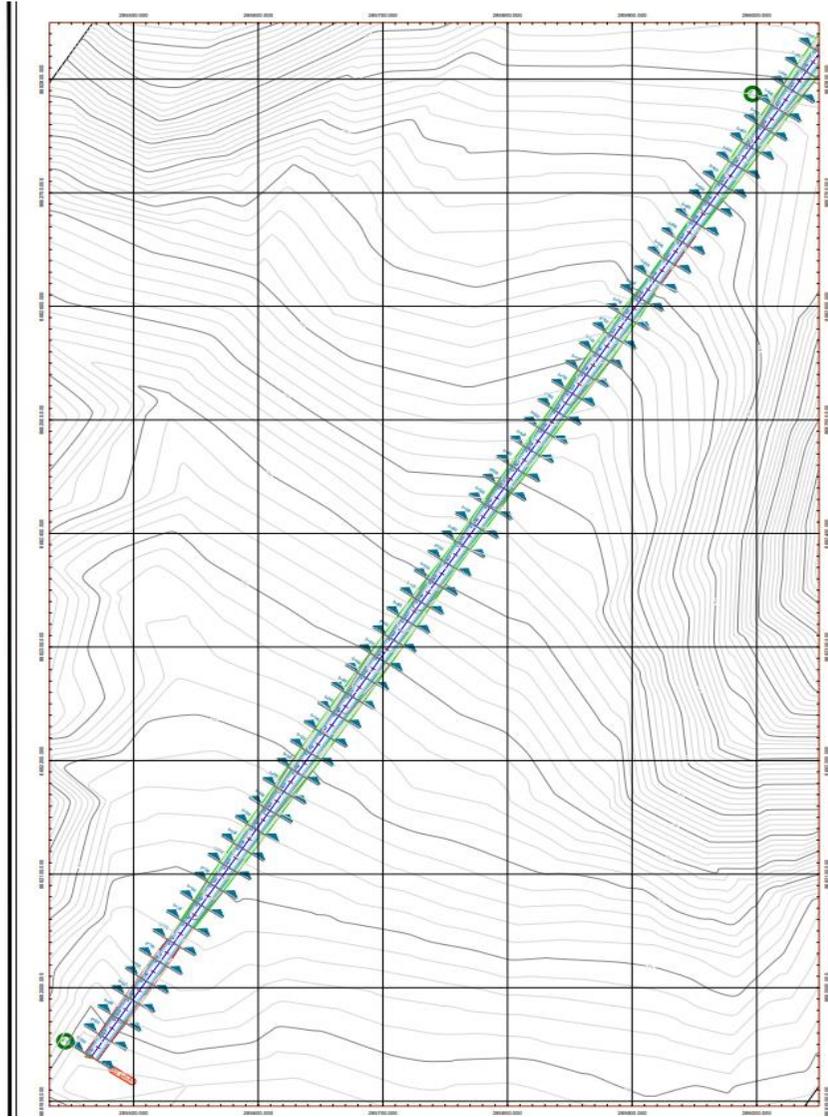


Valor Nominal (mm)	Error de Indicación (µm)
0	0,0
50	0,0
100	0,0
150	3,0
200	3,0
300	4,0

Av. Próceres de la Independencia Mz. A. Lote. 20 Urb. Los Pinos (a Medios Cuadras Cruce con Av. Sta Rosa) - S. J. L. - Lima  
 Telf: (511) 579 7446 / E-mail: contacto@metrosystemsperu.com / www.metrosystemsperu.com  
 El contenido de este certificado solo puede publicarse o reproducirse en forma completa

PH049-02

# ANEXO 98: Diseño geométrico perfil longitudinal de 00+000 hasta 1+000



**TABLA DE VOLUMEN TOTAL DE CORTE Y RELLENO**

ESTACION	COTA EXISTENTE	COTA PROYECTADA	COTA DE CORTA	COTA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTA	VOLUMEN DE RELLENO	PROYECTADO	CANTIDAD DE MATERIAL
0+000	1000	1000	1000	1000	0	0	0	0
0+050	1050	1050	1050	1050	0	0	0	0
0+100	1100	1100	1100	1100	0	0	0	0
0+150	1150	1150	1150	1150	0	0	0	0
0+200	1200	1200	1200	1200	0	0	0	0
0+250	1250	1250	1250	1250	0	0	0	0
0+300	1300	1300	1300	1300	0	0	0	0
0+350	1350	1350	1350	1350	0	0	0	0
0+400	1400	1400	1400	1400	0	0	0	0
0+450	1450	1450	1450	1450	0	0	0	0
0+500	1500	1500	1500	1500	0	0	0	0
0+550	1550	1550	1550	1550	0	0	0	0
0+600	1600	1600	1600	1600	0	0	0	0
0+650	1650	1650	1650	1650	0	0	0	0
0+700	1700	1700	1700	1700	0	0	0	0
0+750	1750	1750	1750	1750	0	0	0	0
0+800	1800	1800	1800	1800	0	0	0	0
0+850	1850	1850	1850	1850	0	0	0	0
0+900	1900	1900	1900	1900	0	0	0	0
0+950	1950	1950	1950	1950	0	0	0	0
1+000	2000	2000	2000	2000	0	0	0	0

**universidad cejar vallejo**

**PROYECTO:**  
 Diseño de Pavimento Flexible  
 Segmento Carretera Ruralizada de  
 Dirección con Bajos de  
 Intervención Val de Oro  
 Miguel Grau, Huancayo 2023

**EQUIPO TECNICO:**  
 \*Ochoa Palomino  
 Abdon Brechman  
 \*Ramos Muñoz  
 Fridoy Bruno

**PLANO:**  
 PLANTA  
 PERFIL  
 TRAMO  
 0+00 - 2+010

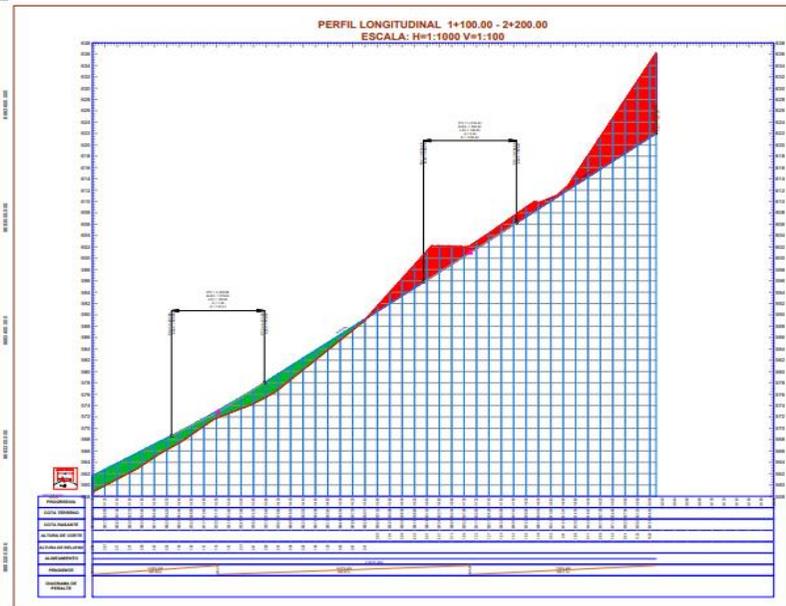
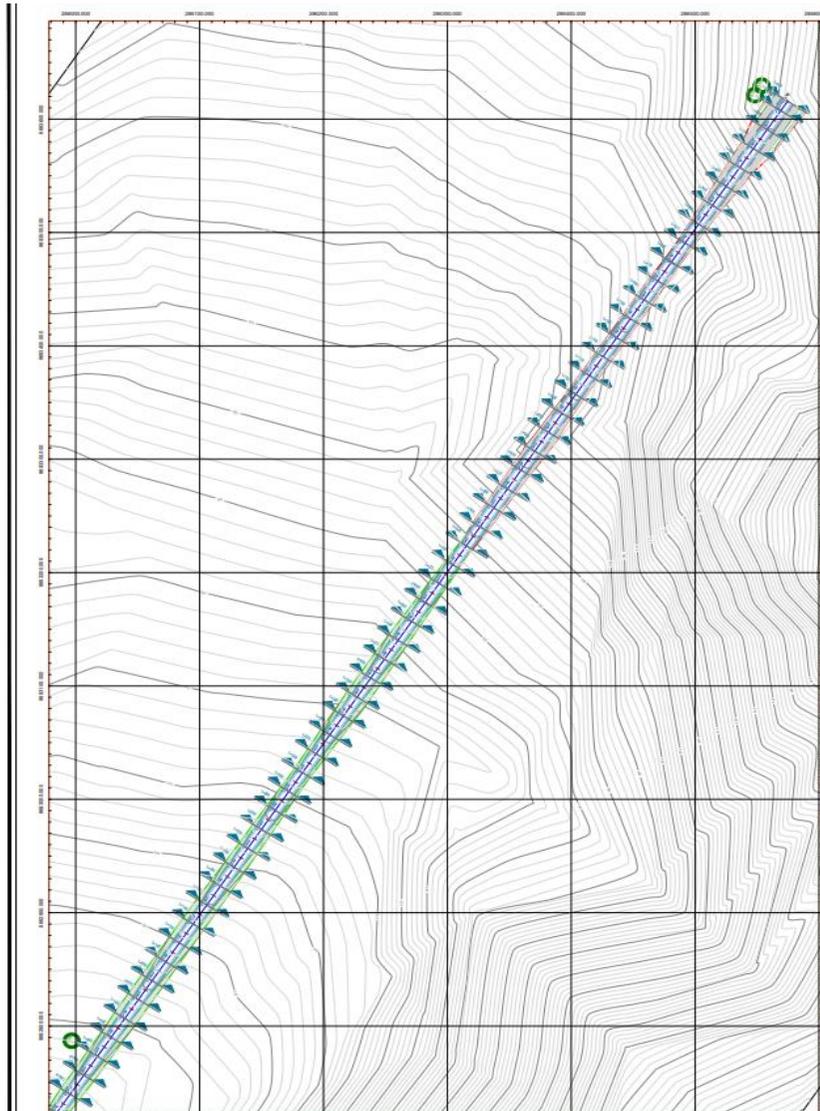
**UBICACION:**  
 MUNICIPIO: Huancayo  
 DISTRITO: Huancayo  
 CANTON: Huancayo  
 PROVINCIA: Huancayo

**FECHA:**  
 27.06.2023

**ESCALA:**  
 1:1000

**LAMINA PP 01**

# ANEXO 99: Diseño geométrico perfil longitudinal de 01+000 hasta 02+001



**TABLA DE VOLUMEN TOTAL DE CORTE Y RELLENO**

ESTACION	CORTE (m³)	RELLENO (m³)	TOTAL (m³)
1+100	0	0	0
1+150	0	0	0
1+200	0	0	0
1+250	0	0	0
1+300	0	0	0
1+350	0	0	0
1+400	0	0	0
1+450	0	0	0
1+500	0	0	0
1+550	0	0	0
1+600	0	0	0
1+650	0	0	0
1+700	0	0	0
1+750	0	0	0
1+800	0	0	0
1+850	0	0	0
1+900	0	0	0
1+950	0	0	0
2+000	0	0	0

**universidad**  
**cejar**  
**vallejo**

**PROYECTO:**  
Diseño de Pavimento Flexible  
Empedrado Grueso Sección de  
Barridos como Mejora de  
Infraestructura Vial en Zona  
Ripiet Gov. Huancayo 2023

**EQUIPO TECNICO:**  
\*Ochoa Palomino  
AbdonBrechman  
\*Ramos Muñoz  
Friday Bruno

**PLANO:**  
PLANTA  
PERFIL  
TRAMO  
0+00 - 2+010

**UBICACION:**  
REGION: Huancayo  
PROYECTO: Huancayo  
CANTON: San Antonio  
DISTRITO: P.O. Ripiet Gov.

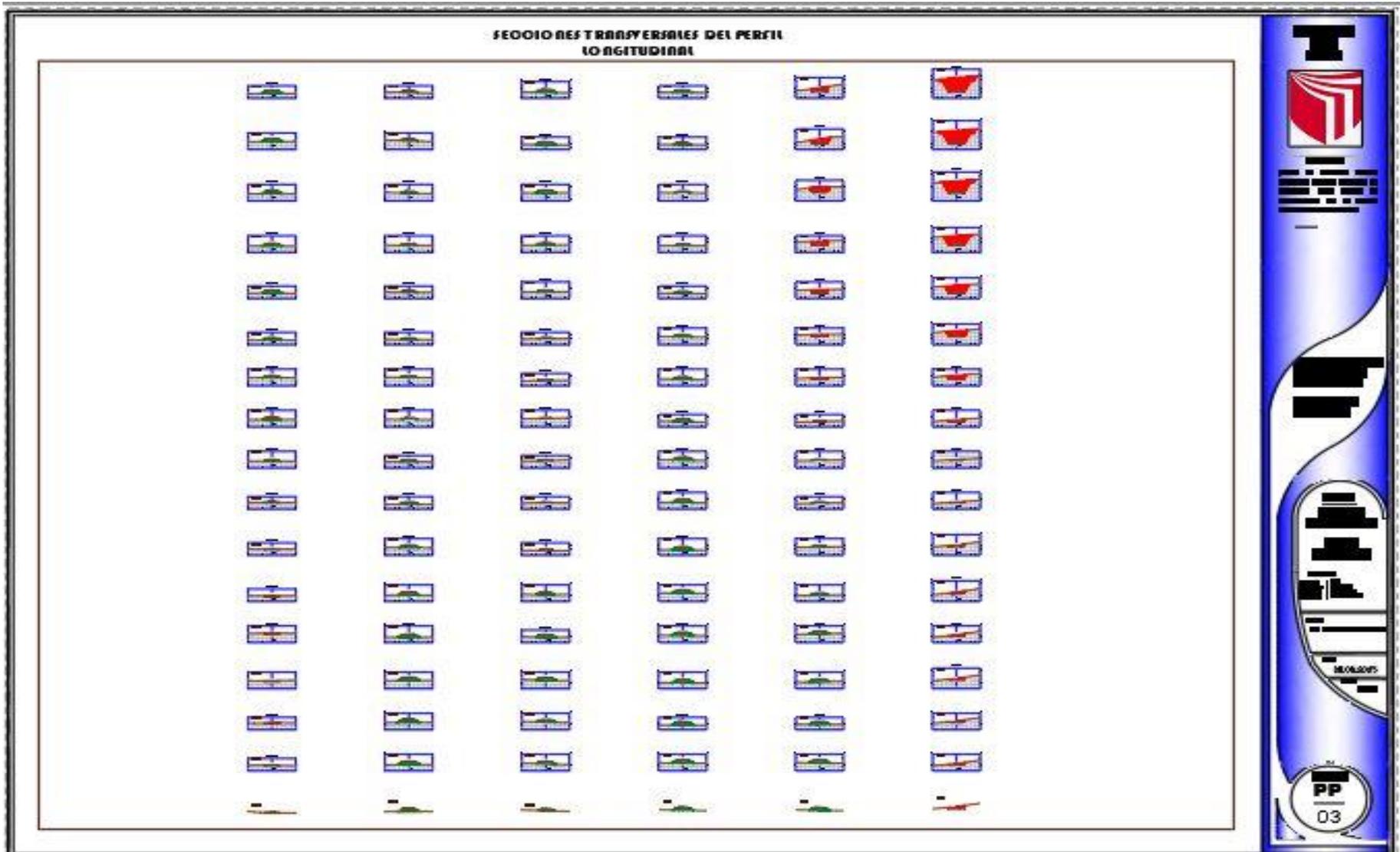
**SEOR:**  
SAC: Pacifico Muñoz, César Augusto

**FECHA:**  
28.06.2023

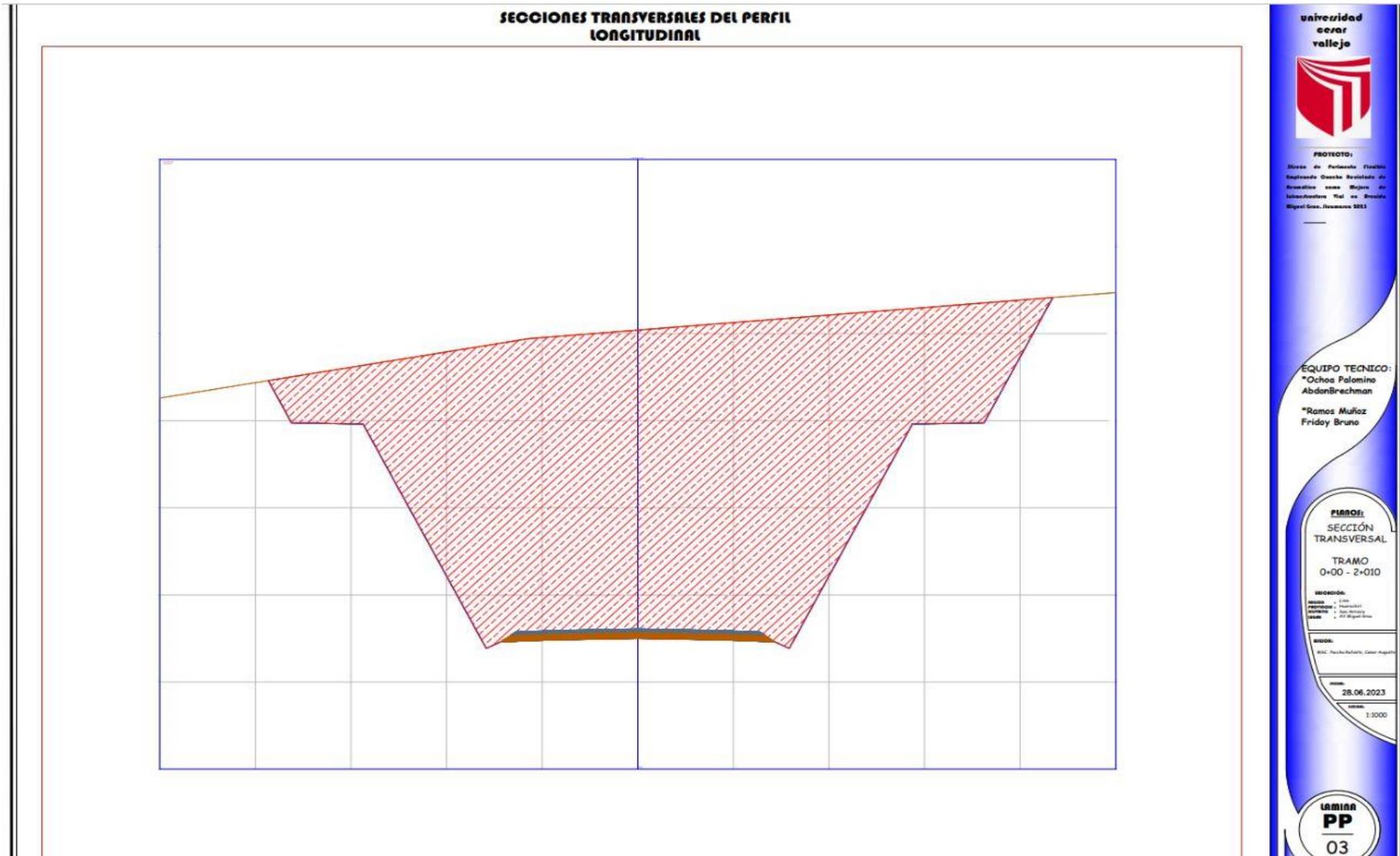
**ESCALA:**  
1:3000

**laminas**  
**PP**  
02

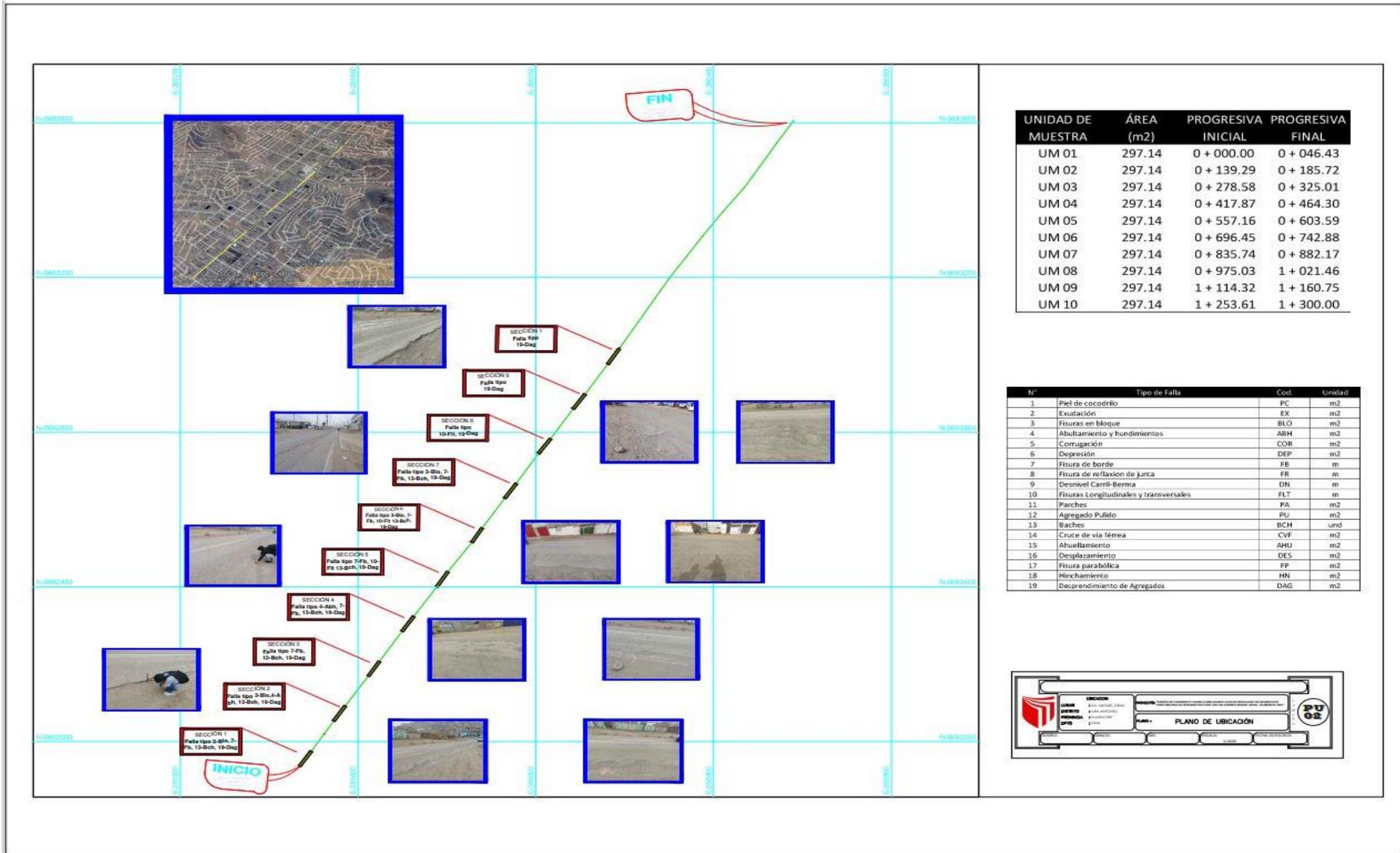
ANEXO 100: Diseño geométrico secciones transversales de 00+000 hasta 02+001



ANEXO 101: Diseño geométrico secciones transversales 02+001 corte y relleno



# ANEXO 102: Ubicación de las fallas con respecto a las 10 unidades de muestra

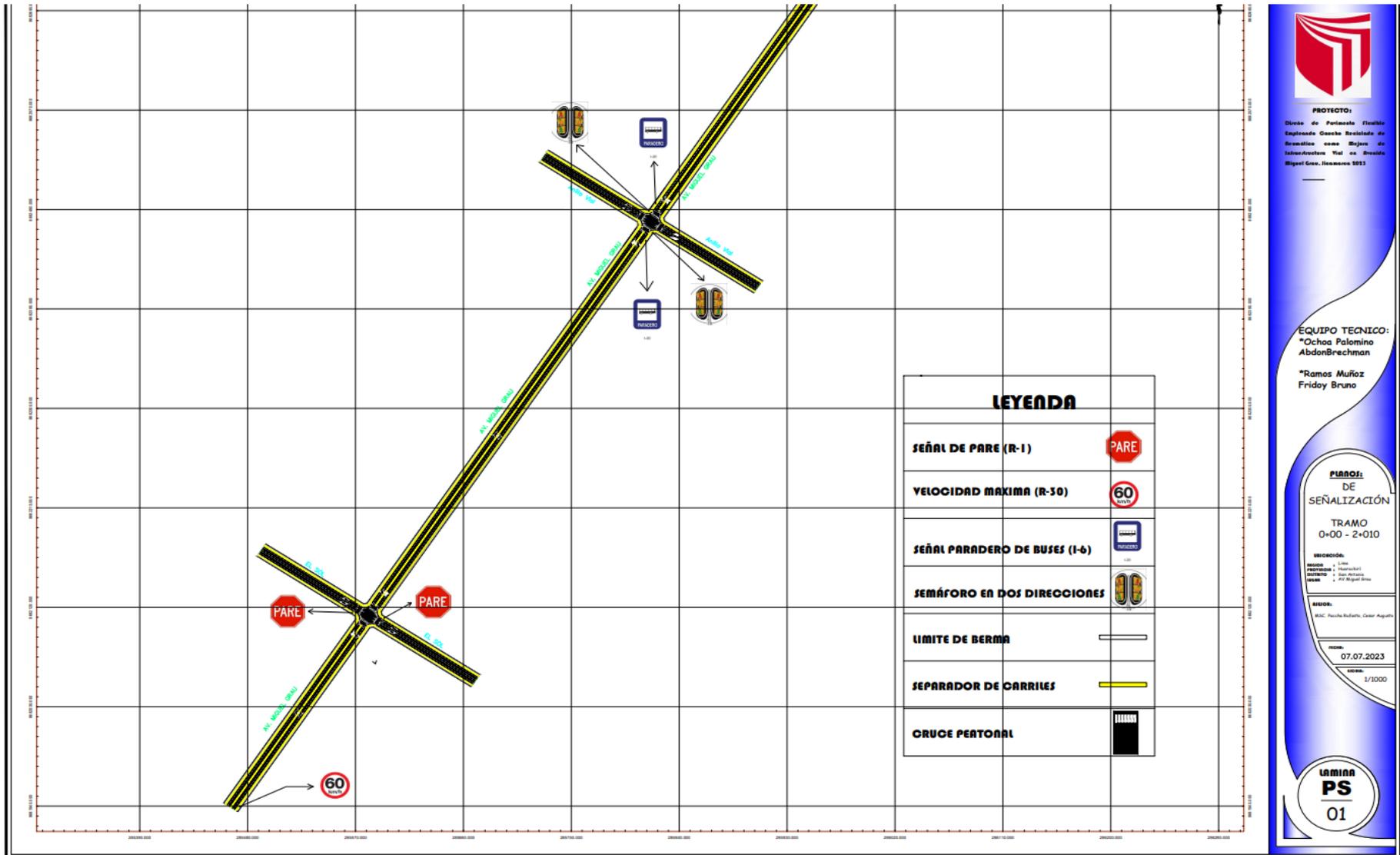


UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
UM 01	297.14	0 + 000.00	0 + 046.43
UM 02	297.14	0 + 139.29	0 + 185.72
UM 03	297.14	0 + 278.58	0 + 325.01
UM 04	297.14	0 + 417.87	0 + 464.30
UM 05	297.14	0 + 557.16	0 + 603.59
UM 06	297.14	0 + 696.45	0 + 742.88
UM 07	297.14	0 + 835.74	0 + 882.17
UM 08	297.14	0 + 975.03	1 + 021.46
UM 09	297.14	1 + 114.32	1 + 160.75
UM 10	297.14	1 + 253.61	1 + 300.00

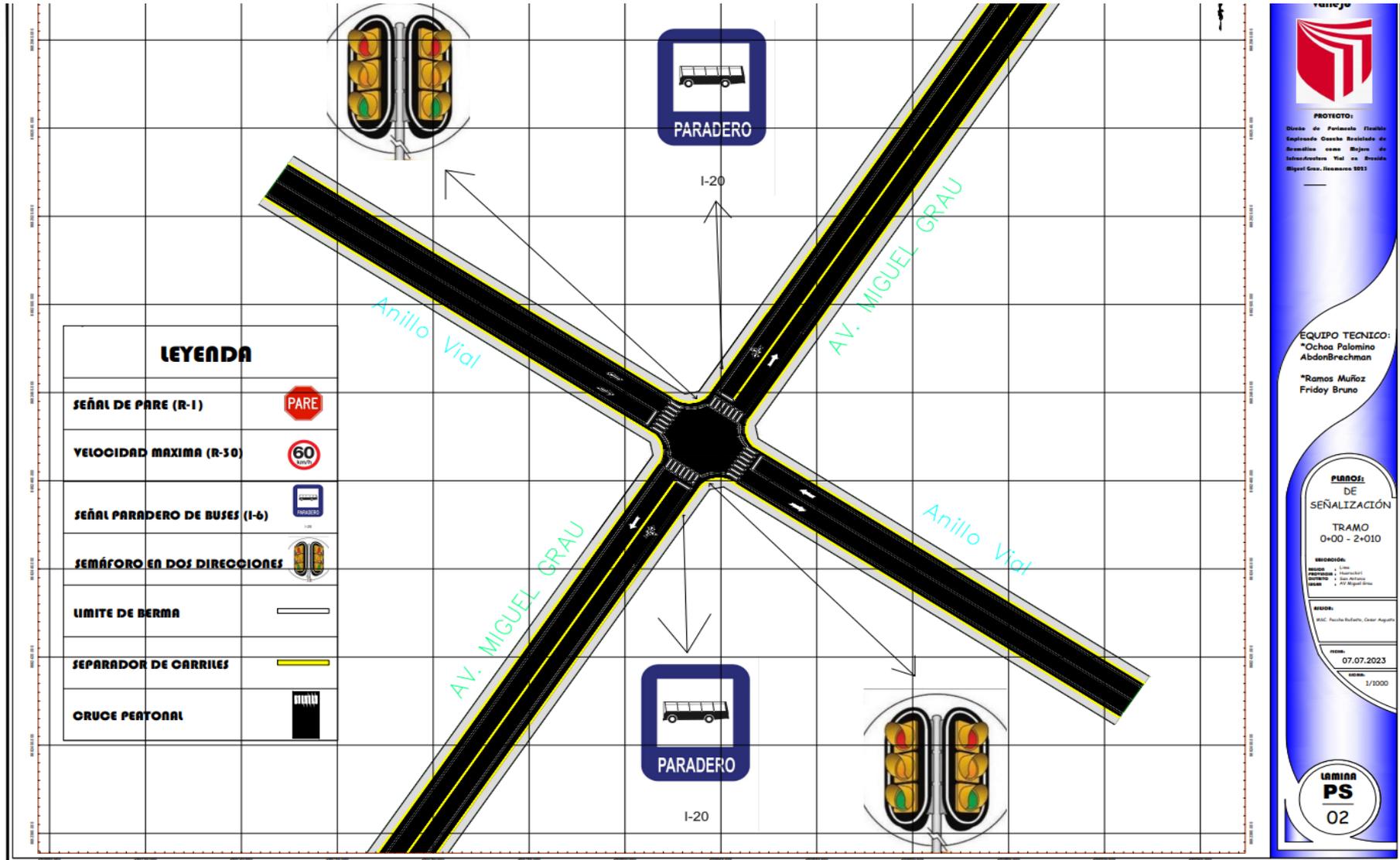
N°	Tipos de Falla	Cod.	Unidad
1	Piel de cocodrilo	PC	m <sup>2</sup>
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>
3	Fisuras en bloque	BLO	m <sup>2</sup>
4	Abultamiento y hundimientos	ABH	m <sup>2</sup>
5	Corrugación	COR	m <sup>2</sup>
6	Depresión	DEP	m <sup>2</sup>
7	Fisura de horde	FB	m
8	Fisura de reflexión de junta	FR	m
9	Desnivel Carril-Berma	DN	m
10	Fisuras Longitudinales y transversales	FLT	m
11	Parches	PA	m <sup>2</sup>
12	Agregado Pulido	PU	m <sup>2</sup>
13	Baches	BCH	Und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	AHU	m <sup>2</sup>
16	Desplazamiento	DES	m <sup>2</sup>
17	Fisura parabólica	FP	m <sup>2</sup>
18	Mixturamiento	MN	m <sup>2</sup>
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m <sup>2</sup>



# ANEXO 103: Plano de ubicación de las señales de tránsito 01



ANEXO 104: Plano de ubicación de las señales de tránsito 01





**PROYECTO:**  
 Dirección de Planificación Urbana  
 Equipamiento Urbano Residencial de  
 Residencia con Bajos de  
 Infraestructura Vial en Dorsal  
 Miguel Grau, Huancayo 2023

**EQUIPO TECNICO:**  
 \*Ochoa Palomino  
 AbdonBrechtman  
 \*Ramos Muñoz  
 Fridoy Bruno

**PLANO:**  
 DE  
 SEÑALIZACIÓN

TRAMO  
 0+00 - 2+010

FECHA:  
 07.07.2023

ESCALA:  
 1/1000

**LAMINA**  
**PS**  
 02

ANEXO 105: Conteo vehicular en la avenida Miguel Grau turno mañana



ANEXO 106: Conteo vehicular en la avenida Miguel Grau turno tarde



ANEXO 107: Conteo vehicular en la avenida Miguel Grau turno noche



ANEXO 108: Conteo vehicular en la avenida Miguel Grau turno noche



## ANEXO 109: Identificación de las fallas por unidad de muestra



ANEXO 110: Identificación de las fallas por bache y borde grieta



ANEXO 111: Identificación de las fallas por desprendimiento de agregas y grieta de borde



ANEXO 112: Identificación de las fallas por desprendimiento de agregados



ANEXO 113: Realización de la calicata C-1



## ANEXO 114: Realización de la calicata C-2



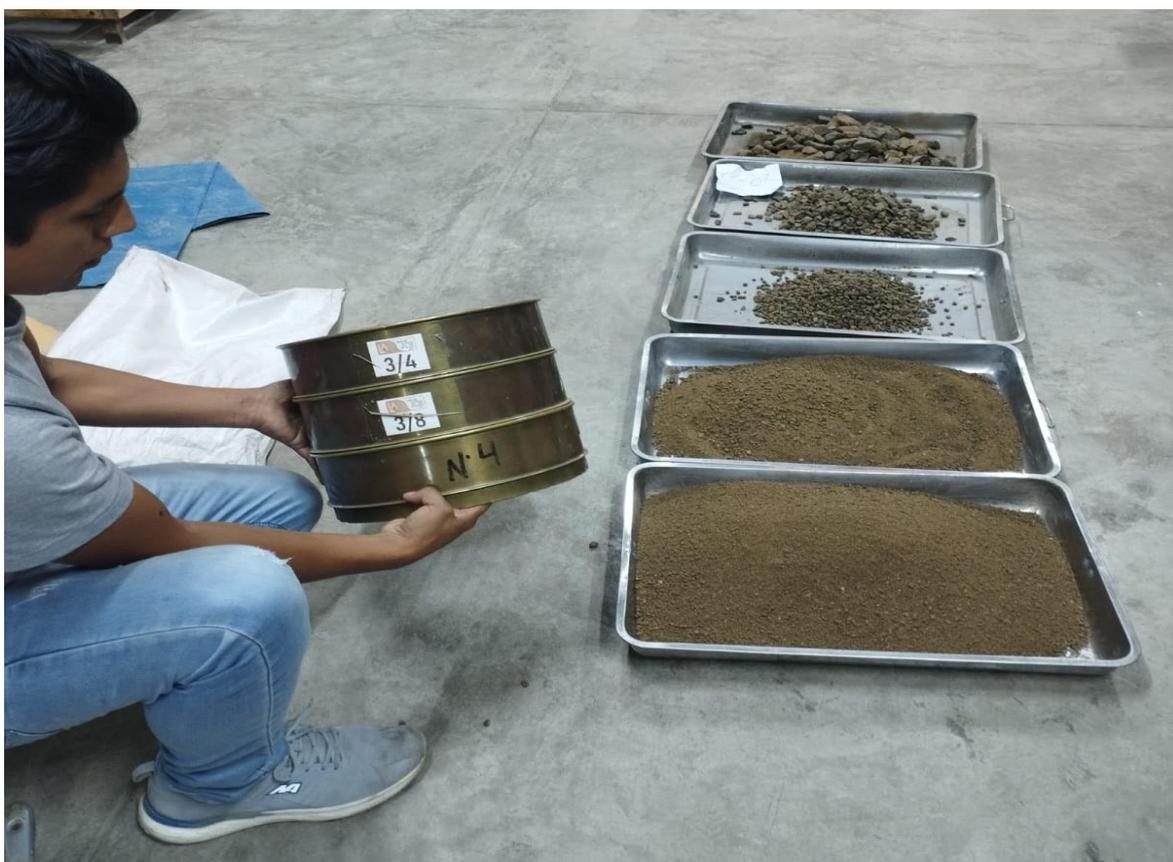
ANEXO 115: Realización de la calicata C-3



## ANEXO 116: Realización de la calicata C-4



ANEXO 117: Análisis granulométrico por tamizado de C-1, C-2, C-3 y C-4



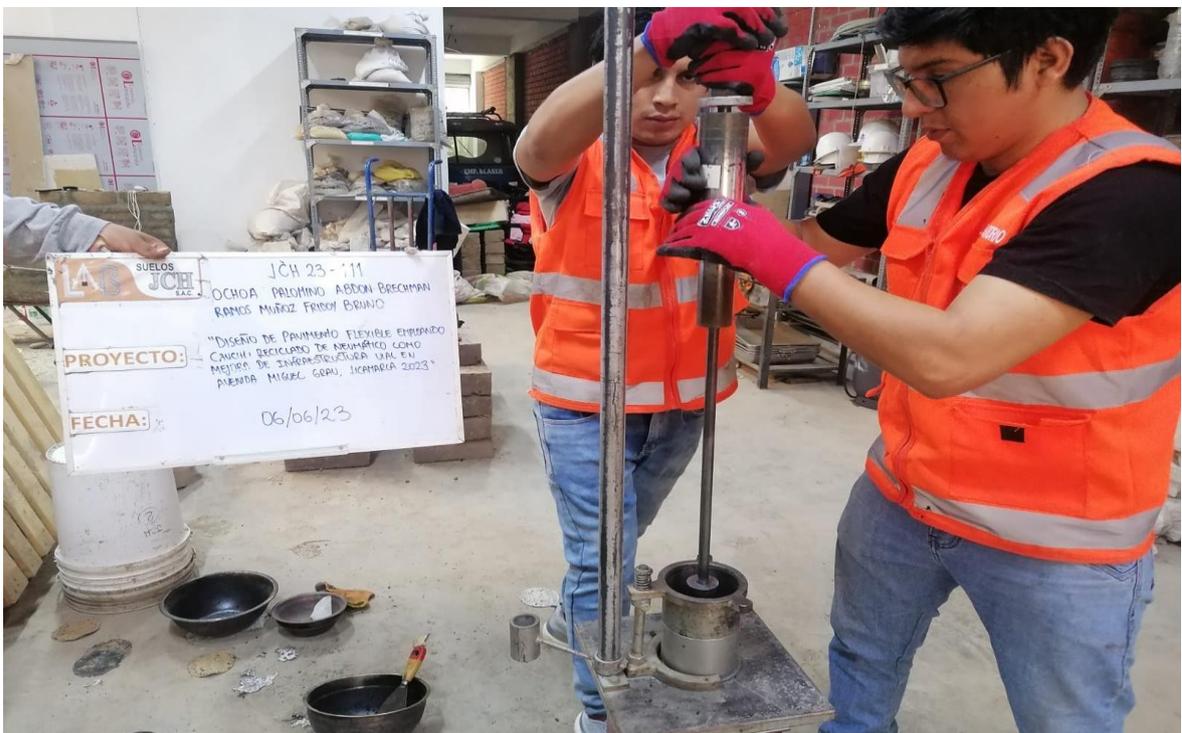
ANEXO 118: Cuarteo y peso de los agregados



ANEXO 119: Tamizado final de la C-1, C-2, C-3 y C-4



## ANEXO 120: Compactación de la briqueta



## ANEXO 121: Resultado de las muestras por el método Marshall

