



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica  
incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz, 2020.**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Caro Leon, Edwin Jhon (ORCID: 0000-0002-1097-7646)

Casiano Villanueva, Yaneth Cristhel (ORCID: 0000-0002-8344-0858)

**ASESOR:**

Mg. Marín Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 000-0002-9103-9490)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

El presente Trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios por ser mi inspiración en este proceso de mi carrera, por ayudarme a no decaer.

A mis padres Eulogio y Ana por su amor, entrega y trabajo en todos estos años, gracias a ustedes he logrado uno de mis objetivos.

A mis hermanas Celenia y Angélica por estar siempre conmigo, acompañándome y por el apoyo moral, gracias por brindarme su amor incondicional.

A mi pareja Fermín y mi hijo Leonardo, gracias por brindarme su apoyo, por ser mi fortaleza.

***Yaneth Cristhel Casiano Villanueva***

Dedico mi trabajo de tesis a mis estimados padres, esposa y mis 2 hijos, que son mi motor y motivo de seguir adelante, con su amor incondicional me demuestran que soy importante y la mejor forma de agradecerlo es esforzándome y darles lo mejor y no hacerles faltar nada.

También dedicarles a mis queridos maestros ya que fueron mis guías en este proceso de mi carrera profesional ya que gracias a ellos puedo cumplir mis metas y salir adelante

***Edwin Jhon Caro Leon***

## **Agradecimiento**

Gracias a nuestros padres: Eulogio y Ana; por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradezco a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ing. Percy Marín cubas tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente le doy mis infinitas gracias.

***Yaneth Cristhel, Casiano Villanueva.***

Mi mayor agradecimiento es a Dios por guiarme, estar siempre en mis momentos más difíciles y llevarme por el mejor camino optado y llegar a esta etapa.

Agradezco al Ing. Ramírez rondan y al Ing. Marín Cubas Percy, por su gran aporte que nos brinda, por la paciencia.

Finalmente, un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

**Edwin Jhon, Caro Leon.**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficas .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2. Variables y Operacionalización .....	18
3.3. Población, muestra y muestreo .....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES .....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS.....	45

## Índice de tablas

Tabla 1. Total, de briquetas por porcentaje de caucho. ....	20
Tabla 2. Disposición de tamices para ensayo granulométrico. ....	28
Tabla 3. Análisis granulométrico por tamizado. ....	29
Tabla 4. Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 4% de cemento asfáltico. ....	30
Tabla 5. Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 5% de cemento asfáltico. ....	30
Tabla 6. Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 6% de cemento asfáltico. ....	30
Tabla 7. Estabilidad y flujo con 1% de caucho y 4% de cemento asfáltico. ....	32
Tabla 8. Estabilidad y flujo con 1.5% de caucho y 5% de cemento asfáltico. ....	33
Tabla 9. Estabilidad y flujo con 2% de caucho y 6% de cemento asfáltico. ....	33
Tabla 10. Comparación de costos entre 1m de carpeta asfáltica tradicional y modificada.....	34
Tabla 11. Estabilidad en briqueta de mezcla asfáltica. ....	35
Tabla 12. Flujo en briqueta de mezcla asfáltica. ....	36

## Índice de figuras y gráficas

<i>Figura 2.</i> Partes de un neumático.....	16
<i>Figura 3.</i> Imagen satelital de la ciudad de Huaraz.....	26
<i>Figura 4.</i> Selección de los agregados en cantera san miguel – Tacllan.....	27
<b>Gráfico 1.</b> Estabilidad vs porcentaje de cemento asfaltico.....	31
<b>Gráfico 2.</b> flujo vs porcentaje de cemento asfaltico.....	31

## Resumen

Con el interés y curiosidad de investigación por parte de los autores por determinar un porcentaje de partículas de caucho reciclado para lograr una mejora en las propiedades mecánicas de estabilidad y flujo de briquetas de mezcla asfáltica fabricadas en la ciudad de Huaraz, se propuso en hacer modificaciones en la composición tradicional de las muestras convencionales que son sometidas a las pruebas mencionadas (Estabilidad y Flujo).

Se realizó un estudio de granulometría para constatar que el material a utilizar cumpla con los requerimientos y porcentajes adecuados para la fabricación de las muestras, comprobando así que el material obtenido en la ciudad de Huaraz es óptimo para fabricar las muestras de briquetas de mezcla asfáltica.

Se fabricaron 30 muestras en total los cuales fueron separados en grupo de 5 por cada porcentaje de Cemento asfáltico y partículas de caucho reciclado que contenían.

Los resultados obtenidos nos dan a conocer que la estabilidad y flujo de las briquetas aumentan cuando el porcentaje que se incorpora de cemento asfáltico y partículas de caucho es de 4% y 1% respectivamente, los cuales cumplen con estar dentro de los márgenes que recomienda el Instituto del Asfalto, mientras que las otras muestras las cuales contienen 4%, 5%, 6% de cemento asfáltico ( sin presencia de partículas de caucho) obtienen resultados un poco menores a la mencionada líneas arriba, las muestras con 5% de C.A Y 1.5% de partículas de caucho, también la muestra con 6% de C.A y 2% de partículas de caucho muestran un aumento considerablemente la estabilidad en todas sus muestras, de la misma forma aumenta el flujo de las muestras, pero el inconveniente esta que dentro del flujo las muestras deben estar dentro de un margen para trabajar de una manera eficiente, cosa que en estas muestras el valor referencial es superado y el flujo sobrepasa el margen recomendado.

**Palabras Clave:** Asfalto, Caucho, Estabilidad, flujo.

## **Abstract**

With the interest and curiosity of research on the part of the authors to determine a percentage of recycled rubber particles to achieve an improvement in the stability and flow mechanical properties of asphalt mix briquettes manufactured in the city of Huaraz, it was proposed to make modifications in the traditional composition of conventional samples that are subjected to the mentioned tests (Stability and Flow).

A granulometry study was carried out to verify that the material to be used meets the requirements and appropriate percentages for the manufacture of the samples, thus verifying that the material obtained in the city of Huaraz is optimal to manufacture the samples of asphalt mix briquettes.

A total of 30 samples were manufactured which were separated into a group of 5 for each percentage of asphalt cement and recycled rubber particles that they contained.

The results obtained show us that the stability and flow of the briquettes increase more optimally when the percentage that is incorporated of asphalt cement and rubber particles is 4% and 1% respectively, which comply with being within the margins recommended by the Asphalt Institute, while the other samples which contain 4%, 5%, 6% of asphalt cement (without the presence of rubber particles) obtain results a little lower than the one mentioned above, the samples with 5 % CA AND 1.5% rubber particles, also the sample with 6% CA and 2% rubber particles shows a considerably increased stability in all its samples, in the same way the flow of the samples increases, but the disadvantage is that within the flow the samples must be within a margin to work efficiently, which in these samples the reference value is exceeded and the flow exceeds the margin n recommended.

**Keywords:** Asphalt, Rubber, Stability, flow.

## I. INTRODUCCIÓN

Como enfoque en la realidad problemática, en la actualidad uno de los más grandes problemas a nivel mundial es el desecho que se genera al dejar de usar los neumáticos y llantas, principalmente porque no existen muchos usos que se le pueda dar luego de ser desechados, además de eso los lugares que son habilitados para su disposición final carecen de alguna reglamentación para poder disponer de ellos.

Estos residuos son considerados como residuos sólidos y es necesario contar con un espacio amplio para su almacenamiento es por eso que en su mayoría estos son quemados ocasionando gran contaminación por la emanación de gases tóxicos y posibilidad de generar incendios, (DIGESA 2009)

Una posible solución para mitigar la cantidad de residuo generado por los neumáticos desechados es el de utilizarlos dentro de las mezclas asfálticas, esta solución sería rentable a nivel económico debido que al tratarse de material en desuso el costo de este sería bajo y tendría la finalidad de satisfacer los continuos aumentos de cargas que son necesarias cada vez más al diseñar pavimentos para tránsito vehicular.

En algunos países europeos como es el caso de España ya se están disponiendo de normas legales que obligan a los ciudadanos y empresas a reciclar los desechos de neumáticos para que estos luego sean utilizados en la construcción de carreteras, debido a que estos residuos van aumentando a medida que se eleva la producción y venta de vehículos automotores, así mismo esta opción ya está siendo considerada por toda la Unión Europea y también los EEUU de América los cuales son los mayores productores con 2584130 Tn/año de llantas fabricadas. (Méndez, 2007)

Teniendo al continente europeo como muestra de lo que más adelante va a pasar en América del sur, además de la creciente economía de los países en vías de desarrollo, además de nuestro factor demográfico, se proyecta que la venta de vehículos en el continente americano tendrá un alza significativa así mismo el consumo de neumáticos también se incrementará, así como la cantidad de residuos.

Una proyección realizada por (BBVA RESEARCH, 2012), dio resultados de la cantidad de vehículos que hay por la cantidad de habitantes de algunos países de Latinoamérica, tal es el caso de Chile y Argentina que son las que mayor proporción de vehículos cuentan con respecto a su población siendo estas de 68 y 201 vehículos por cada mil habitantes, respecto a la producción de neumáticos esta es liderada por Brasil con 260 Tn/año y entre los menores productores de encuentra Perú con 66 Tn/año.

El incremento que se espera gracias a las proyecciones realizadas por diferentes entidades hace que el interés en desarrollar nuevos métodos que hagan que nuestros pavimentos sean más resistentes sea necesario y muy justificado puesto a que se podrá mejorar los pavimentos pero además mejorar el proceso de reciclaje de este material que en los próximos años aumentará su cantidad en desechos, haciéndola una alternativa ecológica para el problema del incremento de desechos y la mejora de los pavimentos de nuestro país.

En el caso de la región Ancash, en un sondeo en el año 2012, existía un total de 38420 vehículos, además se tenía un promedio de desgaste anual de neumáticos de 1.233, generando un aproximado de 54228 neumáticos usados al año (Asociación Automotriz del Perú, 2013).

Respecto a la **formulación del Problema** tenemos problema General: ¿En cuánto varía las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llanta en diferentes proporciones con respecto a su composición tradicional? Y como problema específico tenemos: ¿Cómo varía la estabilidad y el flujo de una mezcla asfáltica al incorporarle partículas de caucho de llantas? Así mismo; ¿Cómo varía la cantidad de agregado grueso y fino al agregarle partículas de caucho de llantas con respecto a una mezcla de composición tradicional? Y, por último; ¿Cómo varía el costo de producción de una mezcla asfáltica con incorporación de partículas de caucho de llantas con respecto a una mezcla tradicional?

Además, respecto a la **Justificación** el presente proyecto de Investigación busca contribuir de forma sostenible a mejorar la calidad de una mezcla asfáltica que se producen con agregados extraídos de canteras cercanas a la ciudad de Huaraz por

lo siguiente: Justificación Técnica (el presente proyecto propone evaluar el porcentaje óptimo de partículas de caucho de llantas que hace falta al incorporarlo a una mezcla asfáltica para optimizar sus propiedades, específicamente el de estabilidad y flujo realizando modificaciones en su fórmula convencional), Justificación Económica (El presente proyecto de investigación busca mejorar la calidad de una mezcla asfáltica sin alterar en demasía la forma de producción convencional, además se busca el reducir el costo de producción incorporando un nuevo material de reciclaje que tiene un costo muy bajo) y Justificación Ambiental (La presente investigación tiene como principal aporte el hacer uso de un material que en la actualidad no tiene mucha reutilización, los residuos producidos por el desecho de las llantas generalmente van a parar a botaderos y tiene muy poco uso de reutilización por lo que solo generan contaminación, con esta investigación se quiere dar un uso alternativo a este material y así contribuir disminuyendo el impacto ambiental que causan los neumáticos).

También como **objetivo general** tenemos; evaluar la variación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho en diferentes proporciones. Y como objetivos específicos; evaluar la variación de la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llantas. Así mismo; evaluar la variación de la cantidad de agregado grueso y fino de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llantas. Por último; evaluar la variación del costo de producción de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llantas con respecto a una mezcla convencional.

Para finiquitar, como **hipótesis general** tenemos; el uso de partículas de caucho de llantas en diferentes proporciones que se adicione a una mezcla convencional de pavimento asfáltico, variará las propiedades mecánicas del pavimento que se produce con agregados obtenidos de canteras en la ciudad de Huaraz. Y como hipótesis específicas; La incorporación de partículas de caucho de llantas variará la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica. Así mismo; La incorporación de partículas de caucho de llantas variará la cantidad de agregado grueso y fino de una mezcla asfáltica. Y, por último; La incorporación de partículas de caucho de llantas variará el costo de producción de una mezcla asfáltica

## II. MARCO TEÓRICO

Como **trabajos previos** de investigadores internacionales, nacionales y locales tenemos: a Chávez (2017) en su tesis “Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín -Jauli. 2017” elaborada en la Universidad Cesar Vallejo, para la obtención del grado de ingeniero civil, expone como objetivo el estudio del desempeño de una mezcla asfáltica en condiciones frías como lo es en la región Junín, para ello las muestras de agregado grueso y fino fueron sometidas a ensayos granulométricos según norma MTC E-204/ASTM 422, también se realizaron pruebas a la mezcla asfáltica como la gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC), además se tomaron como guía el diseño tipo Marshall obteniéndose los porcentajes de piedra chancada un 35%, arena natural 29%, arena chancada 34%, cal hidratada 2% y aditivo mejorado de adherencia 0.5% con esto se obtuvo una mejora en su estabilidad de 1949.4 kg con respecto a una mezcla tradicional. Con el método de Lottman se obtuvo un TSR promedio de 89.79% con el cual se comprueba que hay un esfuerzo a la tensión mayor con respecto a una mezcla asfáltica tradicional, concluyendo así que hay una mejora a la resistencia y reducción a la susceptibilidad de la humedad en estas mezclas asfálticas modificadas con polímero SBS.

Cahuana y Limas (2018), en su tesis de título “Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional” desarrollada en la Universidad San Martín de Porres, para la obtención del grado de ingeniero civil, exponen como objetivo el desarrollar una mezcla asfáltica con mejor comportamiento mecánico para ello se incorporó Betutec IC + aditivo warmix, primero se determinó las características de los agregados y del cemento asfáltico, para poder determinar la estabilidad, fluidez y vacíos se utilizó el método de Marshall y se hizo la comparación respectiva con una mezcla asfáltica de composición convencional. Los resultados que se obtuvieron mostraron una mejora de la mezcla modificada con betutec Ic + aditivo warmix en el comportamiento mecánico con respecto a la mezcla asfáltica tradicional, entre los que destacan una menor pérdida de resistencia por efectos del agua, mejor cohesión y una mejor resistencia al esfuerzo cortante, contribuyendo así a una mejor duración del

pavimento.

Infante y Vásquez (2016), En su tesis de título “Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas” desarrollada en la Universidad Señor de Sipán, para la obtención del título de ingeniero civil expone como objetivo principal el hacer una comparativa entre una mezcla asfáltica convencional y una mezcla asfáltica modificada con EVA y SBS. Comenzando así con la evaluación de los materiales gruesos y finos, así como el cemento asfáltico, luego de someter a las pruebas a ambas muestras se llegaron a obtener los siguientes resultados.

Para una mezcla convencional se obtuvo un porcentaje óptimo de asfalto de 5% para uso de tránsito liviano y 5.3 para uso de tránsito pesado. Para una mezcla asfáltica con polímero SBS, se obtuvo un asfalto óptimo de 5% y 4% para uso de tránsito liviano y pesado respectivamente. Concluyendo así que no se obtuvo una mejora significativa tanto en propiedades ni a nivel económico, por lo que el autor recomienda realizar estudios más profundos con proporciones diferentes de polímeros EVA y SBS.

Mantilla y Castañeda (2017), en su tesis “Estudio experimental del efecto de caucho reciclado y la asfalto en el desempeño del asfalto” desarrollada en la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia. Para la obtención de su título de Ingeniero Civil, exponen que la tesis se planteó como una solución alternativa al uso de este material, además los constantes estudios que se viene realizando al incorporar diferentes elementos plásticos a las mezclas asfálticas para poder mejorar u optimizar tanto sus propiedades físicas como mecánicas debido al constante incremento de resistencia que va requiriendo los diseños de pavimentos, hacen que se estudie los efectos del caucho y el asfalto en el desempeño final del asfalto. Se utilizó cemento asfáltico AC 40-50 y las muestras con asfaltita y partículas de caucho reciclado fueron sometidas a una mezcla con las siguientes temperaturas: 0,5,10,15,20,25 y 30 grados centígrados (°C), los resultados muestran que se logra obtener una mejor resistencia y flexibilidad cuando la mezcla está conformada por 10% y 8% de caucho reciclado. Concluyendo así que si se puede lograr una mejora significativa al añadir a las mezclas tradicionales asfáltico y residuos de caucho por lo que recomiendan realizar más estudios sobre las

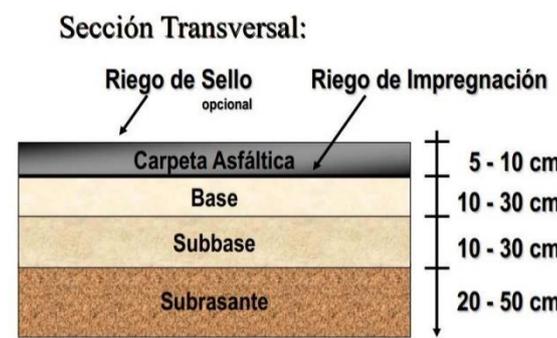
proporciones para poder obtener mejores resultados.

Díaz y Castro (2017) cuya tesis titulada “Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y asegurar pavimentos sostenibles en Bogotá” desarrollada en la Universidad Santo Tomas, Colombia. Para la obtención del grado de Ingeniero Civil expone como objetivo revisar cómo influye la incorporación de granos de caucho reciclado en las diferentes propiedades del pavimento asfáltico así mismo sus posibles ventajas y desventajas a corto y largo plazo y su impacto económico, para ello se realizó una ardua recopilación de información sobre estudios previos del tema donde se obtuvieron los siguientes resultados: al adicionar 5% en peso de GCR a una mezcla asfáltica se incrementa su resistencia a la fátiga en prácticamente 100% al ser comparado con una mezcla tradicional, y continua con esta tendencia al ser evaluadas a diferentes temperaturas, otra ventaja encontrada es que al adicionar 5% de GCR se puede disminuir el espesor de una carpeta asfáltica manteniendo la misma resistencia que una carpeta convencional, logrando así un ahorro significativo de los recursos económicos de acuerdo a la magnitud de un proyecto vial, concluyendo así que existen más ventajas que desventajas al incorporar GCR a las mezclas asfálticas.

Fadi Talal (2017), en su tesis “studying the effect of adding crumb rubber on the mechanical properties of asphalt mixtures (Wearing course layer)” desarrollada en the Islamic University of Gaza, para la obtención de grado de master en Ingeniería Civil expone como objetivo investigar que efecto se produce en el pavimento al añadir diferentes proporciones de partículas de caucho reciclado en comparación a una mezcla convencional, otro de los objetivos es determinar qué porcentaje de caucho es más óptimo, para ello las partículas utilizadas en la realización de las mezclas tuvieron un tamaño máximo de 5mm, así mismo el método utilizado para la mezcla fue el método de Marshall realizándose 30 muestras a las cuales se incorporaron 10, 15,20,25 y 30% de partículas de caucho de llantas, obteniendo como resultado que el porcentaje ideal de betún es 5.4%, en cuanto al porcentaje ideal de partículas de caucho los resultados mostraron que un porcentaje de 17% es el más óptimo ya que con estos porcentajes cumpliría sin ningún problema los estándares nacionales e internacionales.

Respecto a la **teorías** tenemos que; definir al pavimento como la agrupación de distintas capas de materiales uno sobre otro cuya función principal es el de disipar las cargas generadas por el tránsito de vehículos, para ello la capa superior es denominada superficie de rodadura, entre las principales condiciones que debe tener un pavimento para su óptimo funcionamiento destacan: los trazos verticales y horizontales, el ancho, óptima resistencia a soportar cargas evitando la formación de grietas y fallas, rugosidad adecuada que permita que sea seguro conducir sobre ella aun estando la superficie mojada, resistencia a los esfuerzos producidos por el tráfico de vehículos, resistencia a las condiciones climáticas de las diferentes zonas, contar con una visibilidad óptima que permita al conductor ver a otros conductores y deberá contar con una visibilidad paisajística agradable para evitar la somnolencia al momento de conducir, el orden adecuado de la colocación de las capas está determinada por su capacidad de carga siendo su ubicación de menos a mayor una sobre otra obteniendo así que las capas superiores son las de mejor calidad y las inferiores las de menos calidad, la función de las capas es el de transmitir las cargas uno sobre otras hasta llegar a las capas inferiores las cuales transfieren las cargas al suelo, la calidad de todas las capas que conforman un pavimento no solo están dadas por los materiales, sino también por la calidad del proceso constructivo donde podemos encontrar como uno de los factores principales el de realizar una compactación adecuada así como la humedad que se le da a los materiales al momento de compactarlos puesto que de no estar bien compactados se pueden producir deformaciones por efecto de las cargas comprometiendo así la integridad general de todo el sistema de capas, (manual de carreteras AASHTO, 2016)

**Figura 1.** Capas típicas de un pavimento flexible.



**Fuente:** Slideshare 2020

Respecto a las clases de pavimentos, está dividido en pavimento rígido; se encuentra constituido por concreto hidráulico, que es la mezcla de cemento, piedra, arena y agua, presentando un armado de acero en algunas ocasiones, su costo de producción es elevado en un inicio, pero presenta beneficios porque su mantenimiento es mínimo en comparación con el pavimento flexible, también el pavimento rígido tiene una vida útil muy alta de acuerdo a su diseño, pero generalmente es de entre 20 a 40 años, (Navarro, 2011)

Así mismo pavimento flexible; “resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base”, (Navarro, 011)

Clasificación de materiales Gruesos según la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT), se denomina roca a toda formación geológica sólida que tenga un diámetro mayor de 2 metros.

FRG-f < 2.00 > 0.75 m

FRM-f < 0.75 > 0.20m

FRCH-f < 0.20 > 0.075 m que es el f de la malla # 3

Todo lo que pase la malla de 3” es considerado como suelo

FRG = Fragmento de roca grande.

FRM = Fragmento de roca mediana.

FRCH = Fragmento de roca chica.

Sub- base, en cuando al aspecto económico la suba base ahorra dinero debido a que ocupa una gran parte del espesor total de un pavimento flexible, tiene dos principales funciones, por una parte, el de transferir las fuerzas de carga al suelo y la segunda es el de impedir que el agua que se acumulan en las terracerías ascienda a la sub rasante y por ende a la carpeta asfáltica por el fenómeno denominado capilaridad, (Navarro, 2011).

Características de bases y sub bases, si nos basamos en el criterio utilizado en la actualidad tenemos que, para carreteras donde el tránsito es menor a 1000 vehículos pesados por día, es recomendable utilizar una base al menos de 12 centímetros para garantizar un óptimo trabajo de la sub base, cuando tenemos condiciones donde el tránsito supere a 1000 el espesor mínimo a utilizar deberá ser 15 cm. (Navarro, 2011).

La base es una de las capas que conforman un pavimento flexible, su función principal es el de recibir los esfuerzos producidos por las cargas generadas por el tránsito de vehículos pesados y livianos, para que la base sea adecuada para cumplir su función a cabalidad, al momento de su construcción esta capa tiene que ser compactada adecuadamente también la estabilización que se le da tiene que ser óptima, debido a que de ser cumplidas estos procesos de forma correcta al momento de la construcción, esta se verá reflejada con una respuesta eficiente a las cargas así como el cumplimiento de la durabilidad proyectada de vida útil.

Es muy importante desarrollar el proceso constructivo de las capas inferiores que conforman un pavimento ya que las capas superiores las cuales son más delgadas necesitan una base firme que de buen soporte y ayude a que las capas que se encuentran arriba trabajen de forma óptima transfiriendo las cargas a las capas que se encuentran en la parte baja.

En el caso de que los procesos ni las medidas mínimas de diseño no se cumplan de forma correcta al momento de construir un pavimento, las fallas comenzaran a notarse al momento de que se comience con el tránsito vehicular y también cuando las condiciones climáticas cambien y se pongan más rigurosas, el tránsito frecuente de vehículos se traducirá en deformaciones longitudinales y transversales sobre la carpeta asfáltica esto generalmente por una compactación y estabilización deficientes en las capas inferiores del pavimento.

Los materiales que conforman las capas inferiores tienen que tener un VRS (valor relativo de soporte) adecuados cuyas características es de tener un buen límite plástico para que puedan ser compactadas correctamente, (Navarro, 2011).

Procedimiento constructivo de bases y sub-bases, todos los pasos del proceso

constructivo de una base o sub base son importantes y el no cumplimiento correcto de alguna de ellas se traducirá en una baja resistencia o durabilidad de la misma, para ello debemos en primer lugar ubicar un banco del material, también se puede denominar “cantera” de donde se realizará la extracción de los materiales, arena, grava, los famosos aglomerados (rocas) y también los materiales cementantes más conocidos como materiales conglomerantes.

No es recomendado el uso de tezontles debido a que son materiales que se desmoronan con mucha facilidad y esto puede conllevar aun cambio volumétrico en la base, si por algún motivo se hace el uso de este material estos deberán ser mezclados con algún material fin, por ejemplo puede ser mesclado con el tepetates en la siguiente proporción aproximada (55% de tepetate y 45% de tezontle) con esta proporción se lograra una mejor resistencia al desmoronamiento, también de ser necesario más reforzamiento de este material se deberá aplicar algunos tratamientos previos como el de realizar un buen cribado, y una buena trituración del material además de una buena estabilización en planta adicionando cemento o cal para mejorar su resistencia. Una vez de llevar estos materiales a obra se realiza el proceso de acamellonado para así poder determinar un cálculo del volumen y así llevar un mejor seguimiento del proceso y las cantidades, en caso de que el material transportado de las canteras contenga humedad, deberá ser calculada para determinar si la humedad está por encima o por debajo de la óptima y así poder saber la cantidad faltante o excedente para que el material pueda ser trabajado adecuadamente y logre una compactación correcta.

Luego de que el material acamellonado tiene la proporción cercada a la correcta de humedad se comienza con el proceso de compactación, en cuanto al agua que se va agregando para obtener el porcentaje optimo, esta no se debe hacer de golpe si no en varias etapas conforme de va realizando también el proceso de compactación, entonces podemos decir que, el proceso de agregado de agua y el proceso de compactación van de la mano y que el buen procedimiento de ambos se traducirá en una base de resistencia y durabilidad adecuadas, para la compactación de hace uso de una compactadora de rodillo liso o también compactadora de rodillo de neumáticos.

Una vez que se haya logrado la compactación requerida por el proyecto de deberá

dejar secar la base de forma superficial, luego se procede con la limpieza de la superficie, eliminación de las partículas sueltas y el barrido final, posteriormente sobre la superficie se aplica un riego de emulsión de asfalto el cual tiene un fraguado súper estable también denominado (lento), este procedimiento es conocido como riego de impregnación, la función principal de este procedimiento es el de estabilizar la base, también el de impermeabilizar lo cual va a hacer que la base este protegida de la intemperie, generalmente usado cuando la capa asfáltica no se va a poner de manera inmediata.

También es importante porque va a facilitar la adherencia entre la base y la carpeta asfáltica, en cuando a la cantidad de riego de emulsión será determinada por la abertura de los poros que se presentan en la base después de ser limpiadas, una de las técnicas más usadas para calcular la cantidad es el de utilizar los famosos mosaicos de prueba cuyos valores se encuentran entre 0.6 y 1.2 litros/m<sup>2</sup> la SCT nos da una recomendación de que la emulsión asfáltica que se aplica a la base debe penetrar como mínimo 3mm, donde no debe observarse charcos de asfalto los cuales puedan desestabilizar la futura capa superior que será colocada.

Este procedimiento no es recomendado realizarlo cuando se tenga una temperatura menor de 6°C, cuando la velocidad de viento sea alta, cuando las condiciones climatológicas sean adversas como lluvias, la base impregnada de emulsión asfáltica puede habilitada al tránsito pasado 24 horas de secado, además como recomendación final pueden ser cubiertas con una capa de arena para evitar que los neumáticos de los vehículos degraden la película de asfalto, (Manual de carreteras AASHTO, 2016)

El asfalto es el material más utilizado para la construcción de pavimentos flexibles, se puede encontrar de manera natural en el mundo, pero el más utilizado es aquel que es derivado del petróleo, está conformada por una mezcla de betún y algunos materiales inertes como la arena, sílice y arcilla

El instituto del asfalto lo define como uno de los materiales más antiguos utilizado en la ingeniería, antiguamente fue utilizado como material para ligar o impermeabilizar superficies además de ser un material muy versátil, el termino de asfalto deriva de la palabra “asphatu” cuyo significado es dividirse.

Posteriormente su empleo se intensificó por los griegos los cuales utilizaron este material como cemento para unir materiales y objetos, conllevando finalmente a la palabra inglesa “asphalt”, (Arenas 2000).

Es la mezcla asfáltica de agregado y asfalto las cuales conforman la carpeta asfáltica, los agregados y el asfalto son mezclados en proporciones exactas dependiendo del requerimiento y propiedades de un proyecto determinado, la cantidad que se adiciona a la mezcla determinará sus propiedades físicas y mecánicas y por consiguiente su desempeño como estructura de un pavimento. Los métodos de diseño de pavimentos son varios, para el caso de una mezcla en caliente uno de los más famosos es el método de Marshall (AASHTO T 245 o ASTM D 15559) así también el método de Hveem (AASHTO T 246 y T247 o ASTM D 1560 y D 1561). Estos métodos tienen ventajas singulares, así como características particulares entre ambas, en el Perú el método más utilizado es el método de Marshall, (Montalvo, 2008).

A nivel mundial aún no está estandarizado un método determinado para la elaboración de mezclas asfálticas con partículas de caucho de llantas, lo que sí existe es sugerencias en base a modificaciones en los métodos que realizan las dos mencionadas líneas arriba.

Las mezclas asfálticas pueden ser fabricadas insitu o en fábricas fijas y/o móviles, en caso de ser fabricadas en plantas deberán ser transportadas tendidas y compactadas. Una mezcla asfáltica tiene como principal objetivo el de cubrir completamente las partículas de agregado y así puedan garantizar un buen uso en pavimentos en construcción.

Una vez terminada la construcción de la carpeta asfáltica la función que cumplirá la mezcla asfáltica será el de garantizar una buena superficie de rodamiento, segura, cómoda y económica, además el de transmitir las cargas a las capas inferiores y así finalmente ser transferidas al suelo, (Montalvo, 2008).

Principales características de una mezcla asfáltica, Si se logra obtener una mezcla asfáltica, esa va a cumplir con ciertas características que harán que trabaje de forma correcta, dentro de esas propiedades que debe tener una mezcla son las

siguientes:

La estabilidad es una de las características más importantes que debe cumplir una mezcla asfáltica, se trata de contabilizar la resistencia que tiene la mezcla para resistir deformaciones y desplazamientos que puedan ser producidos por cargas de tránsito, esta característica hace que el pavimento no se deforme, aunque esté sometida a cargas repetidas, en caso de no presentar una buena estabilidad, el pavimento presentara una serie de problemas como, ondulaciones y huellas.

La prueba de estabilidad puede ser determinada únicamente después de someter a prueba de campo al pavimento, ya que en un diseño inicial se proyecta la resistencia y durabilidad que debe tener, y esta es corroborada o rechazada una vez que se ponga en práctica la resistencia en campo, la estabilidad debe ser la adecuada para que no presente problemas al recibir el tránsito proyectado antes de su construcción, estos deben ser exactos, si la estabilidad es demasiado alta el pavimento será demasiado rígido y esto se traducirá en una durabilidad menos a la esperada, (Montalvo, 2008).

La durabilidad es la propiedad que tiene un pavimento para aguantar la desintegración de los agregados que la conforman, los cuales pueden generarse por acción del clima u otra condición externa como el tránsito de vehículos.

Para lograr una mejora de la durabilidad de un pavimento se puede recurrir a algunas técnicas muy comunes, el primero es el de aumentar la cantidad de asfalto que se incorpora a la mezcla, la segunda forma es la de diseñar y compactar la mezcla con la finalidad de impermeabilizar el pavimento el cual se traducirá en una mayor duración, y la tercera forma es el uso de una graduación más densa de los agregados resistentes a la separación debido que los agregados que son resistentes a la separación también lo son a las condiciones más severas como la acción del agua, del viento y el tránsito, (Montalvo, 2008).

La impermeabilidad está definido como la oposición que muestra un pavimento o una carpeta asfáltica al ingreso de agua y aire a su interior, esta característica está relacionada principalmente al contenido de vacíos que se producen en el proceso de compactado, ya que si una mezcla que ya ha sido compactada presenta un gran porcentajes de vacíos esta se traducirá como una impermeabilidad más baja,

uno de los factores que determina la impermeabilidad es el proceso de compactado, el cual como ya se mencionó deberá ser la óptima para que el resultado final se traduzca en un grado de impermeabilidad que este dentro de los límites que se especifican en las diferentes normas y guías de diseño de pavimentos, (Montalvo, 2008).

El concepto de trabajabilidad, viene a ser el dar a entender cuan fácil es trabajar con una determinada mezcla asfáltica, para una correcta colocación y compactación, en caso de que la trabajabilidad de una mezcla no sea la adecuada esta puede ser sometida a ciertos parámetros de mezcla, así como modificación de sus agregados y en general su granulometría.

Por ejemplo, si se prepara una muestra con agregados gruesos, estas tendrán tendencias a segregarse durante su manipulación y además son más difíciles de compactar y la presencia de vacíos es más común, por eso es que se busca un balance ideal entre agregado grueso y fino para mejorar la trabajabilidad de la mezcla asfáltica, (Montalvo, 2008).

Flexibilidad, Es la capacidad que tiene un pavimento para deformarse y/o acomodarse sin sufrir grietas, estas deformaciones pueden ser provocadas por movimientos propias de la actividad sísmica como también de asentamientos graduales que las distintas capas que conforman un pavimento, siempre se busca que la flexibilidad del pavimento asfáltico sea la adecuada, debido a que el asentamiento de las capas es inevitable y ocurrirán de una manera u otra, por lo que la flexibilidad ayudará a mantener la integridad de la capa superior. La mejor flexibilidad se da al utilizar una mayor cantidad de asfalto en las mezclas, pero estas deberán ser calculadas adecuadamente porque de exagerar en la cantidad de asfalto se generaría inconvenientes entre la flexibilidad y la estabilidad, por ese motivo se debe buscar un equilibrio entre ambas propiedades, (Montalvo, 2008)

Es la resistencia a la fatiga que tiene el pavimento asfáltico a la deformación que sufre por la constante flexión de la carpeta al ser sometida al tránsito vehicular, está demostrado que dos características que influyen de forma importante en la fatiga son el nivel de vacíos y la viscosidad, cuando los vacíos representan un alto porcentaje la resistencia a la fatiga se reduce, (Montalvo, 2008).

El caucho es uno de los materiales más utilizados a nivel mundial, está compuesto principalmente por látex y hay dos fuentes principales de donde pueden ser obtenidos, una forma es conseguirlo de manera natural en algunas plantas y árboles y la segunda manera y más conocida es la forma artificial, el cual es obtenido como un sub producto del petróleo, a lo largo de los años el uso del caucho se ha ido intensificando con el aumento de vehículos que transitan por las carreteras a nivel mundial, una de las formas que conocemos es el neumático, compuesto por caucho este producto está presente en todos los vehículos por lo que su demanda es muy alta. (Chávez, 2005).

El neumático es uno de los principales productos elaborados a base de caucho, sub producto del petróleo es muy importante para el desarrollo de la humanidad.

El primer neumático que se fabricó se adjudica a Charles Goodyear, el cual de forma accidental hizo el famoso descubrimiento en un proceso de vulcanización, donde el caucho adquiere resistencia y solidez, la forma en la que se creó fue mezclando azufre y caucho, luego de calentarlo y dejarlo enfriar adquiría una goma relativamente dura con una calidad similar al cuero, esta tenía la característica de que era muy resistente y no se disolvía con facilidad en soluciones ni en petróleo.

Ya en el año 1887, John Dunlop fue la primera persona que fabricó el neumático con una cámara de aire en su interior, este invento hizo que los viajes que se realizaban hasta esa época mejoraran notablemente en comodidad, este invento fue crucial para el desarrollo de la expansión terrestre y dio paso a la construcción de automóviles, motocicletas y bicicletas modernos. (Chávez, 2005).

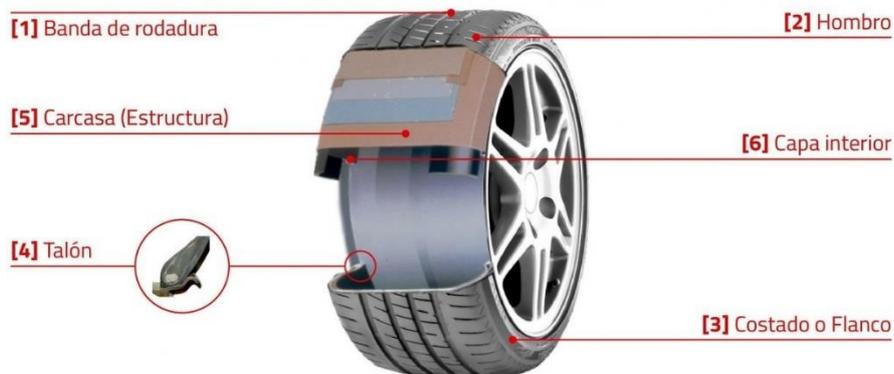
Una de sus principales características de los neumáticos es que está conformado por los dos tipos de caucho (natural y sintético).

El caucho natural proveniente del látex aporta al neumático gran resistencia mecánica y una adherencia óptima sobre superficies, por este motivo a la fecha se siguen utilizando en la actualidad porque presenta una garantía al momento de transportarnos sobre superficies que podrían ser muy resbalosas para otros elementos.

El caucho sintético se desarrolló con la necesidad de cubrir la falta del caucho natural, en cuanto a propiedades estas son muy similares a las del caucho natural,

pero también presentan mejor resistencia de abrasión, una adherencia muy alta y una resistencia al calor más alta que el caucho natural (Chávez, 2005).

**Figura 2.** Partes de un neumático.



**Fuente:** [www.carlider.es](http://www.carlider.es)

Método de diseño Marshall inventado por Bruce Marshall, reconocido ingeniero de pavimentos en USA, después de investigar rigurosamente logro mejorar y adición ciertos detalles para el criterio de diseño de mezclas.

Este método original solo era aplicable a mezclas asfálticas en caliente, los agregados que se utilizan en este método no deben de superar los 25mm de tamaño, posteriormente desarrollando el método modificado se logró que los agregados sean de un tamaño máximo de 38mm para mezclas asfálticas en caliente de graduación densa.

La prueba estándar que se utiliza para este método son elementos de 4mm de diámetro y 64mm de altura, estos son preparados mediante un proceso muy específico de mezclado y compactado, siendo las pruebas principales a las que se someten estos elementos la de estabilidad y flujo, densidad y análisis de vacíos, (ASTM D1555).

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de Investigación**

Satanovich Keit (2008), da a conocer su definición de una investigación de tipo aplicada como “la predicción de un comportamiento en singular de un objeto” para poder poner en práctica los conocimientos teóricos y posteriormente aplicarlos en las diferentes actividades de la vida real para así mejorar el bienestar común de una población o grupo de poblaciones.

Tomando en cuenta la definición mencionada podemos decir que el tipo de investigación en este trabajo de investigación es de tipo aplicada, debido a que los resultados que se van a obtener serán avalados por pruebas en laboratorios.

##### **Diseño de investigación**

Fidias G. Arias (2012, p. 24), “Define la investigación experimental como un proceso cuya finalidad es el de coger un objeto u material o grupo de materiales para someterlos a variaciones dadas por condiciones y estímulos exteriores, para luego registrar y comparar los efectos que puedan ser producidas en ellas, refiriéndose así a las variables dependientes”

Bajo ese concepto, esta investigación tiene un diseño de investigación experimental debido a que se va a realizar la manipulación directa de la variable independiente, el cual será aplicado en forma de presencia y ausencia, traduciéndose así en un cambio en la variable dependiente y se mostrara en el reporte de los resultados que se obtendrán luego de realizar los respectivos ensayos.

##### **Nivel de investigación**

Cuando nos referimos o conceptualizamos un nivel de investigación correlacional, se puede decir que es la evaluación que existe entre dos o más variables en una misma categoría o unidad de evaluación. (Abanto, 2014 p. 38).

Entonces, en el presente proyecto de investigación podemos determinar que el nivel de investigación es correlacional, puesto a que las variables mostrarán una relación directa al momento de registrar los resultados.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Definición conceptual**

##### **Variable independiente: Caucho**

“la definición de caucho viene del vocablo quechua kawchu, se trata de un producto que deriva del látex, la manera de producir caucho pueden ser 2 formas, la primera de manera natural puesto que el látex es producido por diversas plantas y la segunda es la más común y usada, la forma sintética el cual es producido a partir de la gasolina, el caucho es un material impermeable y altamente flexible y resistente”. (Pérez porto y Ana Gardey, 2016)

##### **Variable dependiente: Propiedades Mecánicas**

Una propiedad mecánica no es otra cosa que la muestra se manera visual de los elementos solidos al aplicarles fuerzas externas sobre ella, podríamos referir a algunas, por ejemplo, su capacidad de resistir cargas, las cuales pueden ser longitudinales y transversales, así como su capacidad de estabilización y flujo, (Iglesias salas, 2013).

#### **Definición Operacional**

##### **Variable independiente: Caucho**

Se utilizará las partículas de caucho como material fino en la mezcla asfáltica, el proceso de fabricación se realizará de forma convencional comenzando por las muestras que no contiene ninguna adición de partículas de caucho, el cual servirá de base para hacer las evaluaciones correspondientes, luego se fabricaran muestras variando el porcentaje de caucho calculado en peso, luego se dejaran secar el tiempo que sea necesario para que pueda adquirir sus propiedades y posteriormente ser evaluadas y sometidas a ensayos de laboratorio

### **Variable dependiente: propiedades mecánicas**

Dentro de las propiedades Mecánicas de evaluará la estabilidad y flujo mediante un ensayo de laboratorio, esto nos ayudará a cuantificar la estabilidad de las muestras fabricadas con modificación al incorporar partículas de caucho, serán evaluadas como briquetas.

Por otra parte, se pondrá mucha atención al momento de evaluar los materiales y agregados, así como las cantidades a usar, puesto que una mala manipulación de estas se verá reflejada en la obtención de datos falsos y engañosos los cuales queremos evitar.

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

#### **Población**

“Podemos denominar a la población como un total de elementos de un conjunto de unidades que conforman un determinado estudio o investigación, son cuantificado según el tipo de estudio específico, compartiendo así características específicas. (Tamayo, 2012)

La población está conformada por el número total briquetas de mezcla asfáltica producidos con agregados de la ciudad de Huaraz.

#### **Muestra**

Comprendemos como definición de muestra, a un grupo de personas u objetos que servirán como referencia para que el investigador recopile los datos de interés que crea conveniente, por otra parte, se debe recalcar que dichos datos no siempre son representativos del total de población (Hernández, 2008, P. 562)

El presente trabajo de investigación tiene conformado como muestras la cantidad total de briquetas de mezcla asfáltica, los cuales serán evaluados con y sin partículas de caucho los cuales se detallan en la siguiente tabla

**Tabla 1.** Total, de briquetas por porcentaje de caucho.

<b>Porcentaje caucho (%)</b>	<b>Porcentaje de Cemento Asfáltico (%)</b>	<b>Numero de briquetas</b>
0	4	05
0	5	05
0	6	05
1	4	05
1.5	5	05
2	6	05
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **Muestreo**

#### **Tipo**

El tipo de muestreo a utilizar en el presente proyecto de investigación será no probabilístico, “Se define que una muestra es no probabilística, cuando al seleccionar cada uno de los elementos que lo conforman, no responden a una condición de probabilidad, es decir que estas pueden estar vinculadas bajo ciertas particularidades las cuales son seleccionadas o definidas por la finalidad de la investigación o un interés particular de los investigadores que lo llevan a cabo”, (Hernández, 2014, p.176).

#### **Subtipo**

“Una vez definido el tipo de muestreo como no probabilístico, esto da la potestad al investigador para poder elegir a criterio propio cada elemento que conformará la muestra, sin embargo para poder hacer uso de este criterio el investigador deberá tener un previo conocimiento de cada uno de los elementos que conforman la población así como sus características, basándonos en este concepto podemos decir que la presente investigación considera un muestreo cuyo subtipo es Intencional”, (Namakoroosh, 2005 p.189)

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

#### **Técnicas de recolección de datos.**

Dentro de las técnicas de recolección de datos podemos encontrar muchas formas y técnicas que son utilizadas por los investigadores, en el caso particular de la presente investigación estas se realizarán de acuerdo a las acciones necesarias que se tomarán a lo largo de la investigación para hacer intervenir a los indicadores que conforman las variables que están en estudio, (Arias, 1999, p. 25)

Basándonos en el concepto mencionado el presente proyecto de investigación la técnica de recolección de datos a usar será la observación.

Al emplear una técnica de recolección de datos basada en la observación, esta implica que el observador, en este caso el autor del proyecto de investigación tenga una mínima libertad al momento de anotar y registrar los datos de interés de cada elemento estudiado, así como cada suceso que se va desarrollando a lo largo de la investigación, esto es debido a que los autores de la investigación presentan un conocimiento previo sobre el tema y los aspectos más importantes de la investigación las cuales fueron propuestas desde el inicio de la investigación. (Gallardo y Moreno, 1999, p.62)

Es importante recalcar que la observación será realizada en cada uno de los procesos de recolección de datos.

De la misma forma, en el presente proyecto de investigación se utilizarán las pruebas estandarizadas, las mismas que cuentan con una variedad muy amplia de acuerdo a los fines que se desea estudiar, están realizadas por investigadores reconocidos y que son un referente para cualquier ensayo a un elemento, se debe resaltar que las pruebas estandarizadas están sujetas a una interpretación particular por lo que es necesario tener conocimiento del tema que se va a estudiar, (Borja, 2012, p.13)

Las pruebas estandarizadas a utilizar en la presente investigación son:

- Para los indicadores de las propiedades mecánicas, el estudio de la estabilidad de las briquetas de mezcla asfáltica con diferentes

proporciones de caucho

- Para los indicadores de las propiedades mecánicas, el estudio del flujo de las briquetas de mezcla asfáltica con diferentes proporciones de caucho

### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos, generalmente denominados medios tangibles ya que estos son utilizados para la recolección de datos de interés por parte del investigador (Arias, 1999, p.25), de acuerdo a este concepto la presente investigación utilizará instrumentos que relacionen datos de interés, denominados ficha de recolección de datos las cuales son.

- Se utilizaron plantilla de datos en Excel para registrar la técnica de observación, las cuales serán elaborados teniendo como base el manual de carreteras AASHTO 2018.
- Para los ensayos de estabilidad y flujo en briquetas de mezcla asfáltica con adición y sin adición de partículas de caucho se utilizará una máquina de prueba de estabilidad Marshall.

### **Validez y confiabilidad**

#### **Validez**

Se entiende por validez al grado de veracidad que cuenta un instrumento para poder medir una variable en específico, (Hernández, 2014, p. 200), bajo este concepto los instrumentos a usar en esta investigación demuestran validez ya que presentan efectividad para poder contabilizar lo que la investigación requiere.

La validez de los instrumentos que se usarán es:

- Fichas de recolección de datos las cuales serán desarrolladas y estructuradas de acuerdo a los datos que los investigadores creen conveniente, esto respalda su validez, puesto que, al ser una técnica de observación, hace falta conocer con anterioridad requiere lo que se va a observar, se debe mencionar también que contará con la firma y sello de 3 ingenieros civiles para su respectivo aval.

- Las hojas de cálculo en Microsoft Excel, las cuales cuentan con una validación que ya está asegurada ya que dicho software sigue procedimientos internacionales y fue diseñado con respaldo científico.

También es importante mencionar que los ensayos de estabilidad y flujo de briquetas de mezcla asfáltica con y sin partículas de caucho contarán con un certificado emitido por el laboratorio que realizará las pruebas, el mismo que será adjuntado en el anexo correspondiente, el cual afirmará la veracidad de los datos y resultados que se obtendrán en la investigación.

### **Confiabilidad**

Se define a la confiabilidad como el nivel que tiene un instrumento para dar resultados similares al realizar varias mediciones de un mismo elemento o característica, (Hernández 2014, p.200), basándonos en este concepto interpretamos la confiabilidad cuando una serie de resultados sobre un elemento o elementos similares sean coherentes, los instrumentos de recolección de datos a usar en la investigación ya descritos anteriormente demuestran confiabilidad, puesto a que sus resultados no serán alterados en caso de que las circunstancias de trabajo cambien.

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos a seguir en el presente proyecto de investigación fueron los siguientes.

Como primer paso se realizará la adquisición de los materiales de las canteras de la zona, así también la compra de cemento asfáltico materiales necesarios para la fabricación de las briquetas a estudiar.

Se realizó el triturado del caucho reciclado, para ello se contrató un servicio de trituración en la ciudad de Huaraz, las características que deben de tener las partículas es el de no sobrepasar los 2mm de longitud.

Se procedió a realizar los cálculos de las cantidades de partículas de caucho, también de contrato al técnico encargado de fabricar las briquetas de mezcla asfáltica, cabe recalcar que el proceso fue monitoreado minuciosamente por parte de los investigadores para obtener unas muestras precisas en cuanto a

características por cada lote con diferente proporción de materiales.

Se procedió a realizar las pruebas de estabilidad y flujo en un laboratorio certificado para que los resultados sean fiables y puedan ser procesados para la continuación del proyecto de investigación.

Se realizó el análisis de las muestras de laboratorio y se procedió a organizar los resultados, discusión de hipótesis, conclusiones y recomendaciones finales del proyecto de investigación.

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

En el presente proyecto de investigación se utilizó el método correlacional el cual tiene como objetivo principal, calcular el grado de relación entre 2 o más variables, debido a esto se puede estimar con exactitud que comportamiento de una variable dependiente al modificar la variable independiente, (centty, 2003, p.55)

Basándonos en este concepto, el método a usar fue correlacional, puesto que se realizó una comparación entre los resultados obtenidos con el fin de saber el grado de influencia existente entre las dos variables de estudio la cual se determinó en la variación de ausencia y presencia de porcentaje de partículas de caucho medido en peso.

### **3.7. Aspectos éticos**

Hasta la actualidad, el total de los proyectos científicos están obligados a cumplir ciertos aspectos para ser reconocido como un trabajo que fue desarrollado con principios éticos. En el presente proyecto de investigación se tiene en cuenta la originalidad y veracidad como principios básicos y éticos de una investigación.

De acuerdo a este concepto, se realizó una declaración jurada donde los investigadores, en este caso conformado por Yaneth Cristhel Casiano Villanueva y Edwin Jhon Caro Leon se comprometen a cumplir a cabalidad con la normatividad que emplea la Universidad Cesar Vallejo en su reglamento de Grados y Títulos, así pues los investigadores evitaran caer en falsificación (presentación fraudulenta y falsa perteneciente a otros autores), el

auto plagio y la piratería (uso ilegal de información perteneciente a otros autores), fraude y plagio ( uso de información que pertenece a otros autores sin hacer la cita correspondiente).

De igual manera, para garantizar la originalidad se utilizará el software de servicio de prevención de plagio "Turnitin", el cual mostrará el correspondiente informe de originalidad, el cual garantiza que el proyecto de investigación es adecuado, mostrando un porcentaje que no sobrepase el 25% que exige la universidad.

En cuanto a la veracidad, los resultados que se mostrarán contarán con certificación a nivel profesional además contará con evidencia fotográfica, los procedimientos y guías se tomarán del manual de pavimentos y carreteras ASSHTO 2018.

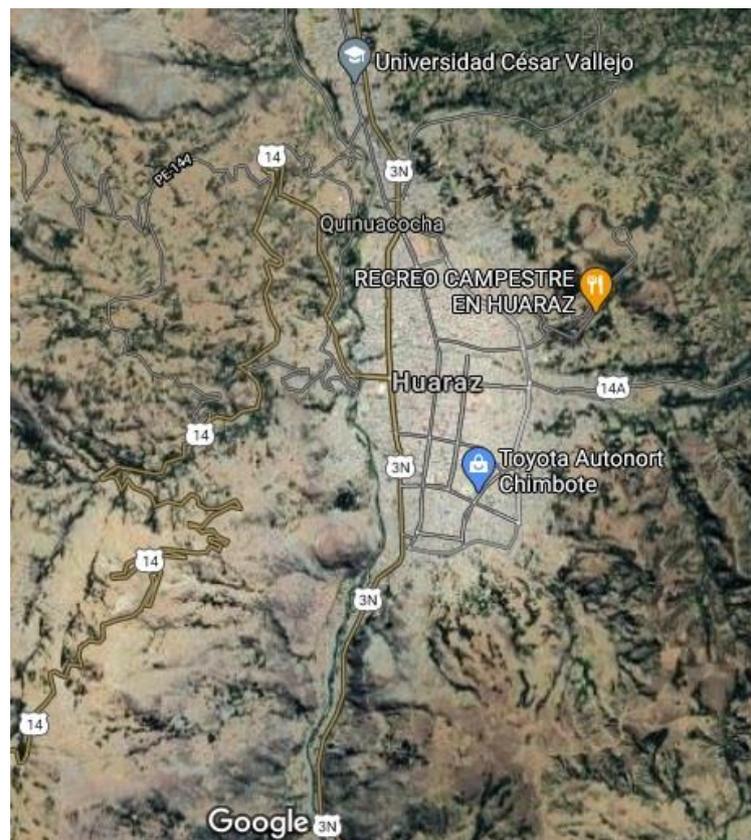
## IV. RESULTADOS

### Resultados de los objetivos de estudio

#### Ubicación y extensión:

La ciudad de Huaraz también conocida como la Suiza peruana tiene como ubicación la zona centro de la cordillera, está ubicada en el callejón de Huaylas, está dividida en 2 distritos Huaraz e Independencia, debido al paso del río Quillcay.

**Figura 3.** Imagen satelital de la ciudad de Huaraz.



**Fuente:** Google earth.

Las coordenadas:

- 9°32'00" Latitud Sur
- 77°32'00" Longitud Oeste

Huaraz cuenta con una altitud promedio de 3052 m.s.n.m.

#### **4.1. Análisis de los resultados**

Para materializar la realización de la mezcla asfáltica, los agregados fueron adquiridos en la arenera Rio Seco – Tacllan, los agregados comprados en esta arenera fueron arena fina o zarandeada, así también piedra chancada de ½”.

##### **4.1.1 Ensayo Granulométrico de agregados:**

El ensayo de granulometría tiene por finalidad conocer el porcentaje de tamaño de agregado, para esto se realiza el proceso denominado gradación, cuyo fin es dar a conocer de forma cuantitativa la separación del agregado fino y grueso que se rige por la norma ASTM D-422 el cual da recomendaciones para obtener estos datos cuantitativos mediante el uso de tamices, en el caso del proceso de tamizado para la realización de asfaltos se debe tener en cuenta la cantidad de mezcla asfáltica (MAC) a usar, siendo el caso que para el presente estudio se obtuvo un diámetro nominal del agregado de ½”

**Figura 4.** Selección de los agregados en cantera san miguel – Tacllan.



**Fuente:** *Elaboración propia.*

**Figura 5.** Proceso de elaboración de las partículas de caucho.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 2.** Disposición de tamices para ensayo granulométrico.

3 ½"	80.890
3"	76.200
2 ½"	63.500
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.050
½"	12.700
3/8"	9.530
¼"	6.350

**Fuente:** Norma ASTM – 422

## Resultado del ensayo de ensayo de granulometría.

**Tabla 3.** Análisis granulométrico por tamizado.

Tamiz		Peso (g)	Porcentaje (%)			Especificaciones (%)		Descripción
Pulgada	Mm		Retenido	Acumulado	pasante	Min.	Max.	
3 1/2"	80.890							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050				100	100	100	
1/2"	12.700	4997.0	19.56	19.56	80.44	80-100	100	
3/8"	9.530		7.20	26.76	73.24	70-88		
1/4"	6.350		7.00	33.76	66.24			
N° 4	4.750		13.55	47.31	52.69	51-68	74	
N° 8	2.380	1242.9	49.71	97.02	2.98		58	<b>Proporciones de la mezcla</b> Grava triturada <3/4: 41.5% Arena triturada <3/8: 42.5% Arena natural <1/4: 16% <hr/> TOTAL : 100 %
N°10	2.000							
N°16	1.190	296.1	1.15	98.17	1.83			
N°20	0.850							
N°30	0.600	206.4	0.79	98.96	1.04			
N°40	0.420							
N°50	0.300	150.5	0.57	99.53	0.47			
N°60	0.250							
N°80	0.180							
N°100	0.150	52.5	0.22	99.75	0.25			
N°200	0.074	32.1	0.14	99.89	0.11		10	

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro de resumen de la prueba granulométrica que se realizó al agregado que se utilizó en la elaboración de las muestras demuestra que los materiales usados son óptimos ya que se encuentran dentro del rango de tamaño permitido teniendo así arena de tamaño menor a 1/4" el cual representa 16% del total de la muestra, también la arena triturada menor a 3/8" representando un 42.5% de la muestra, finalmente la grava triturada menor a 3/4 el cual representa un 41.5% de la muestra.

### 4.2 ensayos de estabilidad y flujo

#### Dimensión de las muestras

Diámetro :10.2 cm

Altura :6.5 cm

**Tabla 4.** Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 4% de cemento asfáltico.

Asfalto 85/100	Peso de la muestra	Estabilidad	Flujo
%	Kg	Kg	Mm
4	1.415	1035.2	2.38
4	1.408	1025.6	2.31
4	1.406	1033.7	2.26
4	1.411	1029.4	2.37
4	1.421	1033.4	2.42
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.412</b>	<b>1031.5</b>	<b>2.35</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.** Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 5% de cemento asfáltico.

Asfalto 85/100	Peso de la muestra	Estabilidad	Flujo
%	Kg	Kg	Mm
5	1.428	1471.8	2.92
5	1.435	1479.5	2.83
5	1.425	1476.1	2.84
5	1.431	1483.6	2.45
5	1.429	1480.4	2.91
<b>PROMEDIO</b>	<b>1430</b>	<b>1478.3</b>	<b>2.79</b>

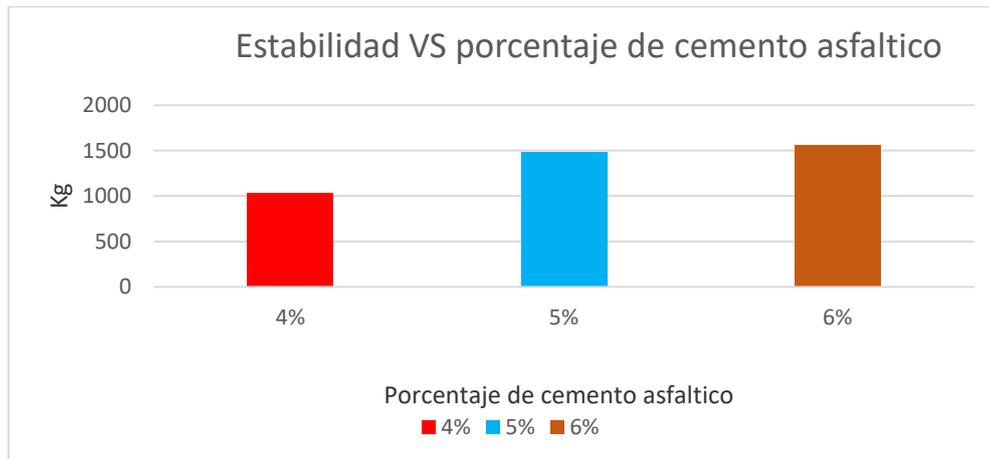
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 6% de cemento asfáltico.

Asfalto 85/100	Peso de la muestra	Estabilidad	Flujo
%	Kg	Kg	Mm
6	1.435	1560.5	5.22
6	1.440	1556.6	5.64
6	1.440	1558.1	5.33
6	1.431	1551.5	5.36
6	1.438	1560.2	5.41
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.437</b>	<b>1557.4</b>	<b>5.39</b>

Fuente: Elaboración propia

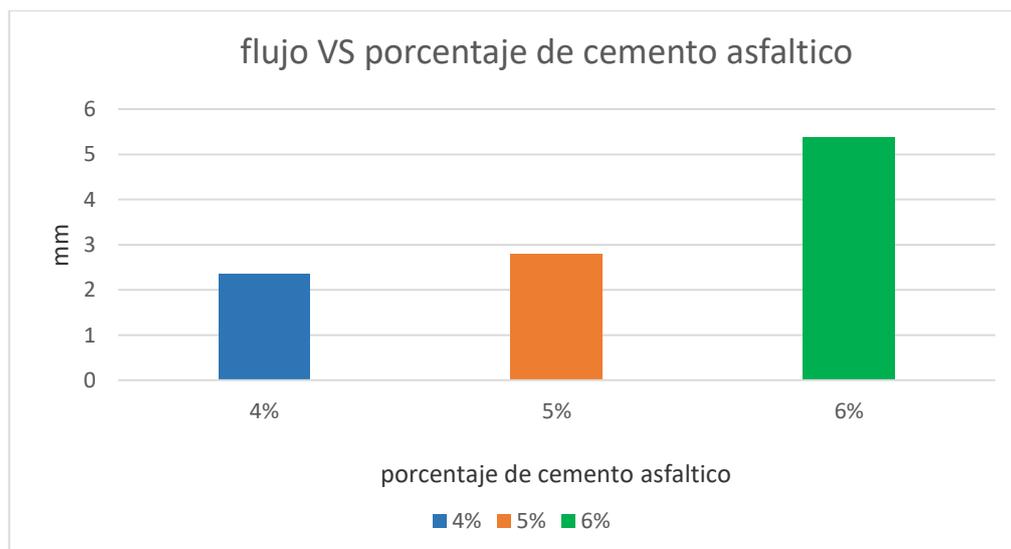
**Gráfico 1.** Estabilidad vs porcentaje de cemento asfaltico.



**Fuente:** elaboración propia

De las tablas 4,5,6 y el grafico que muestra la estabilidad con respecto a los porcentajes de cemento asfaltico, podemos observar que los resultados de los ensayos de laboratorio nos dan a conocer un incremento de la estabilidad conforme se va a agregando el porcentaje de cemento asfaltico siendo así para las muestras con 4% de cemento asfaltico una estabilidad promedio de 1031.5 Kg, para las muestras con 5% de cemento asfaltico la estabilidad promedio es de 1478.3 Kg y finalmente para las muestras con 6% de cemento asfaltico la estabilidad promedio es de 1557.4 Kg.

**Gráfico 2.** flujo vs porcentaje de cemento asfaltico.



**Fuente:** elaboración propia

De las tablas 4,5,6 y el grafico que muestra el flujo con respecto a los porcentajes de cemento asfaltico, podemos observar que los resultados de los ensayos de laboratorio nos dan a conocer un incremento del flujo conforme se va a agregando el porcentaje de cemento asfaltico siendo así para las muestras con 4% de cemento asfaltico un flujo promedio de 2.35 mm para las muestras con 5% de cemento asfaltico un flujo promedio es de 2.79mm y finalmente para las muestras con 6% de cemento asfaltico el flujo promedio es de 5.39mm..

**Tabla 7.** Estabilidad y flujo con 1% de caucho y 4% de cemento asfaltico.

Asfalto 85/100	Peso de la muestra	Estabilidad	Flujo
%	Kg	Kg	Mm
4	1.385	1304.4	3.09
4	1.380	1299.5	3.11
4	1.374	1311.4	3.15
4	1.382	1305.8	3.27
4	1.384	1308.3	3.12
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.381</b>	<b>1305.9</b>	<b>3.15</b>

**Fuente:** elaboración propia

De los resultados de la tabla 7. se puede observar que en cuanto al peso de las muestras tenemos una ligera reducción de peso con respecto a las muestras sin la adición de partículas de caucho, además la estabilidad se incrementa de forma notoria resultando un promedio de 1305.9 Kg con respecto a las muestras sin agregado de partículas de caucho el cual resultó 1035.5 Kg, los resultados del ensayo de flujo dan como resultado 3.15mm en promedio a comparación del promedio de las muestras sin adición de cemento asfaltico que dieron 2.35mm de esta manera podemos determinar se incrementa la estabilidad y flujo al añadir 1% de partículas de caucho a las muestras con 4% de cemento asfaltico.

**Tabla 8.** Estabilidad y flujo con 1.5% de caucho y 5% de cemento asfáltico.

Asfalto 85/100	Peso de la muestra	Estabilidad	Flujo
%	Kg	Kg	Mm
5	1.365	1519.3	3.81
5	1.369	1524.5	3.78
5	1.366	1520.7	3.74
5	1.358	1527.1	3.85
5	1.364	1518.9	3.62
<b>PROMEDIO</b>	<b>1364</b>	<b>1522.1</b>	<b>3.76</b>

**Fuente:** Elaboración propia

De los resultados de la tabla 8 se puede observar que en cuanto al peso de las muestras tenemos una ligera reducción de peso con respecto a las muestras sin la adición de partículas de caucho, además la estabilidad se incrementa de forma notoria resultando un promedio de 1522.1 Kg con respecto a las muestras sin agregado de partículas de caucho el cual resultó 1478.3 Kg, los resultados del ensayo de flujo dan como resultado 3.76mm en promedio a comparación del promedio de las muestras sin adición de cemento asfáltico que dieron 2.79mm de esta manera podemos determinar se incrementa la estabilidad y flujo al añadir 1.5% de partículas de caucho a las muestras con 5% de cemento asfáltico.

**Tabla 9.** Estabilidad y flujo con 2% de caucho y 6% de cemento asfáltico.

Asfalto 85/100	Peso de la muestra	Estabilidad	Flujo
%	Kg	Kg	Mm
6	1.359	1655.7	4.82
6	1.361	1660.1	4.85
6	1.360	1654.8	4.91
6	1.365	1655.3	4.89
6	1.362	1659.3	4.93
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.362</b>	<b>1657</b>	<b>4.88</b>

**Fuente:** Elaboración propia

De los resultados de la tabla 9 se puede observar que en cuanto al peso de las muestras tenemos una ligera reducción de peso con respecto a las muestras sin la adición de partículas de caucho, además la estabilidad se incrementa de forma notoria resultando un promedio de 1657 Kg con respecto a las muestras sin agregado de partículas de caucho el cual resultó 1557.4 Kg, los resultados del ensayo de flujo dan como resultado 4.88mm en promedio a comparación del promedio de las muestras sin adición de cemento asfáltico que dieron 5.39mm de esta manera podemos determinar se incrementa la estabilidad y flujo al añadir 2% de partículas de caucho a las muestras con 6% de cemento asfáltico.

**Tabla 10.** Comparación de costos entre 1m de carpeta asfáltica tradicional y modificada.

Material	Carpeta asfáltica sin modificar (1m <sup>2</sup> ) x2"	Carpeta asfáltica modificada (1m <sup>2</sup> ) x2"	Costo
Arena Fina (m <sup>3</sup> )	0.026	0.026	18
Piedra chancada <1/2"	0.025	0.025	24
Cemento Asfáltico (Kg)	0.45	0.45	5.5
Partículas de caucho (kg)	-----	0.20 a 0.40	0.5

**Fuente:** Elaboración propia

De los datos mostrados en la tabla 10 podemos observar que el costo de los materiales se incrementa en 0.50 soles para la fabricación de 1m<sup>2</sup> de carpeta asfáltica con adición de partículas de caucho, sin embargo si hacemos un contraste con los resultados que se obtuvieron resulta más económico hacer el uso del caucho reciclado a comparación de comprar más cantidad de cemento asfáltico para lograr los valores de estabilidad y flujo de los cuadros de resultados, por lo que esta sería una solución económica para su aplicación en pavimento flexible.

### 4.3 Contrastación de hipótesis

#### 4.3.1 Contrastación de hipótesis: estabilidad en briquetas de mezcla asfáltica.

**Ha:** El uso de partículas de caucho mejorará la estabilidad de una briketa de mezcla asfáltica.

**Ho:** El uso de partículas de caucho no mejorará la estabilidad de una briketa de mezcla asfáltica.

**Tabla 11.** Estabilidad en briketa de mezcla asfáltica.

		<b>Variable dependiente:</b> propiedad mecánica "estabilidad en briquetas de mezcla asfáltica"		
		Porcentaje de cemento asfáltico y caucho		
		4% - 1%	5% - 1.5%	6% - 2%
Variable independiente:	Transito liviano > 509 Kg	-	-	-
	Transito mediano >815 Kg	-	-	-
	Tránsito pesado >1222 Kg	05	05	05
Total		05	05	05

**Fuente:** elaboración propia

De la tabla 11 podemos afirmar que: se acepta la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis nula (Ho), existe relación entre la estabilidad de una briketa de mezcla asfáltica y el porcentaje de caucho que se añade para su fabricación.

**Tabla 12.** Flujo en briqueta de mezcla asfáltica.

		Variable dependiente: propiedad mecánica flujo en briquetas de mezcla asfáltica		
		Porcentaje de cemento asfáltico y caucho		
		4% - 1%	5% - 1.5%	6% - 2%
Variable independiente:	Transito liviano (2 -4.5) mm	-	-	-
	Transito mediano (2-4) mm	-	05	-
	Tránsito pesado (2 -3.5) mm	05	-	-
Total		05	05	00

**Fuente:** elaboración propia

Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), existe relación entre el flujo de una briqueta de mezcla asfáltica y el porcentaje de caucho que se añade para su fabricación.

## V. DISCUSIÓN

Después de haber recolectado la información y analizar los resultados de los ensayos de laboratorio a las que fueron sometidas las muestras de estudio, se presenta la discusión de los resultados, para esto los resultados obtenidos fueron comparados con las recomendaciones que nos da el instituto del asfalto así también el manual de pavimentos y carreteras AASHTO.

Estabilidad en briquetas de mezcla asfáltica; Los resultados que se obtuvieron en nuestra investigación ponen en conocimiento que después de hacer la adición de partículas de caucho a la mezcla tradicional para la fabricación de briquetas en la ciudad de Huaraz, está relacionada de forma directa con los datos obtenidos en los ensayos de estabilidad los cuales se muestran en las tablas 7, 8 y 9, en ese sentido afirmamos que para una mezcla de 4% C.A y 1% de partículas de caucho a comparación de la mezcla con solo 4% de C.A se logró incrementar la estabilidad de 1031.5 Kg a 1305.9 Kg, para una mezcla de 5% C.A y 1.5% de partículas de caucho a comparación de la mezcla con solo 5% de C.A se logró incrementar la estabilidad de 1478.3 Kg a 1522.1 Kg, para una mezcla de 6% C.A y 2% de partículas de caucho a comparación de la mezcla con solo 6% de C.A se logró incrementar la estabilidad de 1557.4 Kg a 1657 Kg, clasificando así a todas las muestras con una estabilidad para transito alto.

En la tesis “Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tráfico vehicular de la avenida trapiche-comas (remanso) 2017 - Universidad Cesar Vallejo”. Desarrollado por Villa garay, M. (2017) en sus conclusiones afirma que una mezcla asfáltica tiene mejoras considerables en la estabilidad cuando a la muestra convencional se le agrega 0.5% de partículas de caucho en un pavimento diseñado para transito moderado en la ciudad de Lima. También se afirma que el porcentaje más óptimo de cemento asfáltico en dicho estudio es de 5.6%, además se hizo estudios con los siguientes porcentajes de C.A (2.5, 3.5 Y 4.5), obteniéndose el resultado más favorable como se mencionó líneas arriba con 5.6 % y 0.5 % de partículas de caucho.

Flujo en briquetas de mezcla asfáltica: los resultados que se obtuvieron en nuestra investigación ponen en conocimiento que después de hacer la adición de partículas

de caucho a la mezcla tradicional para la fabricación de briquetas en la ciudad de Huaraz, está relacionada de forma directa con los datos obtenidos en los ensayos de flujo los cuales se muestran en las tablas 7, 8 y 9, en ese sentido afirmamos que para una mezcla de 4% C.A y 1% de partículas de caucho a comparación de la mezcla con solo 4% de C.A se logró incrementar el flujo de 2.35mm a 3.15mm, para una mezcla de 5% C.A y 1.5% de partículas de caucho a comparación de la mezcla con solo 5% de C.A se logró incrementar el flujo de 2.79mm a 3.76mm, para una mezcla de 6% C.A y 2% de partículas de caucho a comparación de la mezcla con solo 6% de C.A se redujo el flujo de 5.39mm a 4.88mm, resultando contraproducente porque al aumentar el flujo se refiere a que el pavimento está reduciendo su capacidad óptima de diseño.

De la tesis “Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017 – Universidad Nacional del Altiplano” desarrollado por Chávez Armas J. fue realizado con el fin de estudiar el desempeño de las mezclas asfálticas en el clima frígido. Para ello, se ha analizado la mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS. Teniendo como objetivo general analizar las propiedades de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. Según los resultados obtenidos en la parte experimental utilizando el diseño Marshall, se demuestra que el uso de mezclas modificadas con dicho polímero presenta mejoras en flujo hasta cierto grado de integración de las partículas de polímero SBS, llegando a ser un porcentaje de 2 % el más óptimo de acuerdo a las condiciones de frío a las que fueron sometidas. En la presente investigación se concluye que, si existe una mejora a la resistencia y reducción de la susceptibilidad a la humedad al utilizar cemento asfáltico con polímeros SBS.

## VI. CONCLUSIONES

Después de observar y analizar los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que la incorporación de partículas de caucho reciclado en un porcentaje de 1% además el porcentaje de cemento asfáltico al 4% aumenta la estabilidad de las briquetas de cemento asfáltico fabricadas en la ciudad de Huaraz, además los datos obtenidos se encuentra dentro de los rangos permisibles en los ensayos de estabilidad a las que fueron sometidas según el Instituto del asfalto para el diseño Marshall.

De la investigación se concluye que la incorporación de partículas de caucho reciclado en un porcentaje de 1% además el porcentaje de cemento asfáltico al 4% aumenta el flujo de las briquetas de cemento asfáltico fabricadas en la ciudad de Huaraz, siendo así la combinación más equilibrada de todas las realizadas en esta investigación, además los datos obtenidos se encuentran dentro de los rangos permisibles en los ensayos de Flujo a las que fueron sometidas según el Instituto del asfalto para el diseño Marshall.

Se concluye que para las proporciones 1.5% y 2% de partículas de caucho, con 5% y 6% de C.A respectivamente, se logra el aumento de la estabilidad en todas las unidades de estudio, pero el flujo de las unidades también aumenta y se sale de los márgenes establecidos por el Instituto del Asfalto por lo que resulta un poco ineficiente estas combinaciones.

Las briquetas de cemento asfáltico que se producen en la ciudad de Huaraz pueden llegar a mejorar sus propiedades y estar dentro de los rangos que recomienda El instituto del asfalto para diseño de pavimentos flexibles, solo basta en lograr un equilibrio en las modificaciones que se le hace con respecto a su composición tradicional.

Se concluye que el costo de producción de 1m<sup>2</sup> de carpeta modificadas es de tan solo 0.50 soles con respecto al m<sup>2</sup> de carpeta asfáltica tradicional, haciendo una evaluación de costo beneficio resulta más conveniente la inversión en la aplicación de partículas de caucho que el aumento de cemento asfáltico para lograr los mismos resultados obtenidos en los cuadros de resultados de las muestras.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar investigaciones sobre el proceso de fabricación industrial y artesanal para observar la diferencia y variación de las propiedades de las unidades, así mismo los procesos de secado los cuales podrían influenciar sus propiedades ya que en la zona de estudio el clima cambiante de alto calor al medio día y fuerte frío por las noches podría intervenir en el resultado final.

Se recomienda realizar estudios con otras proporciones de partículas de caucho reciclado y cemento asfáltico, debido a que se evidenció mejorar considerables en sus resultados por lo que podría existir otra combinación que mejore u optimice aún más las propiedades en estudio.

Se recomienda realizar estudios de campo para poner a prueba realmente las nuevas propiedades alcanzadas por las muestras y poder observar su comportamiento, también se recomienda estudiar la granulometría que se utiliza ya que al hacer modificaciones en su composición podría requerir modificaciones en cuanto a los porcentajes en el material granulométrico.

Se recomienda al gobierno, empresas públicas y privadas a seguir el ejemplo de los países que tiene un concepto más ambiental, los cuales proponen que las carreteras que se construyan tengan un 5% de material reciclado (polvo de caucho), de igual forma la incorporación de plantas recicladoras de caucho ya que hasta la fecha nuestro país acumula gran cantidad de caucho y no tiene muchas alternativas para reutilizar y reciclar este material.

## REFERENCIAS

Chávez Armas, Janina (2017) tesis “Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín -Jauli. 2017” elaborada en la Universidad Cesar Vallejo, para la obtención del grado de ingeniero civil

Cahuana Huayanca Patricia, Limas Sifuentes Herless (2018), “Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional” desarrollada en la Universidad San Martín de Porres, para la obtención del grado de ingeniero civil.

Infante Ataurima Carlos, Vásquez Alarcosn Deynis (2016), Tesis “Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas” desarrollada en la Universidad Señor de Sipán.

Mantilla forero Javier, Castañeda Pinzon Eduardo (2017) Tesis “Estudio experimental del efecto de caucho reciclado y la asfaltita en el desempeño del asfalto” desarrollada en la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga – Colombia.

Botasso y Rebollo (s.f.). Normalización de asfalto caucho. Buenos Aires: LEMac.

Botasso, G. R. (2010). Utilización de cauchos en mezclas asfálticas. Buenos Aires.

Chávez Alderete, J. C. (2005). Estudio de factibilidad Técnico-económica entre un pavimento de asfalto convencional y uno modificado con agregado de caucho (Tesis Título profesional de Ingeniero). Santiago.

DIGESA (2009). Estándares de gestión medio ambiental. Perú.

Garnica A. P. (2001). [Versión Electrónica]. Evaluación de la pérdida de resistencia en concretos asfálticos por contacto de sustancias agresivas. México: Instituto Mexicano del Transporte. Recuperado el 20 de agosto del 2016, de <http://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt171.pdf>

Iberia, C. D. (2010). Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Madrid: Editorial CCI.

Llique R. (2010). Apuntes de Mecánica de suelos. Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperada el 21 de noviembre del 2016 de la Facultad de Ingeniería

Civil UNC.

Madisson, r. (1970). Adición de partículas de neumáticos reciclados en el concreto asfáltico (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Arizona.

Méndez. R (2007). [Versión electrónica]. Artículo de revista El País. Recuperada el 20 de agosto del 2016, de <http://m.ultimahora.com/en-espana-reciclan-neumaticos-construccion-rutasn36042.html>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (EG-2013). Manual de carreteras - especificaciones técnicas generales para construcción.

BUSTILLO, Manuel. Materiales de Construcción. Madrid: Fuego ed., 2005. 450 p.

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. Informe Mundial sobre Desastres 2010 - La tendencia de los desastres en las zonas urbanas. Zurich. IFRC Org., 2010. 44 p

MAMLOUK, Michael y ZANIEWSKI, John. Materiales para Ingeniería Civil. 2da ed. Madrid: Pearson Educación S.A., 2009.597 p.

HIGUERA SANDOVAL, Carlos Hernando. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Boyoca: UPTC, 2011.

PAUCAR Maila, M. 2013. Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero estileno venil acetato (EVA). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2013.

AVILA, Héctor Luis. Introducción a la metodología de la investigación. Chihuahua: Electrónica, 2006

MINAYA, S y ORDOÑEZ, Alex. Diseño moderno de pavimentos, materiales asfálticos. Lima: s.n., 2005.

MODARRES, Amir. Investigation of resistance and fatigue behavior of conventional modified asphalt mixtures and SBS. 2013.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima, 2013.

ROJAS S, Raúl. Guía para realizar investigaciones sociales.: Plaza y Valdez, 1991.

Referencias estilo ISO 690 y 690-2 adaptación de la norma de la internacional

organization for standardization (ISO). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. pág. 34.

MOREA, Francisco. Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas, efecto de la geología de los asfaltos, la temperatura y las condiciones de carga. La Plata: s.n., 2011.

BOTASSO, Gerardo. Incidencia de la temperatura de compactación en el ahuellamiento de mezclas asfálticas densas. Centro de Investigaciones Viales, Universidad Tecnológica Nacional. La Plata: 2010. pág. 02.

VON BRAUN, Wernher. Investigación pura, investigación aplicada, investigación profesional. s.l.: S.I. universidad abierta a distancia, 2004.

MÚNERA OSSA, Juan Camilo. Modificación polimérica de asfaltos. Escuela de ingeniería, Universidad EAFIT. Medellín: 2012. pág. 120, Tesis para grado de Maestría

SALAZAR, Jorge. Evaluación de factibilidad del uso en Costa Rica de polímeros modificantes de asfalto incorporados en planta. Unidad de Investigación, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca: 2008. pág. 12, Investigación.

VASQUEZ RUIZ, Idalit. Ventajas y Desventajas del Uso de Polímeros en los Asfaltos. Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana. Veracruz: 2010. pág. 73, Tesis de Pregrado

GUOCHAO, Asphalt Rubber. Nanjing, China: Conference. (2009).

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

INTAN SUHANA Marshall Mix Design Method. (2015) Recuperado de: [http://ocw.ump.edu.my/pluginfile.php/14252/mod\\_resource/content/1/OCW% 2 0 Marshall%20Mix%20Design%20Method.pdf](http://ocw.ump.edu.my/pluginfile.php/14252/mod_resource/content/1/OCW%20Marshall%20Mix%20Design%20Method.pdf)

JOHN.EMERY (2016) Evaluation of Rubber Modified Asphalt Demonstration Projects, Recuperado de <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1995/1515/1515-005.pdf>

LO PRESTI, D. Recycled tyre rubber modified bitumens for road asphalt mixtures: a literatura review. Construction and Building Materials. Recuperation de [http://eprints.nottingham.ac.uk/3124/1/Lo\\_Presti\\_Recycled\\_tyre\\_rubber\\_modified\\_bitumens.pdf](http://eprints.nottingham.ac.uk/3124/1/Lo_Presti_Recycled_tyre_rubber_modified_bitumens.pdf) (2013).

MATHEW AND K V KRISHNA RAO Introduction to Transportation Engineering. (2000) Recuperado de <http://nptel.ac.in/courses/105101087/downloads/Lec-26.pdf>

Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” 557 (EG – 2013) Sección 423 pavimento de concreto asfáltico en caliente EG 2013 normas peruanas para el diseño de pavimento sección 423 (2013)

MINAYA, S. & ORDOÑEZ, A. Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Lima, Perú: ICG. (2006). STATE OF CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.

## **ANEXOS**

**ANEXO 01: Operacionalización de variables.**

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicador	Índice	Escala de medición
Independiente: Caucho	la definición de caucho viene del vocablo quechua kawchu, se trata de un producto que deriva del látex, la manera de producir caucho pueden ser 2 formas, la primera de manera natural puesto que el látex es producido por diversas plantas y la segunda es la más común y usada, la forma sintética el cual es producido a partir de la gasolina. (Pérez porto y Ana Gardey, 2016)	Se utilizará las partículas de caucho como material fino en la mezcla asfáltica, el proceso de fabricación se realizará de forma convencional comenzando por las muestras que no contiene ninguna adición de partículas de caucho	Cantidad	Porcentaje en peso adicionado	(%)
Dependiente: Propiedades	Una propiedad mecánica no es otra cosa que la muestra se	Dentro de las propiedades Mecánicas de evaluará la	Resultado de los ensayos de	Estabilidad Flujo	mm Kg

mecánicas	manera visual de los elementos solidos al aplicarles fuerzas externas sobre ella. (Iglesias salas, 2013)	estabilidad y flujo mediante un ensayo de laboratorio, esto nos ayudará a cuantificar la estabilidad de las muestras fabricadas con modificación al incorporar partículas de caucho, serán evaluadas como briquetas.	laboratorio de las briquetas fabricadas con distintos porcentajes de partículas de caucho		
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

**Fuente:** Propia del autor

**ANEXO 02: Matriz de consistencia.**

**Título: “Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz,2020.”**

**Autores:** Casiano Villanueva Yaneth Cristhel, Caro Leon Edwin Jhon

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿En cuánto varía las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llanta en diferentes proporciones con respecto a su composición tradicional?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>1.- ¿Cómo varía la estabilidad y el flujo de una mezcla asfáltica al</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la variación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho en diferentes proporciones</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar la variación de la estabilidad y</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El uso de partículas de caucho de llantas en diferentes proporciones que se adicione a una mezcla convencional de pavimento asfaltico, variará las propiedades mecánicas del pavimento que se produce con agregados obtenidos de canteras en la ciudad de Huaraz.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Caucho.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades</p>	<p>Porcentaje (%) de Caucho medido en (gr)</p> <p>Estabilidad y flujo</p>	<p>Cantidad en peso (gr) adicionado para 1%, 1.5% y 2% de partículas de caucho.</p> <p>Resultado del ensayo de estabilidad y flujo en briquetas</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Según la finalidad: aplicada.</p> <p>Según el nivel de la investigación, alcance y resultados: correlacional.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Experimental.</p>

<p>incorporarle partículas de caucho de llantas?</p> <p>2.- ¿Cómo varía la cantidad de agregado grueso y fino al agregarle partículas de caucho de llantas con respecto a una mezcla de composición tradicional?</p> <p>3.- ¿Cómo varía el costo de producción de una mezcla asfáltica con incorporación de partículas de caucho de llantas con respecto a una mezcla tradicional?</p>	<p>flujo de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llantas.</p> <p>Evaluar la variación de la cantidad de agregado grueso y fino de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llantas.</p> <p>Evaluar la variación del costo de producción de una mezcla asfáltica al adicionarle partículas de caucho de llantas con respecto a una mezcla convencional.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>La incorporación de partículas de caucho de llantas variará la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica</p> <p>La incorporación de partículas de caucho de llantas variará la cantidad de agregado grueso y fino de una mezcla asfáltica</p> <p>La incorporación de partículas de caucho de llantas variará el costo de producción de una mezcla asfáltica</p>	<p>mecánicas, cantidad de agregados y costo.</p>	<p>Cantidad de agregado fino y grueso</p> <p>Comparación económica de la mezcla mejorada con respecto a la mezcla tradicional</p>	<p>Resultado del ensayo de granulometría para fabricar briquetas.</p> <p>Resultado de la comparación de costo de fabricación entre ambas mezclas</p>	<p>Método de investigación</p> <p>Correlacional.</p> <p>Técnicas Observación estructurada.</p> <p>Pruebas estandarizadas.</p> <p>Instrumentos</p> <p>Fichas de recolección de datos, hojas de cálculo.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fuente:** Propia del autor

## ANEXO 03: Certificado del laboratorio



### CERTIFICADO

LA EMPRESA CD PROYECTS SAC, CON RUC 20522903681, CERTIFICA QUE LOS SEÑORES YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA Y EDWIN JHON CARO LEON, REALIZO ENSAYOS DE LABORATORIO EN NUESTRAS INSTALACIONES PARA EL PROYECTO DE TESIS "Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz,2020".

LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO, UBICADO EN JOSE VARGAS MACHUCA 628 SANJUAN DE MIRAFLORES.



VICTOR CABEZAS DULANTO  
REPRESENTANTE LEGAL  
CD PROJECTS S.A.C

ING. VICTOR CABEZAS DULANTO  
REPRESENTANTE LEGAL

# ANEXO 04: Análisis granulométrico.

CD PROJECTS S.A.C.		ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				CD PROJECTS S.A.C.		
		NORMA: MTC E-204 / ASTM D-422 / NTP 400.012						
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Código de Formato:				
CDP	DCLL	VCD	31/08/2020	CDP-UCV-FRM-016.09				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>								
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>								
<b>Proyecto :</b> Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz, 2020 <b>UBICACIÓN :</b> HUARAZ-ANGASH-PERÚ <b>tests :</b> YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON				<b>Ejecutor :</b> CDP LABORATORIO <b>Código del Proyecto :</b> 202008-110 <b>OBJETO :</b> TESIS UNIVERSITARIA				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>								
<b>Material :</b> Mezcla Física para Asfalto <b>Procedencia :</b> CANTERA - TARA <b>UNIVERSIDAD :</b> CESAR VALLEJO SEDE HUARAZ <b>Fecha de Producción :</b> 21 DE AGOSTO 2020 <b>Muestreado por :</b> VCD <b>Fecha de Muestreo :</b> 31/08/2020				<b>Código de Muestra:</b> 110/2020 <b>Registro de Ensayo:</b> LAB-GDP-VCD/AGO-110 <b>Ing. Responsable:</b> VICTOR MOMIY <b>Téc. de Laboratorio :</b> VICTOR CADU <b>Ensayado por:</b> VICTOR CADU <b>Fecha de Ensayo:</b> 31/08/2020				
Tamiz Ø	Peso	Porcentaje (%)			Especificaciones (%)		Descripción	
Pulgada	mm	Retenido	Acumulado	Pasante	Min.	Máx.		
3 1/2"	80 890						% NIVEL FREÁTICO	
3"	76 200						% de Humedad	
2 1/2"	63 500						% de Grava:	
2"	50 800						% de Arena:	
1 1/2"	38 100						Tamaño Máximo: 3/4"	
1"	25 400						% Pasante Nº 200 : 0.19	
3/4"	19 050			100.00	100	100	Peso Inicial: 24910.2	
1/2"	12 700	4007.0	19.56	80.44	80-100	100	Porción de finos : 785.6	
3/8"	9 530		7.20	73.24	70-88		Color :	
1/4"	6 350		7.90	66.24			L. L. :	
Nº 4	4 750		13.55	52.69	51-68	74	L. P. :	
Nº 8	2 380	1242.9	49.71	97.02		68	<b>PROPORCIONES DE LA MEZCLA</b>	
Nº 10	2 000							
Nº 16	1 190	296.1	1.15	98.17				GRAVA TRITURADA < 3/4" : 41.5 %
Nº 20	0 850			1.83				ARENA TRITURADA < 3/8" : 42.5 %
Nº 30	0 650	206.4	0.79	98.96		1.04		ARENA NATURAL < 1/4" : 16.0 %
Nº 40	0 420							CEMENTO PORTLAND TIPO I :
Nº 50	0 300	150.5	0.57	99.53		0.47		<b>TOTAL = 100.0 %</b>
Nº 60	0 250							
Nº 80	0 180							
Nº 100	0 150	52.5	0.22	99.75		0.25		
Nº 200	0 074	32.1	0.14	99.89		0.11		
Nº 230	0 063					10		

% QUE PASA EN PESO.

EQUIPOS UTILIZADOS			
Balanza :	OHAUS	Número de Serie:	B712859965
		Nº de Certif. de Calibración:	SM-997-2019
Horno / Estufa :	ORION	Número de Serie:	10051001
		Nº de Certif. de Calibración:	008-18-HL

**OBSERVACIONES :**

LABORATORIO CD PROJECTS			
TÉCNICO LABORATORIO	D.	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	SUPERVISOR/CLIENTE
Nombre:	M.	Nombre:	M.
Firma:	A.	Firma:	A.

**VICTOR HISAO MOMIY SIBATA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 30203  
CD PROJECTS S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

# ANEXO 05: Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 4% de cemento asfáltico.



**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

---

**REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS**  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

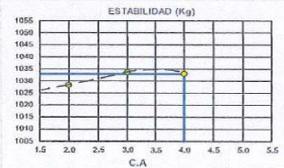
---

PROYECTO : Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz, 2020  
 UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE HUARAZ  
 MATERIAL : MEZCLA FÍSICA PARA ASFALTO  
 FECHA: 30/08/2020  
 AUTOR: YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON

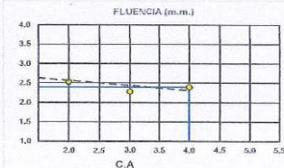
RESUMEN DE MARSHALL TRADICIONAL

ESTABILIDAD Y FLUJO CON 0% DE CAUCHO Y 4% DE CEMENTO ASFÁLTICO.

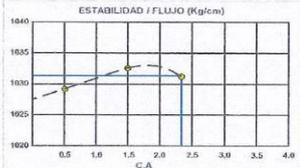
---



ESTABILIDAD (Kg)



FLUENCIA (m.m.)



ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm)

---

**COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I - YURA**  
GRADACION ASTM D3515 D-5

- Grava Triturada Tam. Max. 3/4" = 42.0 %
- Arena Triturada Tam. Max. 5/16" = 42.0 %
- Arena Natural Tam. Max. 1/4" = 16.0 %
- % de cemento asfáltico = 5.6 %

COMENTARIOS:

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TÉCNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO	---	---	---	
ce emp. asfáltico	---	---	---	
PESO UNITARIO	---	---	---	
VACIOS	---	---	---	
V.M.A	---	---	---	
VFA %	---	---	---	
FLUENCIA	---	3.18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	680.5	---	Min. 544
RELACIÓN ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2147	---	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCIÓN	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

---

OPERADOR DE LABORATORIO

Nombre: 

Firma: 

OPERADORES CD PROJECTS S.A.C.

D:	Especialista de Laboratorio
M:	
A:	

Jose Vargas Machuca 628-San Juan de los Rios  
 Telefono: 3276394 / (01) 2200646  
 Correo: cdprojects@cdprojects.com  
**CD PROJECTS S.A.C**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

# ANEXO 06: Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 5% de cemento asfáltico.



**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

---

**REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS**  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

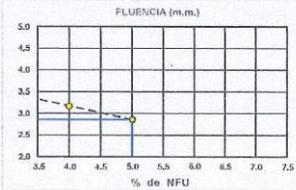
---

PROYECTO :Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz,2020  
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE HUARAZ  
MATERIAL : MEZCLA FÍSICA PARA ASFALTO  
FECHA: 30/08/2020  
AUTOR: YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON

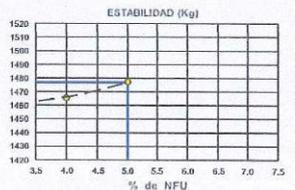
RESUMEN DE MARSHALL TRADICIONAL

ESTABILIDAD Y FLUJO CON 0% DE CAUCHO Y 5% DE CEMENTO ASFÁLTICO.

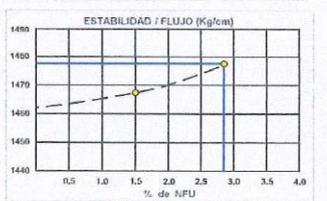
---



FLUENCIA (m.m.)



ESTABILIDAD (Kg)



ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm)

---

COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I - YURA GRADACIÓN ASTM D3515 D-5	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	- 0.3%	OPTIMO	
GOLPES POR LADO	---	---	---	
ca. emp. asfáltico	---	---	---	
PESO UNITARIO	---	---	---	
VACIOS	---	---	---	
V.M.A	---	---	---	
VFA %	---	---	---	
FLUENCIA	---	3.18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	680.5	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2147	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

---

OPERADORES CD PROJECTS S.A.C.			
LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO	
Nombre:	D:	Nombre:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:
			

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores  
 Telefono: 3276394 / (01) 2200646 Correo: cdproj@cdprojectsa.c  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

# ANEXO 07: Estabilidad y flujo con 0% de caucho y 6% de cemento asfáltico.



**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION

**CD PROJECTS S.A.C**  
**CONSULTORIA & CONSTRUCCION**

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

---

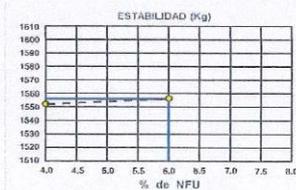
**REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS**  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

---

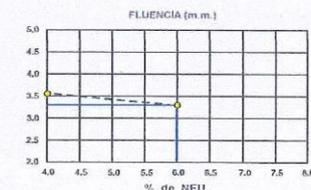
PROYECTO : Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz, 2020  
 UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE HUARAZ  
 MATERIAL : MEZCLA FÍSICA PARA ASFALTO  
 FECHA: 30/08/2020  
 AUTOR: YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON

RESUMEN DE MARSHALL TRADICIONAL  
ESTABILIDAD Y FLUJO CON 0% DE CAUCHO Y 6% DE CEMENTO ASFÁLTICO.

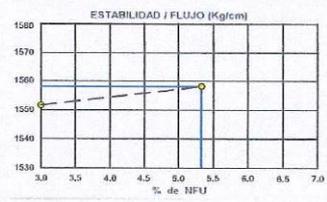
---



ESTABILIDAD (Kg)



FLUENCIA (m.m.)



ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm)

---

**COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I - YURA GRADACION ASTM D3515 D-5**

- Grava Triturada Tam. Máx. 3/4"	=	42.0 %
- Arena Triturada Tam. Máx. 5/16"	=	42.0 %
- Arena Natural Tam. Máx. 1/4"	=	16.0 %
- % de cemento asfáltico	=	5.6 %

COMENTARIOS:

RESUMEN DE RESULTADOS				ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO	---	---	---	
Cemento asfáltico	---	---	---	
PESO UNITARIO	---	---	---	
VACIOS	---	---	---	
V.M.A.	---	---	---	
VFA %	---	---	---	
FLUENCIA	---	3.18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	680.5	---	Mín. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2147	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Mín. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Mín. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

---

OPERADORES CD PROJECTS SAC.			
Laboratorio: <b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> Nombre: _____ Firma: _____	D: M: A:	Especialista de Laboratorio: <b>VICTOR HISAO MOMIY SIBATA</b> Nombre: _____ Firma: _____ INGENIERO CIVIL CIP 30293	D: M: A:

Jose Vargas Machuca 628-San Juan de Miraflores  
 Telefono: 3276394 / (01) 2200646 Correo: cd.projects@comcast.net  
**CD PROJECTS S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

# ANEXO 08: Estabilidad y flujo con 1% de caucho y 4% de cemento asfáltico.



**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

---

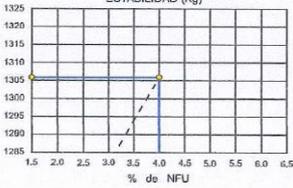
**REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS**  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

---

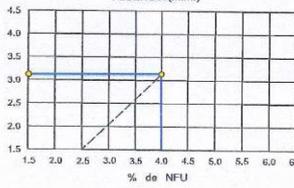
PROYECTO :Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz,2020  
 UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE HUARAZ RESUMEN DE MARSHALL TRADICIONAL  
 MATERIAL : MEZCLA FÍSICA PARA ASFALTO ESTABILIDAD Y FLUJO CON 1% DE CAUCHO Y 4% DE CEMENTO ASFÁLTICO.  
 FECHA: 30/08/2020  
 AUTOR: YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON

---

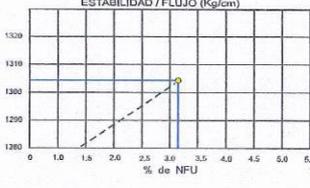
**ESTABILIDAD (Kg)**



**FLUENCIA (m.m.)**



**ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm)**



---

COMPONENTES Y DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°1 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I - YURA GRADACIÓN ASTM D3515 D-5	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACIÓN TÉCNICA (mezcla tipo B)
	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	- 0.3%	OPTIMO	
GOLPES POR LADO	---	---	---	
te emp. asfáltico	---	---	---	
PESO UNITARIO	---	---	---	
VACIOS	---	---	---	
V.M.A	---	---	---	
VFA %	---	---	---	
FLUENCIA	---	3.18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	680.5	---	Min. 544
RELACIÓN ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2147	---	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60°C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCIÓN	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

---

OPERADORES CD PROJECTS S.A.C.			
TECNICO LABORATORIO	E:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:
Nombre: 	M:	Nombre: 	M:
Firma: 	A:	Firma: 	A:

Jose Vargas Machuca 628-San Juan de Miraflores 40203  
 Telefono: 3276394 / (01) 2200646 Correo: cdprojectssac@gmail.com  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

# ANEXO 09: Estabilidad y flujo con 1.5% de caucho y 5% de cemento asfáltico.



**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

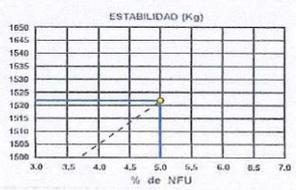
---

**REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS MARSHALL EN GRÁFICOS**  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

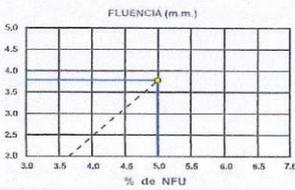
---

PROYECTO :Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz,2020  
 UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE HUARAZ RESUMEN DE MARSHALL TRADICIONAL  
 MATERIAL : MEZCLA FÍSICA PARA ASFALTO ESTABILIDAD Y FLUJO CON 1.5% DE CAUCHO Y 5% DE CEMENTO ASFÁLTICO.  
 FECHA: 30/08/2020  
 AUTOR: YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON

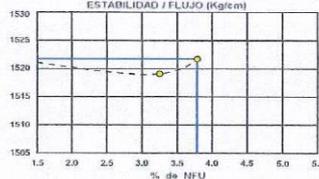
---



ESTABILIDAD (kg)



FLUENCIA (m.m.)



ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm)

---

COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I - YURA GRADACIÓN ASTM D3515 D-5	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO	---	---	---	
ce.ento asfáltico	---	---	---	
PESO UNITARIO	---	---	---	
VACIOS	---	---	---	
V.M.A	---	---	---	
VFA %	---	---	---	
FLUENCIA	---	3.18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	680.5	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2147	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60 °C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

---

OPERADORES CD PROJECTS SAC.			
OPERADOR	D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:
Nombre: <b>ANTONIO</b>	M:	Nombre: <b>VICTOR HISAO MOJIBY SIBATA</b>	M:
Firma: 	A:	Firma: 	A:

Jose Vargas Machuca 628-San Juan de los Rios  
 Telefono: 3276394 / (01) 2200646 Correo: cdprojects@up.edu.pe  
**CD PROJECTS S.A.C**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

# ANEXO 10: Estabilidad y flujo con 2% de caucho y 6% de cemento asfáltico.



**CD PROJECTS S.A.C.**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION

**CD PROJECTS S.A.C**  
CONSULTORIA & CONSTRUCCION  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

---

**REPRESENTACION DE RESULTADOS MARSHALL EN GRAFICOS**  
NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245

---

PROYECTO : Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Huaraz, 2020

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE HUARAZ

MATERIAL : MEZCLA FÍSICA PARA ASFALTO

FECHA : 30/08/2020

AUTOR : YANETH CRISTHEL CASIANO VILLANUEVA - EDWIN JHON CARO LEON

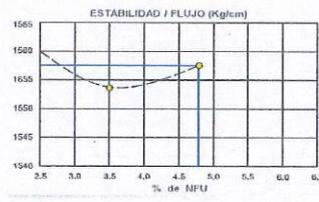
RESUMEN DE MARSHALL TRADICIONAL

ESTABILIDAD Y FLUJO CON 2% DE CAUCHO Y 6% DE CEMENTO ASFALTICO.

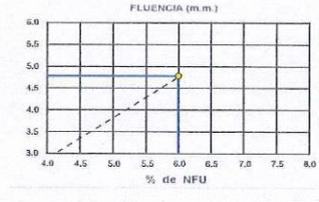
---



ESTABILIDAD (Kg)



ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm)



FLUENCIA (m.m.)

---

**COMPONENTES Y DOSIFICACION DE AGREGADOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO N°3 DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I - YURA GRADACION ASTM D3315 D-5**

- Grava Triturada Tam Máx 3/4"	=	42.0	%
- Arena Triturada Tam Máx 5/16"	=	42.0	%
- Arena Natural Tam Máx 1/4"	=	16.0	%
- % de cemento asfáltico	=	5.6	%

COMENTARIOS:

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFICACION TECNICA (mezcla tipo B)
	- 0.3%	OPTIMO	+ 0.3%	
GOLPES POR LADO de emp asfáltico	---	---	---	
PESO UNITARIO	---	---	---	
VACIOS	---	---	---	
V.M.A	---	---	---	
VFA %	---	---	---	
FLUENCIA	---	3.18	---	2 - 4
ESTABILIDAD	---	680.5	---	Min. 544
RELACION ESTABILIDAD / FLUENCIA	---	2147	---	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	---	---	---	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA, 24 horas a 60° C	---	---	---	Min. 75
RESISTENCIA, RETENIDA EN TRACCION	---	---	---	80 min
FILLER / LIGANTE	---	---	---	0.6 - 1.3

---

**OPERADORES CD PROJECTS SAC.**

<p><b>LABORATORIO</b></p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p>	<p><b>ESPECIALISTA DE LABORATORIO</b></p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------



**VICTOR HISAO MORIY SIBATA**  
INGENIERO CIVIL  
CD PROJECTS S.A.C.

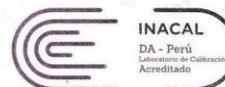
Jose Vargas Machuca 628-San Juan de Miraflores, Huaraz, 2020  
Telefono: 3276394 / (01) 2200646 Correo: cdproj@sbc.com

# ANEXO 11: Certificado de calibración.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 072 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : 023-2019  
Fecha de Emisión : 2019-05-14

**1. Solicitante** : CD PROJECTS S.A.C.

**Dirección** : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **EB30**

**Número de Serie** : **8031297006**

**Alcance de Indicación** : **30000 g**

**División de Escala de Verificación (e)** : **1 g**

**División de Escala Real (d)** : **1 g**

**Procedencia** : **CHINA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO DE SUELOS**

**Fecha de Calibración** : **2019-05-10**

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 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.

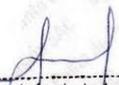
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 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 INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS de CD PROJECTS S.A.C.  
AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

  
-----  
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.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 072 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

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	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-114-2019 / LM-115-2019
		LM-116-2019

7. Observaciones

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.

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 g			Carga L2= 30 000 g		
	I(g)	ΔI(g)	E(g)	I(g)	ΔI(g)	E(g)
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
4	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,9	-0,4
5	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,6	-0,1
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			0,4	0,4		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.



Punto de Precisión SAC

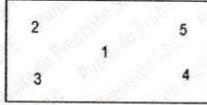
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 072 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
4		10	0,8	-0,3		10 000	0,9	-0,4	-0,1
5		10	0,9	-0,4		10 000	0,8	-0,3	0,1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10	0,6	-0,1						1
50	50	0,5	0,0	0,1	50	0,5	0,0	0,1	1
1 000	1 000	0,8	-0,3	-0,2	1 000	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000	2 000	0,6	-0,1	0,0	2 000	0,6	-0,1	0,0	1
4 000	4 000	0,9	-0,4	-0,3	4 000	0,5	0,0	0,1	1
5 000	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	1
10 000	10 000	0,7	-0,2	-0,1	10 000	0,9	-0,4	-0,3	2
15 000	15 000	0,8	-0,3	-0,2	15 000	0,8	-0,3	-0,2	2
20 000	20 000	0,6	-0,1	0,0	20 000	0,6	-0,1	0,0	2
25 000	25 000	0,9	-0,4	-0,3	25 000	0,5	0,0	0,1	3
30 000	30 000	0,8	-0,3	-0,2	30 000	0,8	-0,3	-0,2	3

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000788 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,200 \text{ g}^2 + 0,00000000237 \times R^2}$$

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

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 073 - 2019**

Página: 1 de 3

Expediente : 023-2019  
Fecha de Emisión : 2019-05-14

**1. Solicitante** : CD PROJECTS S.A.C.

**Dirección** : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL  
AGUSTINO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : HENKEL

**Modelo** : NO INDICA

**Número de Serie** : KG57261

**Alcance de Indicación** : 30 kg

**División de Escala  
de Verificación ( e )** : 0,005 kg

**División de Escala Real ( d )** : 0,005 kg

**Procedencia** : NO INDICA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO DE SUELOS

**Fecha de Calibración** : 2019-05-10

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 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.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO DE SUELOS de CD PROJECTS S.A.C.  
AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 073 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

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	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-114-2019 / LM-115-2019
		LM-116-2019

7. Observaciones

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.

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°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	22,0					
	Carga L1= 15,000 kg			Carga L2= 30,000 kg		
	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	I(kg)	ΔL(g)	E(g)
1	15,000	4,5	-2,0	30,000	3,0	-0,5
2	15,000	3,5	-1,0	30,000	2,5	0,0
3	15,000	3,0	-0,5	30,000	4,0	-1,5
4	15,000	4,0	-1,5	30,000	2,0	0,5
5	15,000	2,5	0,0	30,000	3,0	-0,5
6	15,000	3,0	-0,5	30,000	3,0	-0,5
7	15,000	4,0	-1,5	30,000	2,5	0,0
8	15,000	3,0	-0,5	30,000	4,0	-1,5
9	15,000	3,5	-1,0	30,000	3,0	-0,5
10	15,000	4,0	-1,5	30,000	2,5	0,0
Diferencia Máxima	2,0			2,0		
Error máximo permitido	± 15 g			± 15 g		

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.



Punto de Precisión SAC

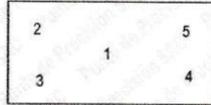
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 073 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E <sub>g</sub> (g)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,050	0,050	3,5	-1,0	10,000	9,995	2,5	-5,0	-4,0
2		0,050	4,0	-1,5		10,005	3,0	4,5	6,0
3		0,050	3,0	-0,5		10,000	4,0	-1,5	-1,0
4		0,050	2,5	0,0		9,995	2,5	-5,0	-5,0
5		0,050	3,0	-0,5		10,000	3,0	-0,5	0,0

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,050	0,050	3,5	-1,0						5
0,100	0,100	2,0	0,5	1,5	0,100	3,0	-0,5	0,5	5
0,500	0,500	3,5	-1,0	0,0	0,500	3,5	-1,0	0,0	5
1,000	1,000	4,0	-1,5	-0,5	1,000	4,5	-2,0	-1,0	5
2,500	2,500	3,5	-1,0	0,0	2,500	3,5	-1,0	0,0	5
5,000	5,000	4,5	-2,0	-1,0	5,000	2,0	0,5	1,5	10
10,000	10,005	3,0	4,5	5,5	10,005	2,0	5,5	6,5	10
15,000	15,000	3,0	-0,5	0,5	15,005	3,5	4,0	5,0	15
20,000	20,000	4,5	-2,0	-1,0	20,005	4,0	3,5	4,5	15
25,000	25,005	2,0	5,5	6,5	25,005	2,5	5,0	6,0	15
30,000	30,000	3,5	-1,0	0,0	30,000	3,5	-1,0	0,0	15

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000156 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00000710 \text{ kg}^2 + 0,000000100 \times R^2}$$

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 kg

FIN DEL DOCUMENTO

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.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 074 - 2019

Página: 1 de 3

**Expediente** : 023-2019  
**Fecha de Emisión** : 2019-05-14

**1. Solicitante** : CD PROJECTS S.A.C.

**Dirección** : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : NO INDICA

**Número de Serie** : NO INDICA

**Alcance de Indicación** : 310 g

**División de Escala de Verificación (e)** : 0,01 g

**División de Escala Real (d)** : 0,01 g

**Procedencia** : USA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO DE SUELOS

**Fecha de Calibración** : 2019-05-10

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 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.

### 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 INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS de CD PROJECTS S.A.C.  
AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

  
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.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 074 - 2019  
Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

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	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018

7. Observaciones

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.

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

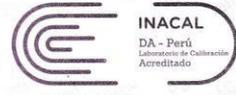
Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	22,1			22,1		
	Carga L1= 155,00 g			Carga L2= 310,00 g		
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	155,00	6	-1	310,00	8	-3
2	155,00	8	-3	310,00	7	-2
3	155,00	9	-4	310,00	9	-4
4	155,00	7	-2	310,00	5	0
5	155,00	8	-3	310,00	8	-3
6	155,00	9	-4	310,00	6	-1
7	155,00	8	-3	310,00	9	-4
8	155,00	9	-4	310,00	8	-3
9	155,00	5	0	310,00	7	-2
10	155,00	8	-3	310,00	9	-4
Diferencia Máxima	4			4		
Error máximo permitido ±	20 mg			± 30 mg		

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

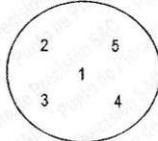
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 074 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inicial					Final				
	22,1					22,1				
	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido					
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1	0,10	0,10	6	-1	100,00	100,00	9	-4	-3	
2		0,10	9	-4		100,00	7	-2	2	
3		0,10	8	-3		100,01	4	11	14	
4		0,10	5	0		100,01	5	10	10	
5		0,10	7	-2		100,00	9	-4	-2	
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 20 mg					

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)					Temp. (°C)					emp(**)
	Inicial					Final					
	22,1					22,2					
	CRECIENTES				DECRECIENTES						
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	±(mg)		
0,10	0,10	6	-1						10		
0,20	0,20	9	-4	-3	0,20	5	0	1	10		
10,00	10,00	8	-3	-2	10,00	7	-2	-1	10		
20,00	20,00	5	0	1	20,00	8	-3	-2	10		
50,00	50,00	7	-2	-1	50,00	9	-4	-3	10		
100,00	100,00	8	-3	-2	100,01	5	10	11	20		
150,00	150,00	5	0	1	150,00	8	-3	-2	20		
200,00	200,00	9	-4	-3	200,01	4	11	12	20		
250,00	250,00	8	-3	-2	250,01	5	10	11	30		
300,00	300,01	4	11	12	300,01	2	13	14	30		
310,00	310,00	8	-3	-2	310,00	8	-3	-2	30		

(\*\*) error máximo permitido

lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000000243 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0000372 \text{ g}^2 + 0,00000000295 \times R^2}$$

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

FIN DEL DOCUMENTO

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.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 079 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : 023-2019  
Fecha de Emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL  
AGUSTINO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : HENKEL

Modelo : PS500

Número de Serie : 49198

Alcance de Indicación : 500 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : CDP00-015

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2019-05-14

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 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.

### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de CD PROJECTS S.A.C.  
AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

  
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.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 079 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,1 °C	24,4 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

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	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018 LM-323-2018

7. Observaciones

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 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.

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°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,1			Final 24,3		
	Carga L1= 250,0 g			Carga L2= 500,0 g		
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)
1	250,0	0,06	-0,01	499,9	0,03	-0,08
2	250,1	0,05	0,10	499,9	0,05	-0,10
3	250,2	0,08	0,17	500,1	0,02	0,13
4	250,1	0,09	0,06	500,1	0,03	0,12
5	250,2	0,06	0,19	500,2	0,02	0,23
6	250,1	0,08	0,07	500,2	0,05	0,20
7	250,1	0,04	0,11	500,2	0,04	0,21
8	250,1	0,05	0,10	500,3	0,05	0,30
9	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,03	0,12
10	250,1	0,03	0,12	500,2	0,05	0,20
Diferencia Máxima			0,20			0,40
Error máximo permitido	±		0,3 g	±		0,3 g

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.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 079 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)								
	Inicial Final								
	24,3 24,4								
Carga mínima (g)	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido				
	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,0	1,0	0,05	0,00	150,0	150,0	0,09	-0,04	-0,04
2		0,9	0,08	-0,13		150,0	0,08	-0,03	0,10
3		1,0	0,09	-0,04		149,9	0,03	-0,08	-0,04
4		1,0	0,06	-0,01		149,8	0,05	-0,20	-0,19
5		1,0	0,08	-0,03		150,0	0,08	-0,03	0,00

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga l(g)	Temp. (°C)									
	Inicial Final									
	24,4				24,4					
l(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES					emp(**)
	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)		
1,0	1,0	0,06	-0,01	0,01	2,0	0,08	-0,03	-0,02	0,1	
2,0	2,0	0,05	0,00	0,01	5,0	0,09	-0,04	-0,03	0,1	
5,0	5,0	0,09	-0,04	-0,03	10,0	0,03	0,12	0,13	0,1	
10,0	10,0	0,08	-0,03	-0,02	20,0	0,08	-0,03	-0,02	0,1	
20,0	20,0	0,06	-0,01	0,00	50,0	0,06	-0,01	0,00	0,1	
50,0	50,0	0,07	-0,02	-0,01	100,0	0,05	0,10	0,11	0,2	
100,0	100,0	0,08	-0,03	-0,02	200,0	0,02	0,13	0,14	0,2	
200,0	200,0	0,09	-0,04	-0,03	300,0	0,03	0,22	0,23	0,3	
300,0	300,2	0,03	0,22	0,23	400,0	0,05	0,30	0,31	0,3	
400,0	400,2	0,05	0,20	0,21	500,0	0,04	0,31	0,32	0,3	
500,0	500,3	0,04	0,31	0,32						

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000382 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0210 \text{ g}^2 + 0,000000127 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza Δl: Carga Incrementada E: Error encontrado E<sub>c</sub>: Error en cero E<sub>e</sub>: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO

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.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 184 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : 023-2019  
Fecha de emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.  
Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : MAVIN  
Modelo de Celda : NO INDICA  
Serie de Celda : E2A00019  
Capacidad de Celda : 5 kN

Marca de indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X5  
Serie de Indicador : 140030

3. Lugar y fecha de Calibración  
AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA  
10 - MAYO - 2019

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	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,7	22,7
Humedad %	76	76

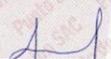
7. Resultados de la Medición

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

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 185 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : 023-2019  
Fecha de emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : TAMIEQUIPOS LTDA  
Modelo de Prensa : TCP038  
Serie de Prensa : 527

Marca de Celda : ZEMIC  
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B  
Serie de Celda : J420311  
Capacidad de Celda : 5 kN  
Procedencia : USA

Marca de Indicador : NO INDICA  
Modelo de Indicador : NO INDICA  
Serie de Indicador : 1330

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA  
10 - MAYO - 2019

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	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,7	23,0
Humedad %	77	76

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 Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

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.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 185 - 2019

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	504,14	504,35	-0,83	-0,87	504,25	-0,84	-0,04
1000	1009,30	1009,50	-0,93	-0,95	1009,40	-0,93	-0,02
1500	1504,02	1504,65	-0,27	-0,31	1504,34	-0,29	-0,04
2000	1998,59	1998,56	0,07	0,07	1998,58	0,07	0,00
2500	2498,75	2498,63	0,05	0,05	2498,69	0,05	0,00
3000	2983,20	2983,40	0,56	0,55	2983,30	0,56	-0,01
3500	3485,26	3485,62	0,42	0,41	3485,44	0,42	-0,01
4000	3986,50	3986,45	0,34	0,34	3986,48	0,34	0,00

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0074x - 12,829$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

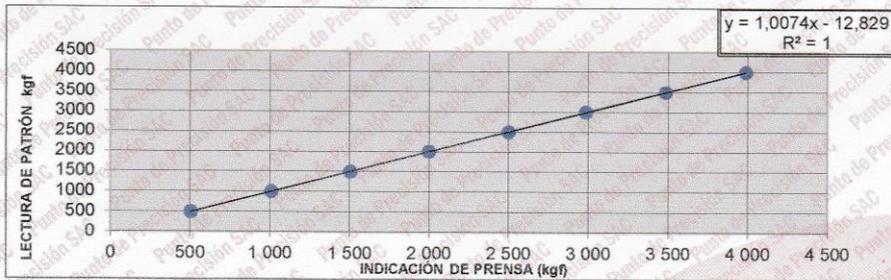
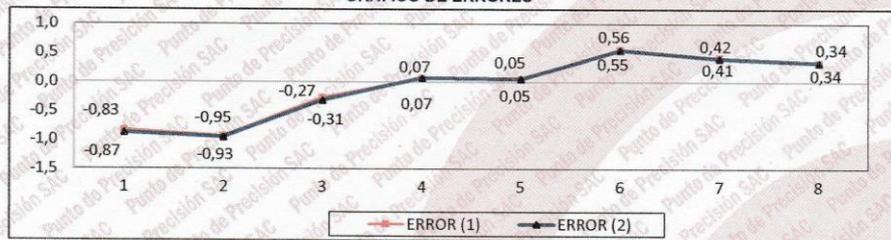


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 189 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : 023-2019  
Fecha de emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2 bar

División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar

Clase de Exactitud : 1,6 % FS

Marca de Manómetro : WINTERS

Modelo de Manómetro : NO INDICA

Posición de Trabajo : INFERIOR

Serie de Botella : Z1388

Material de Botella : ALUMINIO

Procedencia : CANADA

4. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
13 - MAYO - 2019

5. Método de Calibración  
Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	LFP - 319 - 2017	INACAL - DM

7. Condiciones Ambientales

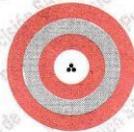
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,6	24,9
Humedad %	66	67

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $K=2$ , para un nivel de confianza de 95%  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 189 - 2019

Página : 2 de 2

### Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
			DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
	ASCENSO	DESCENSO	ASCENSO	DESCENSO	
(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,8	5,8	-0,8	-0,8	0,0
10	10,3	10,3	-0,3	-0,3	0,0
15	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0
20	19,8	20,0	0,3	0,0	0,3
25	24,8	24,8	0,3	0,3	0,0
30	29,5	29,5	0,5	0,5	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	-0,75	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	0,25	psi

La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

### EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	2,2
3	3,2
4	4,0
5	4,9
6	5,8
7	6,8
8	7,5
9	8,4
10	9,4
11	10,3
12	11,0
13	12,0
14	13,0
15	14,0
16	14,9
17	15,8
18	16,4
19	17,5
20	18,6

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 227 - 2019

Página : 1 de 4

Expediente : 023-2019  
Fecha de emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : A&A INSTRUMENTS

Modelo del Equipo : STHX-1A

Capacidad del Equipo : 136 L

Marca de Pirometro : AUTCOMP

Modelo de Pirometro : TCD

Serie del Pirometro : 13122

Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA  
10 - MAYO - 2019

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,2	23,3
Humedad %	76	76

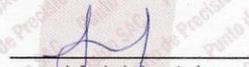
7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

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.

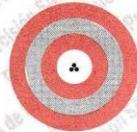


  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

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.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 227 - 2019

Página : 2 de 4

### CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	110,5	110,9	111,5	110,4	110,6	111,4	111,5	112,4	110,6	110,3	111,0	2,1
2	110	110,2	110,8	111,4	110,5	110,6	111,3	111,3	112,5	110,3	110,3	110,9	2,3
4	110	110,3	110,8	111,3	110,3	110,5	111,2	111,3	112,5	110,3	110,2	110,9	2,3
6	110	110,6	110,6	111,5	110,2	110,6	111,1	111,3	112,3	110,0	110,2	110,8	2,3
8	110	110,0	110,8	111,2	110,3	110,3	111,5	111,3	112,5	110,4	110,5	110,9	2,5
10	110	110,2	110,7	111,6	110,2	110,5	111,2	111,3	112,5	110,2	110,4	110,9	2,3
12	110	110,2	110,8	111,3	110,3	110,3	111,3	111,4	112,5	110,2	110,3	110,9	2,3
14	110	110,2	110,5	111,2	110,2	110,6	111,2	111,5	112,5	110,2	110,2	110,8	2,3
16	110	110,3	110,8	111,2	110,3	110,5	111,1	111,5	112,3	110,2	110,2	110,8	2,1
18	110	110,4	110,6	111,1	110,6	110,6	111,2	111,5	112,5	110,3	110,5	110,9	2,2
20	110	110,2	110,8	111,0	110,2	110,5	111,1	111,5	112,5	110,2	110,5	110,9	2,3
22	110	110,9	110,9	111,0	110,3	110,6	111,3	111,4	112,3	110,3	110,4	110,9	2,0
24	110	110,2	110,8	111,0	110,4	110,5	111,4	111,6	112,5	110,2	110,5	110,9	2,3
26	110	110,3	110,7	111,2	110,2	110,6	111,2	111,5	112,3	110,4	110,5	110,9	2,1
28	110	110,2	110,8	111,2	110,3	110,5	111,2	111,5	112,4	110,2	110,5	110,9	2,2
30	110	110,3	110,6	111,2	110,2	110,6	111,1	111,5	112,5	110,2	110,4	110,9	2,3
32	110	110,2	110,8	111,2	110,3	110,5	111,2	111,5	112,3	110,2	110,6	110,9	2,1
34	110	110,3	110,9	111,2	110,3	110,5	111,6	111,5	112,5	110,3	110,6	111,0	2,2
36	110	110,2	110,9	111,2	110,5	110,6	111,1	111,5	112,5	110,5	110,4	110,9	2,3
38	110	110,3	110,8	111,2	110,6	110,5	111,6	111,4	112,3	110,3	110,2	110,9	2,1
40	110	110,0	110,9	111,2	110,3	110,6	111,1	111,5	112,5	110,2	110,3	110,9	2,5
42	110	110,2	110,7	111,3	110,2	110,5	111,4	111,4	112,4	110,3	110,2	110,9	2,2
44	110	110,1	110,8	111,2	110,4	110,4	111,2	111,3	112,5	110,6	110,2	110,9	2,4
46	110	110,2	110,8	111,1	110,5	110,3	111,4	111,3	112,3	110,6	110,6	110,9	2,1
48	110	110,0	110,6	111,1	110,2	110,3	111,2	111,3	112,5	110,6	110,5	110,8	2,5
50	110	110,2	110,8	111,0	110,3	110,3	111,2	111,3	112,5	110,6	110,1	110,8	2,4
52	110	110,2	110,6	111,2	110,2	110,8	111,6	111,5	112,5	110,5	110,2	110,9	2,3
54	110	110,2	110,8	111,1	110,2	110,3	111,2	111,4	112,4	110,6	110,5	110,9	2,2
56	110	110,0	110,6	111,3	110,2	110,7	111,1	111,5	112,2	110,5	110,2	110,8	2,2
58	110	110,2	110,8	111,2	110,2	110,4	111,4	111,3	112,2	110,2	110,5	110,8	2,0
60	110	110,1	110,7	111,6	110,1	110,3	111,1	111,5	112,2	110,6	110,4	110,9	2,1
T. PROM	110,0	110,2	110,8	111,2	110,3	110,5	111,3	111,4	112,4	110,3	110,4	110,9	
T. MAX	110,0	110,9	110,9	111,6	110,6	110,8	111,6	111,6	112,5	110,6	110,6		
T. MIN	110,0	110,0	110,5	111,0	110,1	110,3	111,1	111,3	112,2	110,0	110,1		
DTT	0,0	0,8	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,6	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,5	0,4
Mínima Temperatura Medida	110,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,2	0,3
Estabilidad Media (±)	0,425	0,02
Uniformidad Media	2,5	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta 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" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



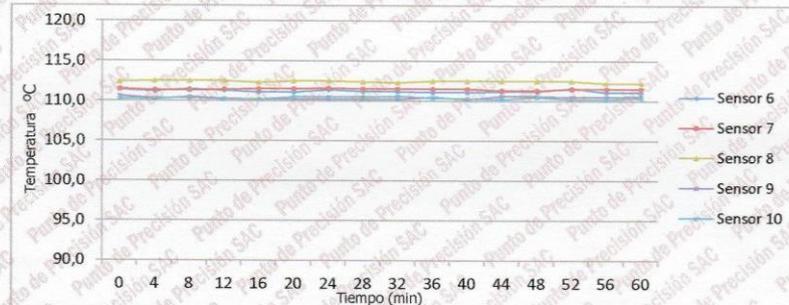
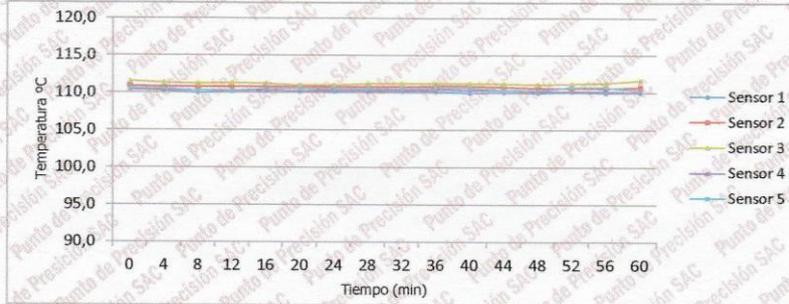
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 227 - 2019

Página : 3 de 4

## TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



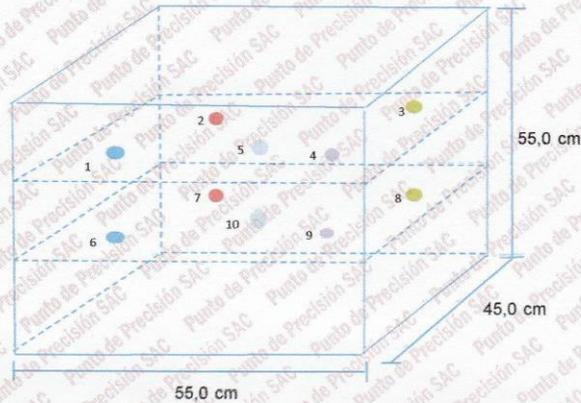
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 227 - 2019

Página : 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

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.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 305 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 274-2019  
Fecha de emisión : 2019-07-26

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : NO INDICA  
Modelo de Prensa : SOILTEST 3520  
Serie de Prensa : 17BJ  
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : NO INDICA  
Modelo de indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC  
Modelo de Transductor : YB15  
Serie de Transductor : 0901

Bomba Hidraulica : MANUAL

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION SAC  
26 - JULIO - 2019

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,6	20,9
Humedad %	72	72

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 292-2095

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.

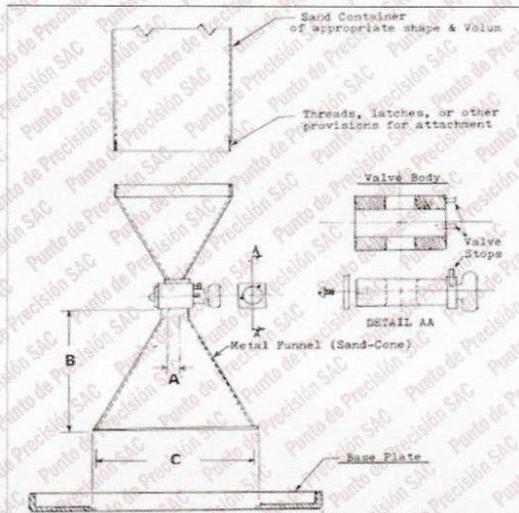


Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 460 - 2019

Página : 2 de 2



## RESULTADOS

N° DE MEDICIONES	Mediciones del Cono de Arena			
	A	B	C	D
	mm	mm	mm	mm
1	12,57	154,78	165,66	308,59
2	12,51	154,56	165,09	308,90
3	12,64	154,06	165,55	309,41
4	12,69	155,65	165,18	309,52
5	12,70	154,12	164,33	308,71
6	12,65	152,92	164,76	309,24
PROMEDIO	12,63	154,35	165,10	309,06
ESTÁNDAR	12,70	136,53	165,10	304,80
ERROR	-0,07	17,82	0,00	4,26

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 461 - 2019

Página : 2 de 2

## Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE				EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,76	2,00	27,58	46,04	52,67	153,02	126,37	9,9	2,07	12,54
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	2	0,1	1	1	5	5	5	0,1	0,1	0,1
ERROR	0,76	0,00	0,58	-0,96	2,67	3,02	1,37	-0,1	0,07	-0,96

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**ANEXO 12: Agregados fino y grueso para el tamizaje**

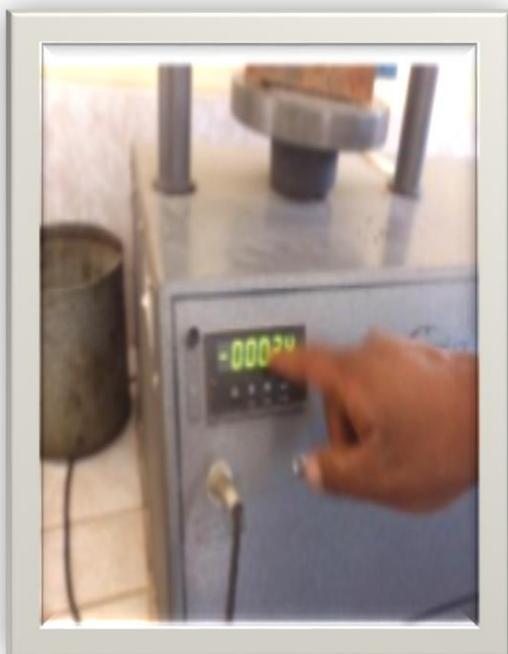


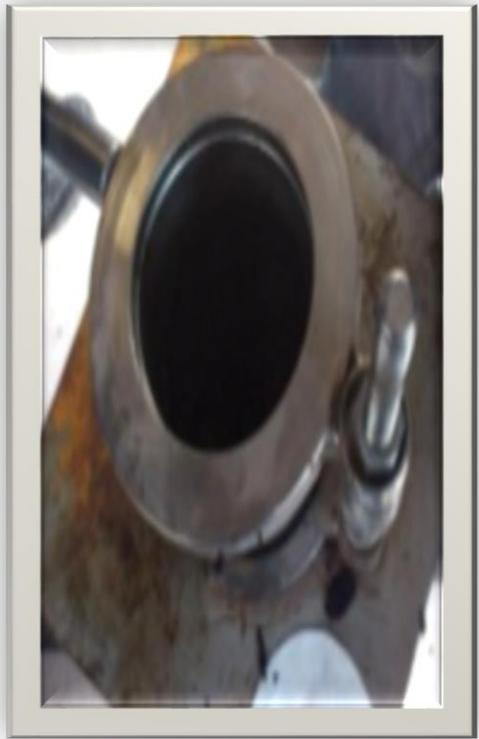


**ANEXO 13: Extracción de materiales de la cantera Tacllan.**

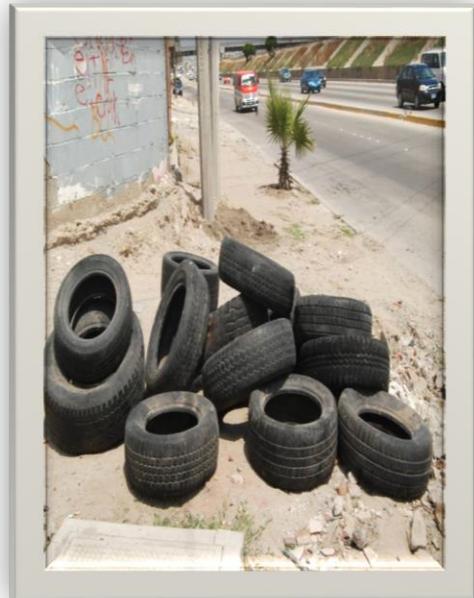
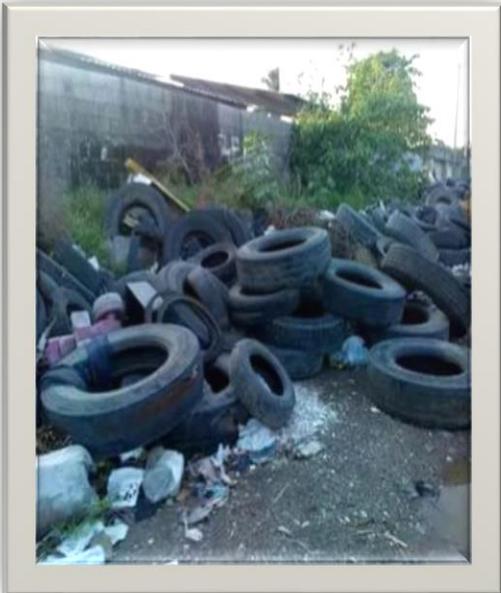
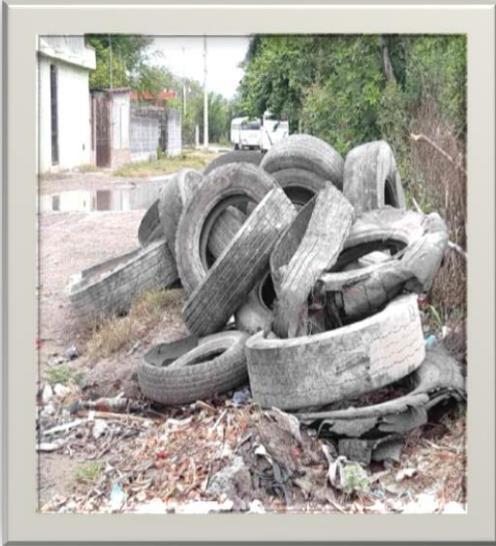


## ANEXO 14: Equipos para el laboratorio.

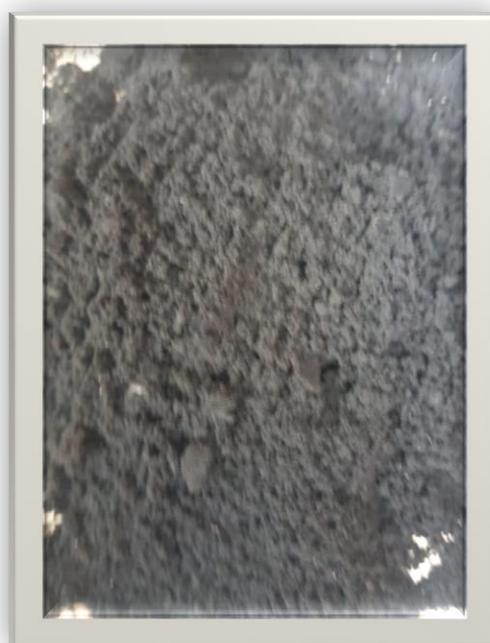




**ANEXO 15: Recolección de las llantas recicladas.**



**ANEXO 16: Extracción del caucho en partículas.**



**ANEXO 17: Manual de carreteras.**



**PERÚ**

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

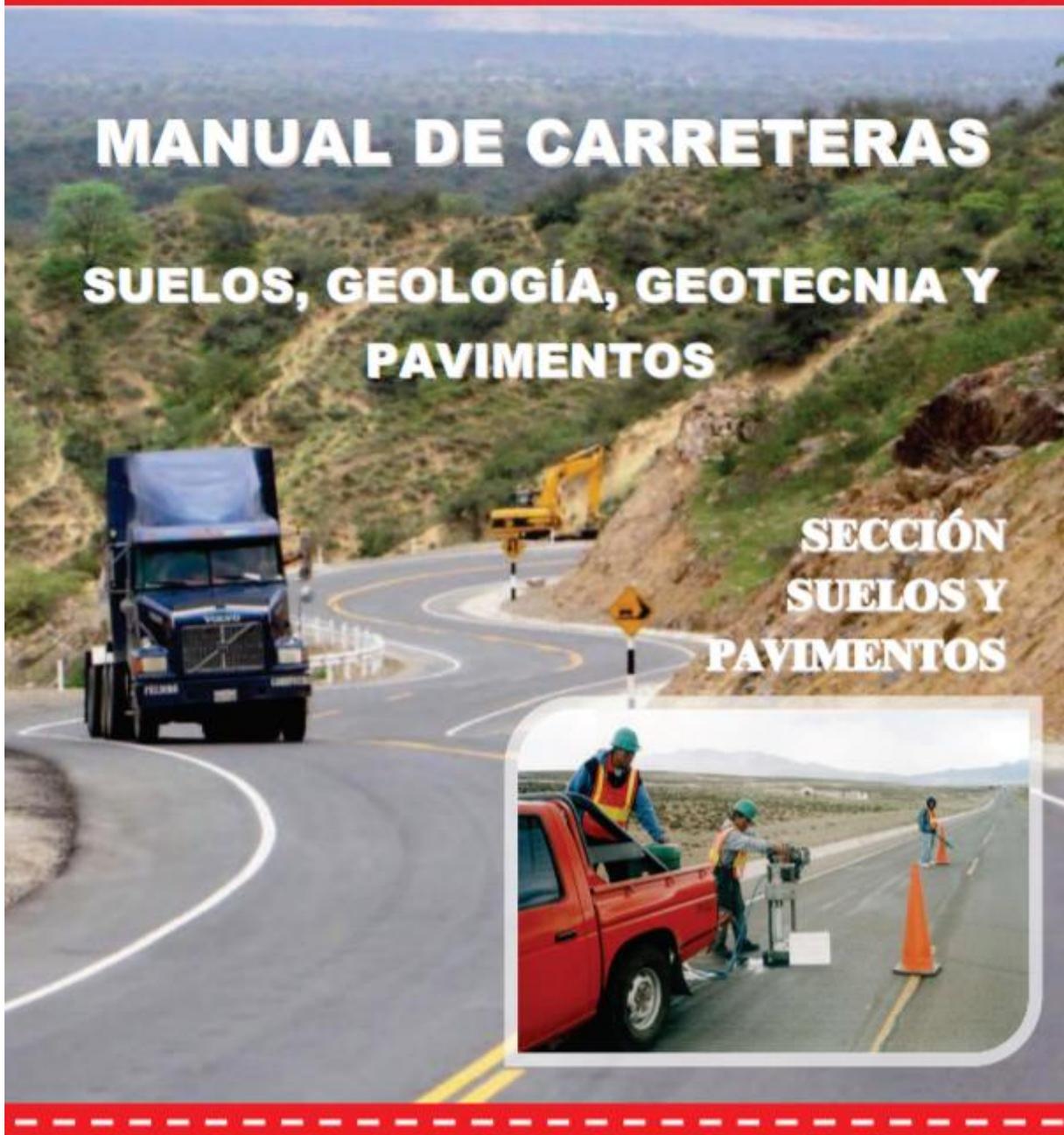
Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

# MANUAL DE CARRETERAS

## SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

### SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS



## ANEXO 18: Manual de ensayo de materiales.



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



### MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016

