



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza  
residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022

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

**AUTORES:**

Lozada Vergara, Janyn Cory (ORCID: 0000-0001-5578-279X)

Velasquez Aguirre, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-7963-6153)

**ASESOR:**

Dr. López Carranza Atilio Rubén (ORCID: 0000-0002-3631-2001)

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios porque sus bendiciones me acompañan en cada paso de mi vida.

A mis padres porque gracias a su esfuerzo lograron que culmine una de las principales metas de mi vida.

A mi abuela porque es mi inspiración constante para seguir luchando por mis sueños.

A mis hermanas y familiares por su gran amor y compañía en todo momento de mi vida.

**Lozada Vergara Janyn Cory**

Dedicado a la memoria de mi abuelo Jorge Velásquez Pineda, constructor quien fue la inspiración e influencia para estudiar esta carrera.

A mis padres Jorge y Yolanda por los valores inculcados, por su apoyo y esfuerzo para lograr este objetivo.

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de la carrera.

**Velásquez Aguirre Jorge Luis**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme compartir este momento con mi familia, porque sus esfuerzos y dedicación se ven reflejados en cada paso que doy, gracias a las personas que nos asesoraron ayudándonos a que esta tesis se realice; agradezco la voluntad y esfuerzo de mi compañero de tesis porque en un esfuerzo conjunto se pudo culminar con lo propuesto desde el primer momento que enrumbamos la elaboración de la tesis.

### **Lozada Vergara Janyn Cory**

Agradezco a todas las personas que influyeron de manera directa e indirecta en la realización de esta tesis, y a mi compañera de tesis por la voluntad y esfuerzo para lograr este objetivo.

### **Velásquez Aguirre Jorge Luis**

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	II
Agradecimiento .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	24
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES .....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Requisitos para mezcla de concreto asfaltico en caliente .....	16
Tabla N°02: Operacionalización de variables.....	19
Tabla N°03: Cantidad de muestra a ensayar .....	20
Tabla N°04: Modificación de asfalto 60/70 con 5.0 % de melaza.....	24
Tabla N°05: Modificación de asfalto 60/70 con 10.0 % de melaza.....	25
Tabla N°06: Modificación de asfalto 60/70 con 15.0 % de melaza.....	26
Tabla N°07: Modificación de asfalto 60/70 con 20.0 % de melaza.....	27
Tabla N°08: Ensayo Marshall con el porcentaje óptimo de asfalto.....	29
Tabla N°09: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 5.0% de melaza .....	35
Tabla N°10: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 10.0% de melaza ...	36
Tabla N°11: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 15.0% de melaza ...	36
Tabla N°12: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 20.0% de melaza ...	37
Tabla N°13: Análisis de precios unitarios mezcla convencional en planta .....	45
Tabla N°14: Análisis de precios unitarios mezcla modificada en planta.....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01: Porcentaje de cemento asfáltico vs peso unitario .....	29
Gráfico N°02: Porcentaje de cemento asfáltico vs porcentaje de vacíos .....	30
Gráfico N°03: Porcentaje de cemento asfáltico vs VMA.....	31
Gráfico N°04: Porcentaje de cemento asfáltico vs vacíos llenos de C.A.....	32
Gráfico N°05: Porcentaje de cemento asfáltico vs polvo/asfalto .....	33
Gráfico N°06: Porcentaje de cemento asfáltico vs flujo.....	34
Gráfico N°07: Porcentaje de cemento asfáltico vs estabilidad .....	35
Gráfico N°08: Comparativo de peso unitario .....	38
Gráfico N°09: Comparativo de vacíos .....	39
Gráfico N°10: Comparativo de V.M.A.....	40
Gráfico N°11: Comparativo de vacíos llenos de C.A. ....	41
Gráfico N°12: Comparativo de polvo/asfalto .....	42
Gráfico N°13: Comparativo de flujo .....	43
Gráfico N°14: Comparativo de estabilidad .....	44

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con la melaza residual de caña de azúcar, la metodología de este proyecto de investigación es experimental donde se analizarán los tratamientos de diferentes mezclas asfálticas, preparadas con la melaza residual de la caña de azúcar con el fin de analizar el impacto que genera en las propiedades físicas y mecánicas.

Se tuvo como resultado que el asfalto modificado al 5% evidencia una estabilidad de 14.3kn y flujo de 13.3mm, al 10% la estabilidad es 15.5kn y flujo de 12.7mm, al 15% la estabilidad es 16.1kn y flujo de 11.7mm y al 20% la estabilidad es 17.3kn y el flujo 10.7mm; por lo que se concluye que la estabilidad aumenta de acuerdo va incrementando el porcentaje de sustitución de melaza residual de caña de azúcar y el flujo baja de acuerdo va incrementando el porcentaje de sustitución de melaza residual de caña de azúcar esto nos indica que la mezcla es más estable a cargas de tránsito pesado, por ende a mayor estabilidad mejor es el comportamiento al ahuellamiento y menor el comportamiento a la fatiga.

**Palabras clave:** Mezcla asfáltica modificada, Ensayo Marshall, Melaza residual de la caña de azúcar, Mezcla asfáltica en caliente, Propiedades físicas y mecánicas.

## ABSTRACT

The general objective of this thesis was to determine the physical and mechanical properties of the asphalt mixture modified with residual sugar cane molasses. The methodology of this research project is experimental where the treatments of different asphalt mixtures prepared with residual sugar cane molasses will be analyzed in order to analyze the impact it generates on the physical and mechanical properties.

As a result, the modified asphalt at 5% shows a stability of 14.3kn and flow of 13.3mm, at 10% the stability is 15.5kn and flow of 12.7mm, at 15% the stability is 16.1kn and flow of 11.7mm and at 20% the stability is 17.3kn and flow of 10.7mm. 7mm; therefore it is concluded that the stability increases as the percentage of substitution of residual sugar cane molasses increases and the flow decreases as the percentage of substitution of residual sugar cane molasses increases, this indicates that the mixture is more stable to heavy traffic loads, therefore the higher the stability, the better the rutting behavior and the lower the fatigue behavior.

**Keywords:** Modified asphalt mix, Marshall test, Residual molasses from sugar cane, Hot mix asphalt, Physical and mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

El asfalto es una sustancia que se viene utilizando desde finales del siglo pasado, desde ese momento, la tecnología del asfalto ha dado progresos enormes, por lo tanto, hoy en día los equipos y los procedimientos que se utilizan para pavimentar con asfaltos son bastantes refinados. Rodríguez (2008).

La mezcla asfáltica se compone de áridos, arena, polvo de piedra, betún y, a menudo, varios aditivos. Según datos de la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA), su producción en Europa fue de aproximadamente 278 millones de toneladas en 2013, mientras que un total estimado de 678 millones de toneladas de mezcla asfáltica se produjeron alrededor de todo el mundo en el mismo período. EAPA (2013).

Hoy en día las emisiones químicas que produce el asfalto rara vez figuran en un plan de gestión de calidad del aire urbano. Se ha demostrado mediante una nueva investigación que el asfalto es una fuente importante de contaminante, esencialmente en días calurosos y soleados. Ecoavant (2020)

Por otro lado, es problema de cada día que se contamine el medio ambiente con desechos no biodegradables, además la escasez del asfalto debido a la disminución de almacenamientos petrolíferos del mundo; en la búsqueda de materiales que den como alternativa mitigar el impacto ambiental y brindar una alternativa económicamente viable en las mezclas asfálticas, los investigadores buscan estudiar la alternativa de modificar las mezclas con la finalidad de dar soluciones con respecto a la contaminación como también mejorar las propiedades del pavimento tanto como el aumento a la resistencia y la duración de su vida útil. Pontificia Universidad Javeriana (2007)

Como alternativa de solución, se propone que la funcionalidad de las mezclas asfálticas modificadas dé menores consumos de recursos naturales, incluyendo aspectos técnicos, económicos y energéticos, ocasionando un menor costo en las obras viales. Para la elaboración de MAC, se hace menos contaminante para medio ambiente el uso de pavimentos asfálticos modificados

con materiales de desecho que permita la rehabilitación o reconstrucción de una capa rodadura sostenible. En este trabajo se estudiará la alternativa de aprovechar materiales de desecho como remplazo de un porcentaje del bitumen de la mezcla asfáltica en caliente, para identificar sus características físicas y mecánicas por ende establecer las principales variaciones que se presentan entre las diferentes muestras, para así mejorar el uso de este material de desecho y contribuir a que sea una técnica viable y económica. Gallego y Campagnoli (2017, pp. 13-20).

La elección del modificador para un proyecto en particular puede depender de muchos factores, incluida la capacidad de construcción, la disponibilidad, el costo y el rendimiento esperado. Appiah, Yi-qiu, Berko-Boateng & Tagbor, (2017).

En cuanto al ámbito nacional, surge la necesidad de interconectar íntegramente al país lo que hace que las carreteras sean infraestructuras importantes en el desarrollo económico, cultural y tecnológico; sin embargo, en su gran parte los pavimentos fueron construidos con mezclas asfálticas que muchas veces no dan cumplimiento a los parámetros técnicos, por eso se dan mayormente fallas en el pavimento flexible como fisuras, ahuellamiento, envejecimiento prematuro y demás fallas lo que hace que reduzca su durabilidad. Esto genera que las vías se encuentran en mal estado y muchas de ellas sin asfaltar y sin mantenimiento.

En junio del 2021, el flujo vehicular ha incrementado en 47.7% en comparación al igual mes del 2020, asociándose a la reanudación de actividades económicas que fueron restringidas por la pandemia mundial. INEI (2021)

A nivel distrital, en su mayoría existen pistas de pavimento flexible; gran parte de ellas se encuentran en mal estado por diversos motivos, pero un motivo en específico es la eficacia de los materiales y la mala praxis del proceso constructivo, por ende, no llega a alcanzar el tiempo de vida útil establecido.

Durante el proceso de producción del asfalto el gas nocivo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se libera a la atmósfera, provocando una grave amenaza para el medio

ambiente; es por eso que, se busca desarrollar nuevos materiales que sean respetuosos con el medio ambiente utilizando materiales de desecho como materias prima alternativas, se planteó modificar el asfalto sustituyendo porcentajes del ligante asfáltico con diversos porcentajes de melaza residual de caña de azúcar (5%, 10%, 15% y 20%) con la finalidad de que se refuercen sus propiedades y esto se refleje en la durabilidad. Esta mezcla asfáltica modificada no solo se puede utilizar para diseñar nuevas carreteras, sino que también para el mantenimiento de las mismas.

Por lo expuesto, las preguntas que encaminan al proyecto de investigación son: ¿De qué manera influye la sustitución de porcentajes de ligante asfáltico por melaza residual de caña de azúcar en las propiedades físicas y mecánicas del asfalto?; en cuanto a las específicas se formularon las siguientes: ¿Cuál es el desempeño del ligante asfáltico modificado al 5%, 10%, 15% y 20% por melaza residual de caña?, ¿Cuál es la diferencias de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica convencional y de las mezclas asfálticas modificadas?, ¿Cuál es el análisis de precios comparativo entre la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada para su elaboración en una planta de asfalto?

Por tal motivo, se traza el siguiente objetivo general: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con la melaza residual de caña de azúcar; asimismo se plantearon como objetivos específicos: (a) Evaluación del desempeño del ligante asfáltico al ser modificado con melaza residual de caña de azúcar (b) Determinar las diferencias de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica convencional y de las mezclas asfálticas modificadas , (c) Elaborar un análisis de precios comparativo entre la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada para su elaboración en una planta de asfalto.

El proyecto de investigación se sustenta en una justificación teórica debido a que se incorpora conocimiento científico sobre las propiedades del asfalto modificado, las cuales contribuyen a la investigación. De igual forma, la modificación de asfalto es una novedosa propuesta de la utilización

responsable de asfaltos en la pavimentación. El propósito que se busca con la modificación de los asfaltos, es tener bitúmenes que a temperaturas superiores tengan un comportamiento más viscoso para que las deformaciones permanentes reduzcan en la carpeta asfáltica que forman parte de la capa de rodadura, es decir el ahuellamiento, por consiguiente, aumentando la rigidez.

Finalmente se busca disponer de un ligante que mejore las características adhesivas (Angulo & Duarte, 2005). En la búsqueda de un material que reúna las características del asfalto, encontramos la melaza residual de la caña de azúcar, el cual se obtiene del reciclaje en las fábricas de elaboración de azúcar aledañas a la zona. Su obtención parte del proceso de la cristalización y de evaporación, esto se repite hasta que la alta viscosidad de la melaza y el azúcar invertido ya no proporcionan una cristalización adicional. Palma García (2015).

También se detalla una justificación metodológica porque el proyecto tiene como fin determinar si propiedades del asfalto mejoran con la incorporación de un material adicional (Melaza residual de caña de azúcar); por esa razón, y a partir de los ensayos de laboratorio, se podrá comprobar si las propiedades del asfalto mejoran o no. Asimismo, este informe servirá como guía para otros investigadores que busquen desarrollar un tema referente a la preparación de mezclas asfálticas sustituyendo el ligante asfáltico por la melaza residual de caña de azúcar. Esta investigación busca que el asfalto reduzca las deformaciones permanentes (ahuellamiento), aumento de la rigidez y aumento de la elasticidad, a su vez que los investigadores y lectores tengan un sentido más racional y consciente ante la preservación y cuidado del medio ambiente.

A su vez, el proyecto comprende una justificación práctica debido a que se pretende demostrar una manera eficaz e innovadora de reutilizar la melaza residual de la caña de azúcar y de mejorar las propiedades del asfalto, la cual se implementa a la melaza residual de la caña de azúcar como ligante asfáltico dando mejor uso a los desperdicios de la misma. Del mismo modo, al aprovechar este desecho orgánico se estaría favoreciendo a la reducción de la contaminación por su incorrecto almacenamiento en botaderos informales. Finalmente comprende una justificación económica ya que la adquisición de

este desecho natural se encuentra en libre disponibilidad y a un bajo costo en comparación con el ligante asfáltico convencional. Del mismo modo, al aprovechar este desecho orgánico de la industria del azúcar se estará asistiendo a la reducción de la contaminación.

Por ello, se trazó la siguiente hipótesis: La sustitución del ligante asfáltico por la melaza residual de la caña de azúcar en 5%, 10%, 15% y 20%, aumenta significativamente las propiedades físicas y mecánicas del asfalto; del mismo modo se plasmó la hipótesis nula: La sustitución del ligante asfáltico por la melaza residual de la caña de azúcar en 5%, 10%, 15% y 20%, disminuye significativamente las propiedades físicas y mecánicas del asfalto.

## II. MARCO TEÓRICO

En cuanto al antecedente internacional: Universidad de Transportes y Comunicaciones Ho Chi Minh, Van Puch Le (2021) en su trabajo “Rendimiento de aglutinante asfáltico que contiene residuos de caña de azúcar melaza en mezcla de asfalto caliente”, tuvieron como objetivo investigar las características de desempeño del ligante asfáltico, modificado con melaza de desecho de caña de azúcar (SWM) en mezclas de CA. Este artículo presentó una metodología exploratoria. Los resultados determinaron que, a partir del efecto de cinco contenidos de melaza de desecho de caña de azúcar (SWM) de 5%, 10%, 15% y 20% en la sustitución al aglutinante base sobre las características de rendimiento de aglutinante y mezcla AC. Además, se determinó que las propiedades del SWM con el aglutinante modificado mejoró significativamente la resistencia a la formación de surcos mientras que el agrietamiento por fatiga la resistencia disminuyó ligeramente.

Hareru y Ghebrab, (2020), en el artículo de investigación “Propiedades reológicas y aplicación de betún modificado con melaza en mezcla asfáltica en caliente (HMA)”, tuvieron como finalidad establecer el efecto de la melaza con diferentes contenidos de humedad en la propiedad de la mezcla (HMA). Este artículo presentó una investigación experimental, Los resultados determinaron los efectos de la melaza en los aglutinantes de betún (BB) que contenían 5 %, 10 %, 15 % y 20 %; en la cual se utilizaron melazas con 24,9% y 5,02% en peso de agua para investigar el efecto de la humedad sobre los MMB. Además de las pruebas de aglutinante convencionales, se realizaron pruebas adicionales como la prueba de infrarrojos (FTIR), la prueba de barrido de amplitud y frecuencia, la prueba de grado de rendimiento (PG) y la prueba de recuperación de fluencia de tensión múltiple (MSCR). Los resultados indicaron que las propiedades de los MMB (Mezcla Modificada de Betún) en su mayoría mejoraron con la reducción del contenido de humedad de la melaza, pero empeoraron con el porcentaje de reemplazo de melaza. Los espectros IR muestran que el índice de carbonilo disminuyó con una cantidad creciente de melaza. El grado de control PG58 se mejoró a PG64 y PG70 cuando el aglutinante base se modificó con melaza y se envejeció con horno de película

delgada rodante (RTFO) consecutivamente. A una temperatura de 58 °C, se redujo el cumplimiento de la fluencia irrecuperable de 3,2 kPa para cada MMB (Mezcla Modificada de Betún), lo que conduce a un mejor potencial de formación de surcos. A una temperatura de 64°C, el valor de Jnr disminuyó solo para el MMB (Mezcla Modificada de Betún) que contenía 5% de melaza y luego aumentó gradualmente para el resto de los MMB (Mezcla Modificada de Betún). En general, el estudio reveló que la melaza con bajo contenido de humedad podría usarse como reemplazo parcial del betún.

Flores, Gómez y Cely, (2018), en su investigación “Caracterización física y reológica del asfalto modificado con aceite de coco”, tuvieron como objetivo principal calcular la capacidad del cemento asfáltico al modificarse con aceite de coco. Se empleó un enfoque de investigación cuantitativos en un alcance experimental, Los resultados que se obtuvieron mediante ensayos reologicos y físicos y tras variar en diferentes porcentajes, sobre las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad en relación al cemento asfáltico, el ensayo MSCR permitió demostrar que el de Bitumen modificado aumenta la manejabilidad del Asfalto al hacerse más blando, pero incrementan las deformaciones permanentes, recomienda este material para climas fríos.

Bejarano y Caicedo, (2017), en su trabajo de investigación “Análisis del comportamiento físico- mecánico de la mezcla asfáltico tipo mdc.19 con fibra natural de caña de azúcar”, analizaron una mezcla asfáltica modificada en 0.25%, 0.5%, 1% y el 3% de bagazo de caña de azúcar. Se empleó un enfoque de investigación cuantitativos en un alcance experimental. Los resultados que se obtuvieron con estos porcentajes a través de los ensayos que permitieron evidenciar que en porcentaje de 0,5% la estabilidad de la mezcla, mejoran las propiedades fisicomecánicas de mezcla asfáltica resultante.

Tahami, Arabani & Mirhosseini (2018), en su artículo de investigación “Uso de dos cenizas de biomasa como relleno en mezcla asfáltica en caliente”, tuvieron tal fin principal analizar la capacidad de utilizar dos cenizas de biomasa, que son residuos agrícolas, a saber, ceniza de cáscara de arroz (RHA) y ceniza de semilla de dátil (DSA). Este artículo presenta una investigación experimental.

Los resultados evidenciados en los porcentajes de DSA y Los RHA usados por separado en las mezclas fueron: 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, los efectos de los rellenos DSA y RHA sobre las propiedades mecánicas, se evaluaron utilizando el aparato Marshall, MQ, módulo de rigidez, huella de rueda y ensayos de fatiga por flexión en cuatro puntos, evidenció que los rellenos con DSA y RHA mostró mayor estabilidad y módulo de rigidez en comparación con el control mezcla; Además, el uso de cenizas de biomasa mejoró la sensibilidad térmica de las mezclas y la fuerza adhesiva entre el asfalto y los agregados, lo que provocó una mejora el ahuellamiento y la fatiga.

En cuanto al antecedente nacional: Ortega, (2020), en su tesis “Aceite de palma para la conservación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente expuestos a transportes prolongados en climas fríos, Huancayo 2020”, el cual determino las características físico-mecánicas de las MAC bajo la adición de diferentes porcentajes de aceite de palma. Se empleó un enfoque de investigación cuantitativos en un alcance experimental. Los resultados alcanzados a través de la valoración del procedimiento mecánico que soporta la mezcla asfáltica, determinando las propiedades como estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos, peso específico y porcentaje de vacíos en el agregado mineral, mediante la norma del MTC E 504 para el método Marshall, para cada muestra analizada sin modificar y modificada con adición del aceite de palma a distintas proporciones, mostró que las mezclas asfálticas con 3.0% de adición de aceite de palma es favorable, por lo cual se determinó las propiedades mecánicas y físicas, en cuanto a la conservación de la estabilidad, flujo y adherencia muestra un mejor comportamiento. Del mismo modo, la temperatura a trabajarse puede ser hasta 130°C.

Meza, (2019), en su trabajo de titulación, “Uso de la fibra de cabuya para el análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente – 2019”, el cual tuvo como objetivo principal determinar el uso de la fibra de cabuya con el propósito de optimizar el desempeño mecánico de la MAC. Se empleó un nivel de investigación descriptivo y exploratorio. Se obtuvo resultados a través de los ensayos de calidad de los agregados y método Marshall, el ensayo por el método Marshall se desarrolla de acuerdo a la

normativa del MTC E 504 y ASTM D 6927 donde demostró que la mezcla tradicional y la mezcla con fibra de cabuya funcionan con los parámetros de diseño.

Farfán & Flores, (2019), en su trabajo de investigación, “Análisis Y Propuesta De Carpeta Asfáltica Con La Tecnología (S.M.A) Modificada Con Fibra Natural De Caña De Azúcar, Cusco 2018”, tuvieron como objetivo general evaluar comparativamente las características mecánico - físicas de una mezcla asfáltica modificada con fibra de celulosa comercial con una mezcla asfáltica modificada con fibra natural de caña de azúcar. Se empleó un nivel de investigación descriptivo y correlacional. Los resultados demuestran que ambas mezclas asfálticas muestran propiedades físico-mecánicas similares, con valores de %Va de 4.07%, %VMA de 17.58% y %VCAMEZCLA de 37.76% < VCADRC de 41.85; para una mezcla asfáltica con Fibra de Celulosa comercial como agente estabilizante; como valores de %Va de 4.175%, %VMA de 17.674% y %VCA MEZCLA de 37.834% < VCADRC de 41.85; para una mezcla asfáltica SMA con fibra natural de caña de azúcar.

Gutiérrez, (2019); en su tesis “Diseño de mezcla asfáltica con la incorporación de látex natural, vía expresa San Sebastián - Cusco – 2019”, tuvo como objetivo evaluar una mezcla asfáltica con la incorporación de látex natural en la vía expresa San Sebastián Cusco. Se empleó un nivel de investigación correlacional - causal. Los resultados demostraron que la adición de 1.0% de polvo de caucho en la MAC, influye en 85%,87% en valores de estabilidad y flujo a la convencional respectivamente; Y la incorporación de 1.0% de (ACP) en la MAC, influye en 131%, 48% en valores de estabilidad y flujo con respecto a la mezcla adicional. Dichos porcentajes son las más óptimas para el proceso de esta investigación, cabe recalcar que el 0.5% de ACP influye en 57% en estabilidad, y una disminución del -1.67% para el flujo. Por lo tanto, se concluyó que el diseño MAILN es favorable para el asfalto.

Romero, (2018), en su tesis “Estudio De La Influencia De La Adición De Neumático Reciclado En Mezclas Asfálticas En Caliente, En La Ciudad De Juliaca”, tuvo como objetivo principal plantear una MAC con una calidad óptima

respecto a una mezcla asfáltica en caliente tradicional, considerando que no genere mayor costo. utilizó el método Marshall. Se empleó un nivel de investigación explicativo con un enfoque cuantitativo en un tipo de investigación experimental. Se demostró que la adición a la mezcla asfáltica en porcentaje de caucho reciclado de 0.5%, mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente tradicional, reduciendo su rigidez en un 20.9% y efectuando los parámetros de la normativa EG-2013.

En cuanto a antecedentes locales: Escalante & Infantes, (2019), en su tesis titulada, “Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote, 2019”, tuvieron como objetivo analizar la influencia de los residuos plásticos (polietileno) en las propiedades de la mezcla asfáltica. En su metodología se empleó el tipo de investigación aplicada y el diseño de investigación fue experimental. Los resultados evidenciaron que al realizar la comparación con MAC patrón y MAC con polietileno, mejora notablemente sus propiedades físicas y mecánicas logrando disminuir así fallas comunes en pavimentos flexibles provocados por las consecuencias del clima y tráfico de cargas pesadas.

Salazar, (2019), en su trabajo de investigación denominada, “Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento mecánico en las propiedades de las MAC adicionándole caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional. La metodología realizada fue no experimental – correlacional. Se evidenció que las briquetas al someterlas mediante el ensayo por el Método Marshall según (AASHTO T-245, ASTM D-1559) precisan la estabilidad y flujo a través de gráficos en el software Excel, donde se pudo observar que al adicionarle caucho como un agregado más, mejoró su estabilidad y flujo.

Castro & León, (2019), en su tesis “Influencia de la Adición de Caucho Reciclado en las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Caliente para la Avenida Pacífico – Tramo Óvalo La Familia – Nuevo Chimbote - 2019”, tuvieron como objetivo principal evaluar la influencia de la adición de caucho reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de la MAC para la

Avenida Pacífico – Tramo Óvalo La Familia – Nuevo Chimbote – 2019. La metodología realizada fue bajo un diseño de investigación experimental – correlacional. Los resultados muestran que la mezcla asfáltica con el 16% de adición tienen mejores propiedades mas no hay diferencias favorables con la mezcla patrón.

Castillo, (2019), en su tesis denominada “Resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente con adición de un 11 % por cenizas de cáscara de arroz”, tuvo como objetivo estipular la resistencia a la deformación de diseño de MAC usando 11% de cenizas de cáscara de arroz en comparación con un diseño de mezcla asfáltica convencional. La metodología realizada fue bajo una investigación experimental – aplicada. Se determinó que para conseguir la resistencia a la deformación de la MAC se evaluará por medio del método Marshall donde se manejó diferentes dosificaciones de asfalto de 4%, 4,5%, 5% y 5.5% para 3 muestras de cada porcentaje de asfalto en cada briqueta tanto patrón como modificada, se llegó a la conclusión que la mezcla asfáltica con cenizas de cascara de arroz disminuye la deformación logrando que el pavimento sea más estable.

Saavedra & Ipanaqué, (2018), en su tesis titulada, “Influencia del polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico por el método Marshall - 2018”, tuvieron como propósito evaluar la adición del polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico. La metodología realizada fue bajo un diseño de investigación no experimental – aplicada. Los resultados al realizar la comparación de la adición de polímeros polipropileno a la mezcla asfáltica convencional, incrementa sus propiedades físicas y mecánicas notablemente, así como también disminuyen fallas frecuentes en pavimentos flexibles emanados por las secuelas del clima y tráfico de cargas pesadas.

Los modificadores de asfalto se pueden clasificar según sus propósitos en la mezcla. Pueden endurecer el aglutinante a altas temperaturas para disminuir los problemas de ahuellamiento, suavizar los aglutinantes para mejorar la tolerancia a la deformación a bajas temperaturas y mejorar la resistencia a la fatiga, entre muchas otras habilidades. Estos modificadores también pueden

ser cargas, fibras, polímeros, elastómeros, desechos y/o combinaciones de estos. (Loaiza, García, & Colorado, 2018).

La melaza se manipula en muchas áreas de la industria debido a sus excelentes propiedades aglutinantes no contaminantes. Tiene la ventaja sobre otros aglutinantes como el alquitrán y los sulfonatos de lignina, ya que no produce una emisión tóxica en la combustión y es mucho más seguro para el medio ambiente. Además, como líquido, es fácil de manejar e incorporar en varios procesos de fabricación. Gemechu, Palani (2018, p.1)

Según investigaciones internacionales el efecto del uso de melaza como modificador de betún en MAC se ha concluido que el contenido de agua de la melaza tiene un efecto directo sobre las propiedades del aglutinante modificado de la melaza; Las propiedades del aglutinante se ven afectadas negativamente por el aumento en el contenido de humedad de la melaza; sin embargo, a bajas temperaturas, el módulo de cizallamiento complejo de los aglutinantes modificados de la melaza aumentó con el aumento en el contenido de melaza. Por lo tanto, a altas temperaturas, el cortante complejo módulo disminuido y se ha mejorado la resistencia al ahuellamiento del ligante.

El asfalto es un bitumen obtenido del petróleo compuesto por resina, aceites y asfáltenos elementos que otorgan propiedades de ductilidad, consistencia y aglutinación, están constituidos en gran parte por hidrocarburos que a temperatura ambiente son de consistencia semisólida, a medida que su temperatura incrementa pueden ser más fluidos. Monsalve, Giraldo, Maya (2014, p.116).

Las mezclas asfálticas es el material de mayor demanda en la construcción de carreteras. (Valdés, Miro & Martínez,2015), es un material oscuro de consistencia amplia, que a temperaturas normales son entre sólido y semisólido; al calentarse lo necesario el ligante se ablanda y se transforma a estado líquido, cuando el asfalto se calienta a temperaturas altas se adhiere a los fragmentos del agregado formando una mezcla bituminosa.

Las propiedades del asfalto son:

Las propiedades químicas del asfalto están constituidas por diversos hidrocarburos (moléculas de carbono e hidrogeno), nitrógeno, algunas tazas de azufre y demás elementos. Cuando el asfalto se disuelve con el Heptano logra dividirse en máltenos y asfáltenos (Asphalt Institute, 1982).

Las características Físicas del asfalto, que son principalmente relevantes para el diseño, ejecución y mantenimiento, consisten en: Durabilidad, consistencia, viscosidad, susceptibilidad térmica, adhesión y cohesión, endurecimiento y envejecimiento (Asphalt Institute, 1982).

Para elaboración del asfalto, el petróleo crudo es refinado por destilación. Es en este proceso donde diversas fracciones se separan de los no refinados. Existen varias formas de destilación las cuales son: Destilación primaria, destilación al vacío y desasfaltización con propano o butano.

En las mezclas MAC, los agregados generalmente constituyen alrededor del 95 % de la masa total y brindan la mayor parte de la deformación y resistencia a la fatiga. Por lo tanto, las propiedades de los agregados son fundamentales para los HMA de calidad. Kate (2019, p. 621)

Las mezclas asfálticas, se componen fundamentalmente de ligante asfáltico, filler mineral y agregados minerales gruesos y finos. Los distintos materiales son graduados por igual y mezclados en porcentajes tales, que la mezcla cumpla los parámetros de gradación para el tipo de mezcla. A esto se le deberá añadir el ligante asfáltico dentro de los límites porcentuales (MTC EG, 2013).

Los Materiales:

Agregado grueso, agregado fino y filler mineral

Estos deben cumplir los parámetros dados por las normas peruanas "Especificación técnica MTC EG -2013 / Sección 423"

## Cemento Asfáltico.

Este material a utilizar en las MAC será catalogado por la viscosidad y por el grado de penetración. Su uso se realizará según las condiciones climáticas de la zona (MTC EG, 2013).

El ligante asfáltico debe tener características uniformes, libre de agua y al calentarse a una temperatura 175 °C no deben formar espuma. Las mezclas asfálticas pueden modificarse mediante aditivos como mejoradores de adherencia o agentes rejuvenecedores (MTC EG, 2013).

Un fenómeno que afecta a la capacidad adhesiva de un ligante es el envejecimiento. Este proceso se caracteriza por un endurecimiento del ligante debido a un proceso de oxidación. Lu & Isacson (2002)

## Ensayos Al Cemento Asfáltico

- Viscosidad Absoluta

Se determina por el comportamiento del flujo y puede utilizarse para parámetros específicos de asfaltos líquidos, semisólidos o sólidos. solo se aplica cuando se tenga materiales con viscosidades entre 0,0036 y 200.00 Poises (MTC-E 308, 2000, pág. 1).

- Viscosidad Cinemática

Es la relación entre la viscosidad absoluta y la densidad de un líquido, se mide utilizando un viscosímetro de tubo capilar (MTC-E 310, 2000, pág. 1).

- Punto De Inflamación Y Combustión

Este ensayo determina el punto de inflamación y llama, para este ensayo se incrementa rápidamente la temperatura inicial y luego continuo y lenta, mientras que se acerca a la ignición. Se toma como inflamación a la temperatura más baja que incendian los vapores que se encuentran encima de la superficie del líquido, luego hasta donde la llama que el aceite se queme por lo menos durante 5 segundos, se toma como punto de llama (MTC-E 303, 2000, pág. 1).

- Índice De Penetración

En esta técnica la aguja entra en un espécimen de asfalto en situaciones definidas de carga, tiempo y temperatura; la cual se define como la distancia, expresada en decimas de milímetros (dmm) hasta la cual penetra verticalmente en el material. Se ensaya a una temperatura de 25 °C durante 5 segundos con una carga móvil, incluida la aguja de 100 g (MTC-E 304, 200, pág.1).

- Ensayo Para La Determinación Del Punto De Ablandamiento Del Asfalto

Para este ensayo el asfalto es introducido en un anillo de bronce y sobre esta es colocada una bola de acero, se calientan en un baño líquido a una velocidad controlada, luego los discos se ablandan lo adecuado, que generando que cada bola cubierta de material asfáltico caiga desde una distancia de 1 pulgada, el punto de ablandamiento es finalmente el valor promedio de las temperaturas (MTC-E 307, 200, pág.1).

- Ensayo De Ductilidad

Este ensayo se utiliza para establecer la ductilidad de materiales asfálticos de consistencia sólida y semisólida, para este ensayo una probeta de material asfáltico es sometida a una prueba de tracción (MTC-E 306, 200, pág.1).

Las propiedades de adherencia y cohesión de los ligantes asfálticos en las mezclas asfálticas son básicas y esenciales para el correcto funcionamiento y durabilidad de las estructuras de pavimentos flexibles. Airey (2011).

#### Diseño De Mezclas Asfálticas En Caliente

Está conformado por ligante asfáltico, filler mineral que puede ser cemento portland o cal, agregado grueso y agregado fino. Para el diseño es muy importante tomar en cuenta la calidad que deben tener los agregados respecto a la dureza, gradación, forma, etc.; y cemento asfáltico respecto a su durabilidad, consistencia, susceptibilidad térmica, etc. (MC-05, 2014, pág. 114).

Propiedades en el diseño de mezclas.

- Estabilidad

La estabilidad depende de la cohesión y fricción interna. La cohesión depende de la cantidad de asfalto y la fricción de la forma, granulometría, etc.; así como

también de la densidad de la mezcla. La estabilidad en un asfalto bajo las condiciones de carga del tránsito tiene la capacidad de resistir deformaciones y desplazamientos (Menéndez, 2012).

- Resistencia a la deformación

La deformación que la mezcla asfáltica, es evaluada en base al ensayo de estabilidad y flujo. También corresponde, esencialmente, a las características del agregado mineral, en tanto que el ligante asfáltico tiene la propiedad de conglomerar los agregados. El ligante tiene relación directa con la temperatura a la que se expone la mezcla asfáltica incrementando la probabilidad de causar deformaciones en la capa de rodadura.

- Requerimientos de la mezcla asfáltica

Las mezclas asfálticas deben cumplir con los parámetros dados en la norma.

**Tabla N°01:** Requisitos para mezcla de concreto asfáltico en caliente

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
<b>Marshall MTC E 504</b>			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
<b>Inmersión – Compresión (MTC E 518)</b>			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

**Fuente:** Manual de Carreteras EG-2013

### **III. METODOLOGÍA**

El método de investigación es cuantitativo, de nivel exploratorio porque la finalidad es estudiar un ámbito de investigación apenas ensayado, que se tiene incertidumbre o no ha sido muy explorado, por lo que el mecanismo de verificación de hipótesis se demuestra en el análisis estadístico y cálculos numéricas, para determinar estándares de comportamiento y probar teorías.

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

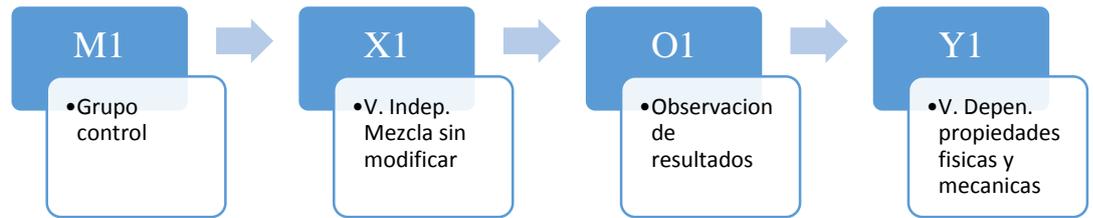
Este tipo de investigación, según el desarrollo es aplicada, ya que la investigación está encaminada a conseguir conocimientos nuevos, empleado a brindar soluciones a fin de conocer las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con la melaza residual de la caña de azúcar en el ligante asfáltico.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

Para la investigación el diseño que se utilizó es el experimental, se realizó el experimento a fin de conocer y analizar si la variable independiente afecta a las variables dependientes (Kirk, 2012 y Montgomery, 2012).

Se requiere el manejo intencional del experimento para estudiar sus posibles resultados. En el proceso de la investigación, se visualizará los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica modificada con la melaza residual de la caña de azúcar en el ligante asfáltico en diferentes porcentajes.

El esquema será el siguiente:



Dónde:

- M1: Grupo Control, muestra de MAC
- X1: Diseño de mezcla asfáltica modificada en 5%, 10%, 15% y 20% con melaza residual de caña de azúcar.
- O1: Observaciones plasmadas por dicha muestra, los resultados se mostrarán en la guía del laboratorio.
- Y1: Variable dependiente, propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente.

### 3.2. Variables y operacionalización

Hernández, Fernández & Baptista (2007, p. 10) indican los parámetros que deben desempeñar. Primero las variables independientes se manejan de manera intencional. Por lo que se concluye que un ensayo se lleva a cabo para estudiar si las variables dependientes son afectadas por una o más variables independientes, que puede variar y cuya variación es medible.

Precisan que, la operacionalización tiene dos grandes objetivos, siendo el primero de ellos: Consignar los instrumentos de medida necesarios para revelar resultados, y de esa manera convertir en los indicadores en elementos contables y el segundo facilitar el proceso de la construcción de índices (Reguant y Martínez, 2014, p. 3).

En este proyecto de investigación se identificarán dos tipos de variables, siendo “Melaza residual de caña de azúcar” la independiente y “Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas” la dependiente.

**Tabla N°02:** Operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Dosificaciones de Melaza residual de la caña de azúcar	La melaza compone una de las fuentes de carbohidratos más usados por su contenido de azúcares solubles las cuales aumentan un rápido crecimiento de las bacterias, microorganismos del suelo. Su característica fundamental es como adherente, también es un neutralizador (PROBIOLSUR, 2018).	Las dosificaciones de melaza residual de caña de azúcar que serán utilizadas para sustituir el ligante asfáltico por la vía húmeda.	Dosificación con sustitución de 5%, 10%, 15% y 20% de melaza residual de caña de azúcar en el ligante	Porcentaje en peso de la melaza residual de la caña de azúcar	Razón
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Propiedades físicas y mecánicas de las mezcla asfáltica	La buena calidad de las mezclas MAC funciona bien debido a que son diseñadas, elaboradas y aplicadas de tal manera que se logra obtener los parámetros deseados. Las características que aportan a la buena calidad de pavimentos de MAC. Las cuales son estabilidad, durabilidad, impermeabilidad, trabajabilidad, flexibilidad, resistencia a la fatiga y resistencia al deslizamiento. (Menéndez, 2012).	Se realizó la sustitución de melaza residual de caña de azúcar al ligante asfáltico en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%, para luego realizar el diseño de mezcla y ensayar las briquetas por el método Marshall.	Propiedades físicas y mecánicas	Viscosidad Penetración Ductilidad Punto de inflamación Punto de ablandamiento Estabilidad Flujo Vacíos de agregado mineral Vacíos llenos con asfalto	Razón Intervalo Razón Razón Razón Intervalo Intervalo Razón Razón

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

#### 3.3.1. Población

Para la investigación y análisis de las características físico-mecánicas de las mezcla asfáltica que contienen diferentes porcentajes correspondiente a melaza residual de caña de azúcar en el ligante asfáltico, se elaboró el control de calidad del asfalto modificado para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20 % y se elaboraron cuerpos de prueba para el diseño de mezcla asfáltica y así determinar el porcentaje óptimo de asfalto cada porcentaje, con el propósito de elaborar los ensayos requeridos, tanto para diseño como para la determinación de los parámetros que tienen cada una de ellas.

Para el estudio de las propiedades físico-mecánicas de las mezclas se contarán con 5 briquetas para el diseño de mezcla por cada porcentaje de contenido de asfalto y 5 briquetas por cada uno de los porcentajes de melaza residual de caña de azúcar, teniendo un total de 40 briquetas.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra a estudiar está contemplada por la misma población anteriormente descrita debido a la cantidad de muestras a ensayar, que contempla un total de 20 ensayos de control de calidad del CA para los diferentes porcentajes de melaza y 40 núcleos para el ensayo Marshall.

**Tabla N°03:** Cantidad de muestra a ensayar

ENSAYOS	Cant. De muestra	5%, 10%, 15% y 20% de melaza	Total
Punto de ablandamiento (ASTM D-36)	1	4	4
Penetración (ASTM D-5)	1	4	4
Ductilidad (ASTM D-113)	1	4	4
Viscosidad Saybolt Furol (ASTM D-88)	1	4	4
Punto de Inflamación (ASTM D-92)	1	4	4
Diseño de mezcla MAC (ASTM D 6927)	20	0	20
Núcleos con Asfalto Modificado (ASTM D 6927)	5	4	20

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3.3. Muestreo**

El método a utilizarse es el No Probabilístico donde la población es la misma que la muestra las cuales son reducidas y controlables, esta alternativa es elegida porque se ensayaran todas las briquetas.

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

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

Análisis de documentos: Se empleará esta técnica para conseguir información a partir de documentos que contienen parámetros de diseño e información estándar.

Observación: Se obtendrán los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de las muestras a ensayar.

### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Revisión de Documentos: Se utilizará la normativa del MTC, la cual establece la metodología y los parámetros apropiados para llevar a cabo los ensayos de laboratorio.

Observación: Se emplearon los formatos de laboratorio para completar los datos de cada ensayo que se realizará.

Validación: Mediante la aplicación de las pruebas de laboratorio se obtendrá respuestas en función a los formatos establecidos según la normativa que nos permitirá dar validez después de haber sido contrastados con otras fuentes teóricas.

Confiabledad: Todos los ensayos a realizar en este trabajo de investigación, son confiables en base que la muestra de la población sea real, se cuente con un buen laboratorio para recolección de datos lo que nos da la confianza en la autenticidad de los resultados.

## **3.5. Procedimientos**

Plan de análisis estadístico de datos.

Se toma como guía la norma MTC E 504, el porcentaje óptimo de asfalto (necesario en una mezcla asfáltica en caliente, se obtiene ensayando diferentes contenidos de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar (5%, 10%, 15%, 20% y 25%), de tal manera que los resultados puedan arrojar los porcentajes óptimos. Se realizarán 5 briquetas para cada porcentaje de asfalto modificado y 5 para la muestra patrón con mezcla asfáltica tradicional.

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

Para este proyecto de investigación, la recolección de datos implica una observación sistemática del objeto de estudio y se apoyará de hojas de cálculos de Excel para la forma estadística, con representación de:

- Tablas de distribución de frecuencias.
- Medidas estadísticas como promedio, varianza y desviación estándar.
- Gráficos estadísticos y barras para los resultados obtenidos en la observación.

### **3.7. Aspectos éticos**

En la investigación la ética puede considerarse de tipo aplicada o práctica, es decir, determinar problemas no simplemente de forma generales, sino también de específicos que podrían aflorar en el proceso de investigación (Alejos, Icaza y Salazar, 2018, párr. 7).

Los aspectos éticos que conducen el proyecto de investigación serán los siguientes:

**Autonomía:** La investigación será con el consentimiento y aprobación de los participantes de la misma sin sujetarlos a permanencia obligatoria.

**Beneficencia:** Debido a la crisis sanitaria, se optará por adicionar protocolos de seguridad correspondientes para la realización de los ensayos, que constará de alcohol suministrado antes y después de cada intervención, respetando la distancia mínima de 1.5 m entre los presentes.

**Cuidado del medio ambiente y biodiversidad:** El material que se empleará se obtendrá mediante la recolección en botaderos.

Integridad humana: El proyecto de investigación será destinado en su totalidad a beneficiar a los pobladores mediante una opción de mejora en la construcción.

Libertad: La investigación se desarrollará de forma objetiva, sin considerar conveniencias ni beneficios propios.

Probidad: Los investigadores desarrollarán los ensayos de manera transparente, de modo que toda la información que se recopile será obtenida fielmente.

Respeto de la propiedad intelectual: Al momento que se emplee material de terceras personas, se citará y referenciará debidamente, así como también su propiedad intelectual se parafraseará para evitar indicios de plagio.

Responsabilidad: La investigación al ser orientada al bien común, será inevitablemente divulgada y se asumirá toda la responsabilidad que origine.

Transparencia: El proyecto se subirá a la red para libre visualización y posterior uso; previamente evaluado por el turnitin su integridad investigativa.

Para la elaboración del proyecto de investigación será necesario contemplar diversos aspectos éticos que demuestren el compromiso adoptado por parte de los investigadores hacia la sociedad e interés público, siguiendo los códigos de ética proporcionados por la Universidad Cesar Vallejo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Objetivo Especifico N°01: Evaluación del desempeño del ligante asfáltico al ser modificado con melaza residual de caña de azúcar.

**Tabla N°04:** Modificación de asfalto 60/70 con 5.0 % de melaza

<b>Modificación de asfalto 60/70 con 5.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>				
<b>1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).</b>	<b>N.° 1</b>	<b>N.° 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>
Punto de ablandamiento	52	52	<b>52</b>	°C
<b>1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).</b>				
Penetración (5s; 25°C)	57	59	<b>58</b>	dmm
<b>1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)</b>				
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	56	58	<b>57</b>	cm
<b>1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-4402).</b>				
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	201	203	<b>202</b>	ssf
<b>1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).</b>				
Punto de Inflamación	280	280	<b>280</b>	°C

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

#### **Interpretación:**

- El punto ablandamiento utilizando la norma ASTM D 36-06 se aplicó a diferentes muestras en la cual se obtiene como resultado que al incorporar el 5% de melaza residual de la caña de azúcar el punto de ablandamiento promedio es de 52°C, cumple con lo indicado en la norma para el cemento asfalto PEN 60/70.
- Según la norma AASHTO T-49 en la especificación de asfalto convencional PEN 60/70 indica un rango min de 60dmm y un máximo de 70dmm, al ensayar la penetración de los diferentes especímenes se logra como resultado al incorporar el 5% de melaza residual de la caña de azúcar obtenemos la penetración promedio de 58dmm, con respecto a los parámetros establecidos no cumple con la normativa.
- Para ensayo de ductilidad con la norma ASTM D-113 realizado al asfalto modificado se obtiene al incorporar el 5% de melaza residual de la caña de azúcar la ductilidad promedio de 57cm, no se encuentra dentro de los establecido por las especificaciones de dicha normativa.

- Para la Viscosidad Saybolt furol con la norma del ASTM D-88 realizada a la muestra de asfalto modificado, se obtiene como resultado al incorporar el 5% de melaza residual de caña de azúcar la viscosidad promedio de 202ssf, si cumple con la normativa.
- Para el punto de inflamación con la norma ASTM D-92 realizada a la muestra de asfalto modificado, obtenemos que al incorporar el 5% de melaza residual de la caña de azúcar se tiene un resultado de 280°C.

**Tabla N°05:** Modificación de asfalto 60/70 con 10.0 % de melaza

<b>Modificación de asfalto 60/70 con 10.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>				
<b>1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).</b>	<b>N.° 1</b>	<b>N.° 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>
Punto de ablandamiento	54	54	<b>54</b>	°C
<b>1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).</b>				
Penetración (5s; 25°C)	55	55	<b>55</b>	dmm
<b>1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)</b>				
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	51	53	<b>52</b>	cm
<b>1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-4402).</b>				
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	210	211	<b>211</b>	ssf
<b>1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).</b>				
Punto de Inflamación	283	283	<b>283</b>	°C

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Para el ensayo de punto de ablandamiento utilizando la norma ASTM D 36-06 se aplicó a diferentes muestras en la cual se obtiene como resultado que al incorporar el 10% de melaza residual de la caña de azúcar tiene un punto de ablandamiento promedio de 54°C, cumple con lo indicado en la norma para el cemento asfalto PEN 60/70.
- Según la norma AASHTO T-49 en la especificación de asfalto convencional PEN 60/70 indica un rango min de 60dmm y un máximo de 70dmm, al ensayar la penetración de los diferentes especímenes se obtiene como resultado al incorporar el 10% de melaza residual de la caña de azúcar obtenemos la penetración promedio de 55dmm, con respecto a los parámetros establecidos no cumple con la normativa.

- Para ensayo de ductilidad con la norma ASTM D-113 realizado al asfalto modificado se obtiene al incorporar el 10% de melaza residual de la caña de azúcar la ductilidad promedio de 52cm, no se encuentra dentro de los establecido por las especificaciones de dicha normativa.
- Para la Viscosidad Saybolt furol con la norma del ASTM D-88 realizada a la muestra de asfalto modificado, se obtiene la viscosidad promedio de 211 ssf incorporando un 10% de melaza residual de caña de azúcar, si cumple con la normativa.
- El punto de inflamación con la norma ASTM D-92 realizada a la muestra de asfalto modificado, obtenemos que al incorporar el 10% de melaza residual de la caña de azúcar se obtiene un resultado de 283°C.

**Tabla N°06:** Modificación de asfalto 60/70 con 15.0 % de melaza

<b>Modificación de asfalto 60/70 con 15.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>				
<b>1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).</b>	<b>N.° 1</b>	<b>N.° 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>
Punto de ablandamiento	56	56	<b>56</b>	°C
<b>1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).</b>				
Penetración (5s; 25°C)	53	51	<b>52</b>	dmm
<b>1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)</b>				
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	45	48	<b>47</b>	cm
<b>1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-4402).</b>				
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	220	218	<b>219</b>	ssf
<b>1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).</b>				
Punto de Inflamación	285	285	<b>285</b>	°C

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Para el de ablandamiento utilizando la normativa ASTM D 36-06 se aplicó a diferentes muestras en la cual se obtiene como resultado que al incorporar el 15% de melaza residual de la caña de azúcar al incorporarlo tenemos 56°C de punto de ablandamiento promedio, cumple con lo indicado en la norma para el cemento asfalto PEN 60/70.
- De acuerdo a la norma AASHTO T-49 en las especificaciones de asfalto convencional PEN 60/70, indicando un rango mínimo de 60dmm y un rango

máximo de 70dmm, al ensayar la penetración de los diferentes especímenes se obtiene como resultado al incorporar el 15% de melaza residual de la caña de azúcar se obtiene la penetración promedio de 52dmm, con respecto a los parámetros establecidos no cumple con la normativa.

- Para ensayo de ductilidad con la norma ASTM D-113 realizado al asfalto modificado se obtiene al incorporar el 15% de melaza residual de la caña de azúcar la ductilidad promedio de 47cm, no se encuentra dentro de los establecido por las especificaciones de dicha normativa.
- Para la Viscosidad Saybolt furol con la norma del ASTM D-88 realizada a la muestra de asfalto modificado, se obtiene la viscosidad promedio de 219ssf incorporando un 15% de melaza residual de caña de azúcar, si cumple con la normativa.
- El punto de inflamación con la norma ASTM D-92 realizada a la muestra de asfalto modificado, obtenemos que al incorporar el 15% de melaza residual de la caña de azúcar se obtiene un resultado de 285°C.

**Tabla N°07:** Modificación de asfalto 60/70 con 20.0 % de melaza

<b>Modificación de asfalto 60/70 con 20.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>				
<b>1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).</b>	<b>N.º 1</b>	<b>N.º 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>
Punto de ablandamiento	57	58	<b>58</b>	°C
<b>1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).</b>				
Penetración (5s; 25°C)	50	49	<b>50</b>	dmm
<b>1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)</b>				
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	41	37	<b>39</b>	cm
<b>1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-4402).</b>				
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	230	233	<b>232</b>	ssf
<b>1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).</b>				
Punto de Inflamación	286	286	<b>286</b>	°C

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- El punto de ablandamiento utilizando la normativa ASTM D 36-06 se aplicó a diferentes muestras en la cual se obtiene como resultado que al incorporar el 20% de melaza residual de la caña de azúcar al incorporarlo tenemos

58°C de punto de ablandamiento promedio, cumple con lo indicado en la norma para el cemento asfalto PEN 60/70.

- De acuerdo a la norma AASHTO T-49 en las especificaciones de asfalto convencional PEN 60/70, indicando un rango mínimo de 60dmm y un rango máximo de 70dmm, al ensayar la penetración de los diferentes especímenes se obtiene como resultado al incorporar el 20% de melaza residual de la caña de azúcar se obtiene la penetración promedio de 50dmm, con respecto a los parámetros establecidos no cumple con la normativa.
- Para ensayo de ductilidad con la norma ASTM D-113 realizado al asfalto modificado se obtiene al incorporar el 20% de melaza residual de la caña de azúcar la ductilidad promedio de 39cm, no se encuentra dentro de los establecido por las especificaciones de dicha normativa.
- Para la Viscosidad Saybolt furol con la norma del ASTM D-88 realizada a la muestra de asfalto modificado, se obtiene la viscosidad promedio de 232ssf incorporando un 20% de melaza residual de caña de azúcar, si cumple con la normativa.
- El punto de inflamación con la norma ASTM D-92 realizada a la muestra de asfalto modificado, obtenemos que al incorporar el 20% de melaza residual de la caña de azúcar se obtiene un resultado de 286°C, si cumple con los requerimientos de la norma.

#### 4.2. Objetivo N°2: Determinar las diferencias de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica convencional y de las mezclas asfálticas modificadas

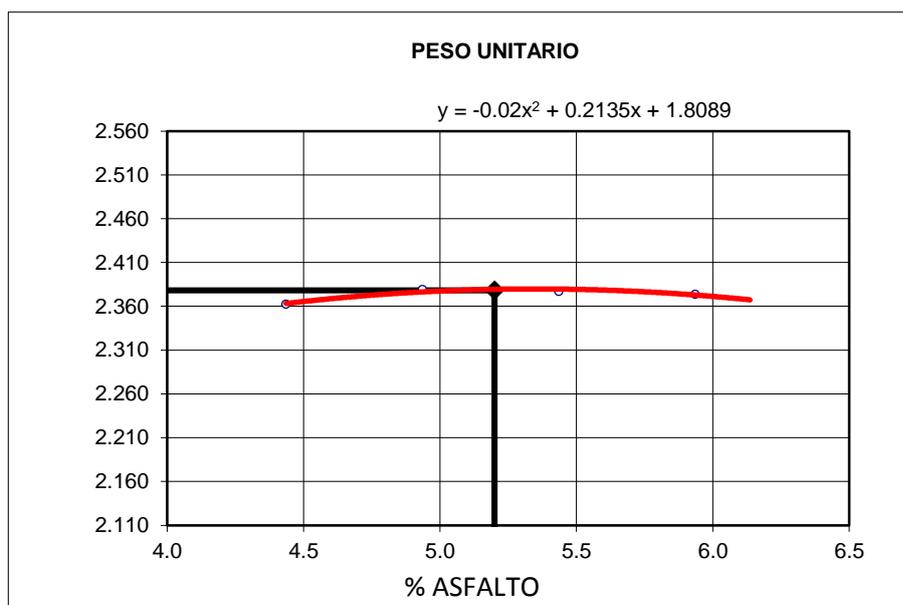
En la tabla se observa los resultados del ensayo Marshall, el porcentaje óptimo de asfalto residual utilizado es de 5.20%, que se obtuvo resultado de los vacíos, la estabilidad, flujo, peso específico y el índice de rigidez para los 75 golpes por cada cara de la muestra.

**Tabla N°08:** Ensayo Marshall con el porcentaje óptimo de asfalto

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.00	5.20	5.40	
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	2.376	2.378	2.379	
VACÍOS %	4.5	4.1	3.8	3 - 5
V.M.A. %	17.0	17.1	17.2	14
V. LL.C.A. %	72.6	74.8	77.0	
POLVO / ASFALTO %	1.4	1.3	1.3	0.6 - 1.3
FLUJO 0.01"(0.25 mm)	12.4	12.8	13.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	12.6	12.4	12.1	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4064.1	3878.7	3654.1	1700 - 4000
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Gráfico N°01:** Porcentaje de cemento asfáltico vs peso unitario

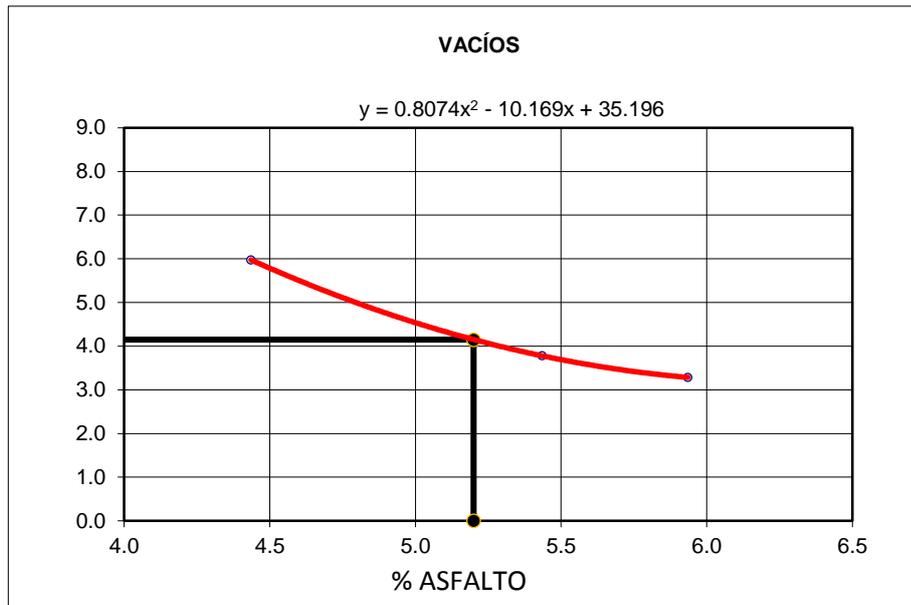


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Con 4.4% de contenido de cemento asfáltico, su peso unitario es de 2.362 kg/m<sup>3</sup>, para 4.9% de C.A. el peso unitario es 2.379 kg/m<sup>3</sup>, para 5.4% de cemento asfáltico su peso es de 2.377 kg/m<sup>3</sup> y para 5.9% de C.A. su peso unitario es 2.374 kg/m<sup>3</sup>.

**Gráfico N°02:** Porcentaje de cemento asfáltico vs porcentaje de vacíos

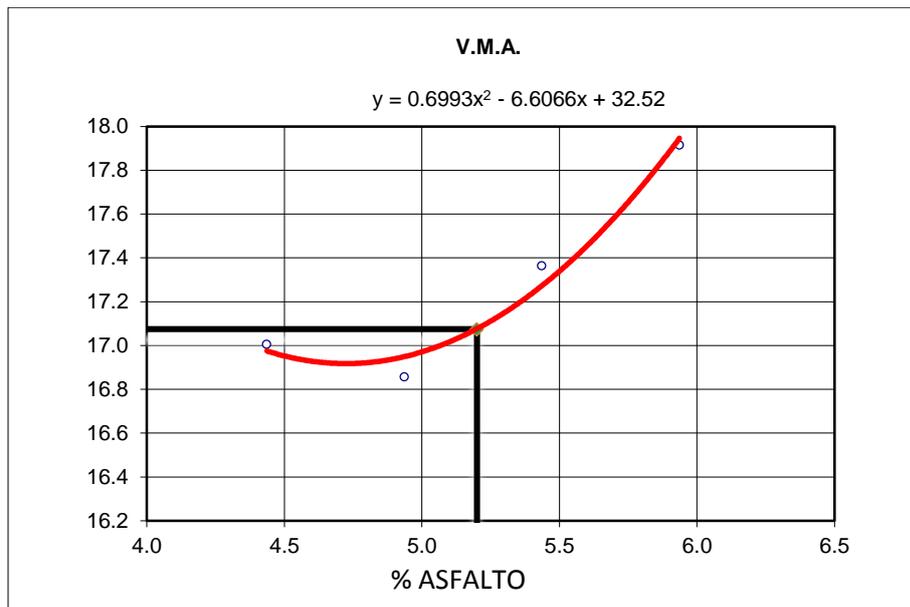


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Con 4.4% de contenido de cemento asfáltico el porcentaje de vacíos es 6.0%, para 4.9% de cemento asfáltico el porcentaje de vacíos es de 4.4%, para 5.4% de C.A. el porcentaje de vacíos es de 3.8% y en 5.9% de C.A. el porcentaje de vacíos es 3.3%.

**Gráfico N°03:** Porcentaje de cemento asfáltico vs VMA

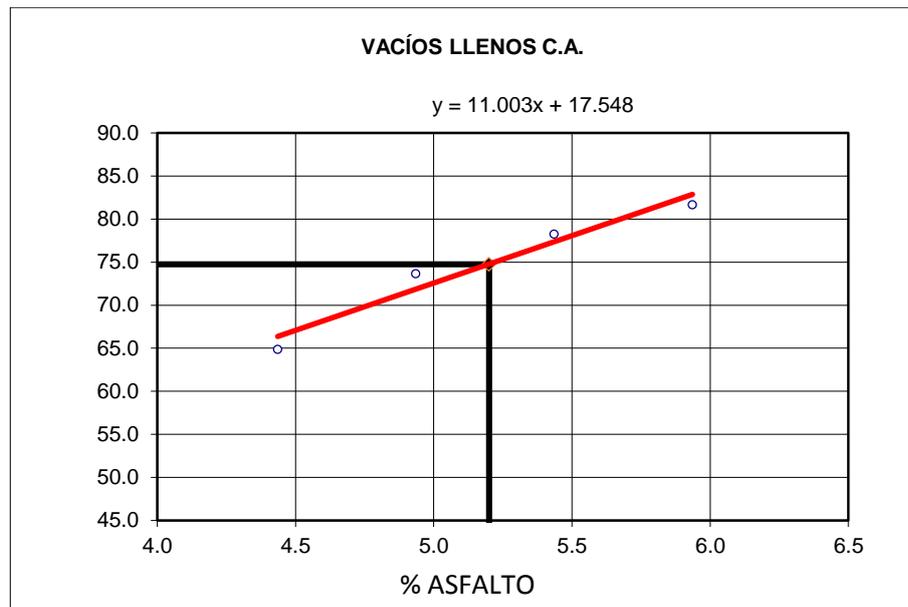


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Con 4.4% de contenido de cemento asfáltico el porcentaje de vacíos de agregado mineral es 17.0%, para 4.9% de C.A. el porcentaje de vacíos de agregado mineral es 16.9%, para 5.4% de cemento asfáltico el porcentaje de vacíos de agregado mineral es 17.4% y para 5.9% de contenido óptimo de cemento asfáltico el porcentaje de vacíos de agregado mineral es 17.9%.

**Gráfico N°04:** Porcentaje de cemento asfáltico vs vacíos llenos de C.A.

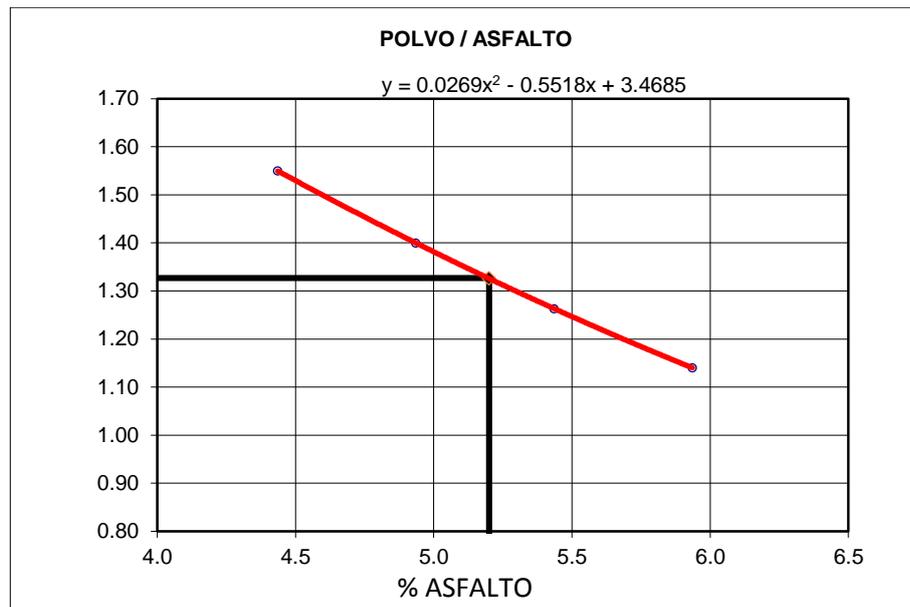


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Con 4.4% de óptimo de cemento asfáltico, el porcentaje de vacíos llenos C.A es 64.9%, para 4.9% de C.A. el porcentaje de vacíos llenos C.A es 73.6%, para 5.4% de C.A. el porcentaje de vacíos llenos C.A es 78.2% y para 5.9% de C.A. el porcentaje de vacíos llenos C.A es 81.7%.

**Gráfico N°05:** Porcentaje de cemento asfáltico vs polvo/asfalto

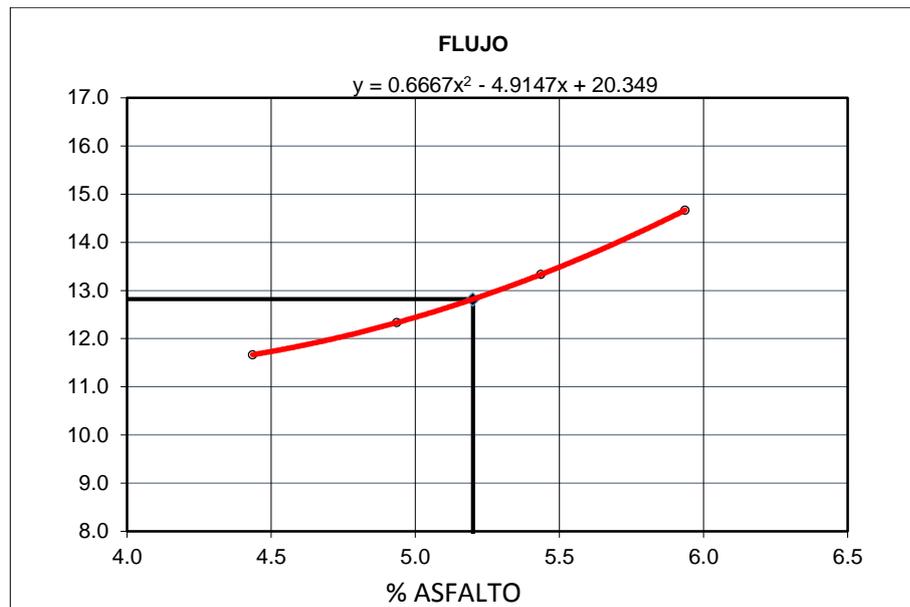


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Con 4.4% de contenido de cemento asfáltico, el porcentaje de polvo / asfalto es 1.5%, para 4.9% de C.A. el porcentaje de polvo / asfalto es 1.4%, para 5.4% de C.A. el porcentaje de polvo / asfalto es 1.3% y para 5.9% de C.A. el porcentaje de polvo / asfalto es 1.1%.

**Gráfico N°06:** Porcentaje de cemento asfáltico vs flujo

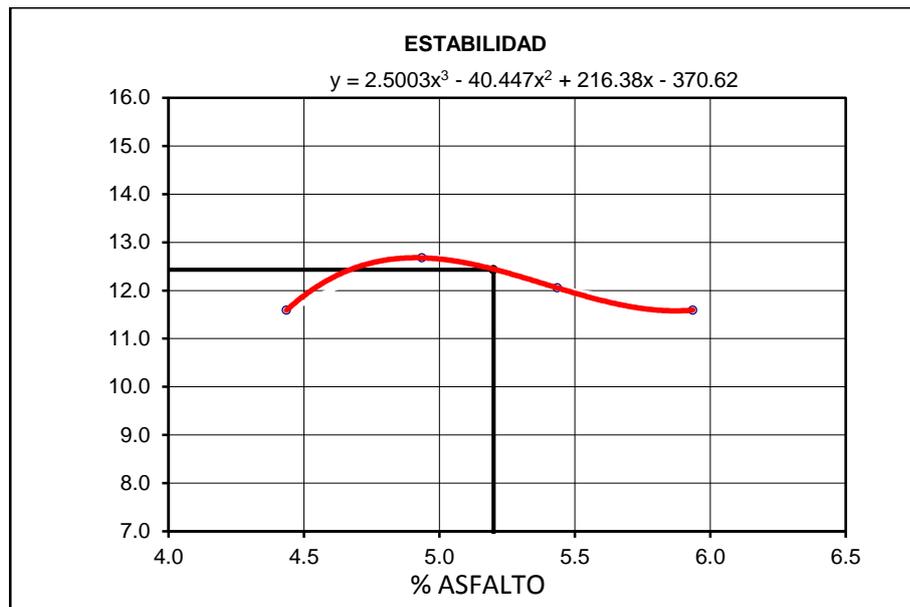


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Con 4.4% de contenido de cemento asfáltico, el flujo es de 11.7mm, para 4.9% de C.A. el flujo es 12.3mm, para 5.4% de C.A. el flujo es 13.3mm y para 5.9% de C.A. el flujo es 14.7mm.

**Gráfico N°07:** Porcentaje de cemento asfáltico vs estabilidad



**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Interpretación:**

- Para 4.4% de contenido de cemento asfáltico, la estabilidad es de 11.6KN, para 4.9% de C.A la estabilidad es 12.3KN, para 5.4% de C.A la estabilidad es 12.1KN y para 5.9% de C.A la estabilidad es 11.6KN.

**Tabla N°09:** Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 5.0% de melaza

Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 5.0 % de melaza residual de la caña de azúcar						
BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	Peso Específico Bulk de la Briqueta	2.439	2.438	2.434	<b>2.437</b>	
2	% de Vacíos (ASTM D 3203)	3.3	3.4	3.5	<b>3.4</b>	3 - 5
3	V.M.A.	15.0	15.0	15.2	<b>15.1</b>	14
4	% Vacíos llenos con C.A.	77.9	77.7	76.9	<b>77.5</b>	
5	Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.0	13.0	13.0	<b>13.3</b>	8 - 14
6	Estabilidad sin corregir (Kg)	1153	1469	1327		
7	Factor de estabilidad	1.09	1.09	1.09		
8	Estabilidad Corregida	1257	1601	1446	<b>1435</b>	MIN 815
9	Estabilidad / Flujo	3591	4927	4451	<b>4323</b>	1700 - 4000

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Esta tabla muestra los resultados empleando el método Marshall, el contenido de asfalto modificado con 5% de melaza residual de caña de azúcar,

donde se obtuvieron resultado del % de vacíos, vacíos de agregado mineral, vacíos llenos de asfalto, estabilidad y flujo.

**Tabla N°10:** Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 10.0% de melaza

Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 10.0 % de melaza residual de la caña de azúcar						
BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	Peso Específico Bulk de la Briqueta	2.437	2.437	2.444	<b>2.439</b>	
2	% de Vacíos (ASTM D 3203)	3.0	3.1	2.8	<b>3.0</b>	3 - 5
3	V.M.A.	15.1	15.1	14.8	<b>15.0</b>	14
4	% Vacíos llenos con C.A.	79.9	79.7	81.3	<b>80.3</b>	
5	Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.0	12.0	12.0	<b>12.7</b>	8 - 14
6	Estabilidad sin corregir (Kg)	1350	1373	1542		
7	Factor de estabilidad	1.09	1.09	1.09		
8	Estabilidad Corregida	1472	1497	1681	<b>1550</b>	MIN 815
9	Estabilidad / Flujo	4204	4989	5603	<b>4932</b>	1700 - 4000

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Esta tabla muestra los resultados empleando el método Marshall, el contenido de asfalto modificado con 10% de melaza residual de caña de azúcar, donde se obtuvieron resultado del % de vacíos, vacíos de agregado mineral, vacíos llenos de asfalto, estabilidad y flujo.

**Tabla N°11:** Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 15.0% de melaza

Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 15.0 % de melaza residual de la caña de azúcar						
BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	Peso Específico Bulk de la Briqueta	2.446	2.440	2.441	<b>2.443</b>	
2	% de Vacíos (ASTM D 3203)	2.6	2.8	2.8	<b>2.7</b>	3 - 5
3	V.M.A.	14.7	15.0	14.9	<b>14.9</b>	14
4	% Vacíos llenos con C.A.	82.4	81.1	81.3	<b>81.6</b>	
5	Flujo 0,01"(0,25 mm)	12.0	12.0	11.0	<b>11.7</b>	8 - 14
6	Estabilidad sin corregir (Kg)	1417	1392	1613		
7	Factor de estabilidad	1.09	1.09	1.09		
8	Estabilidad Corregida	1545	1518	1759	<b>1607</b>	MIN 815
9	Estabilidad / Flujo	5149	5059	6395	<b>5534</b>	1700 - 4000

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Esta tabla muestra los resultados empleando el método Marshall, el contenido de asfalto modificado con 15% de melaza residual de caña de azúcar,

donde se obtuvieron resultado del % de vacíos, vacíos de agregado mineral, vacíos llenos de asfalto, estabilidad y flujo.

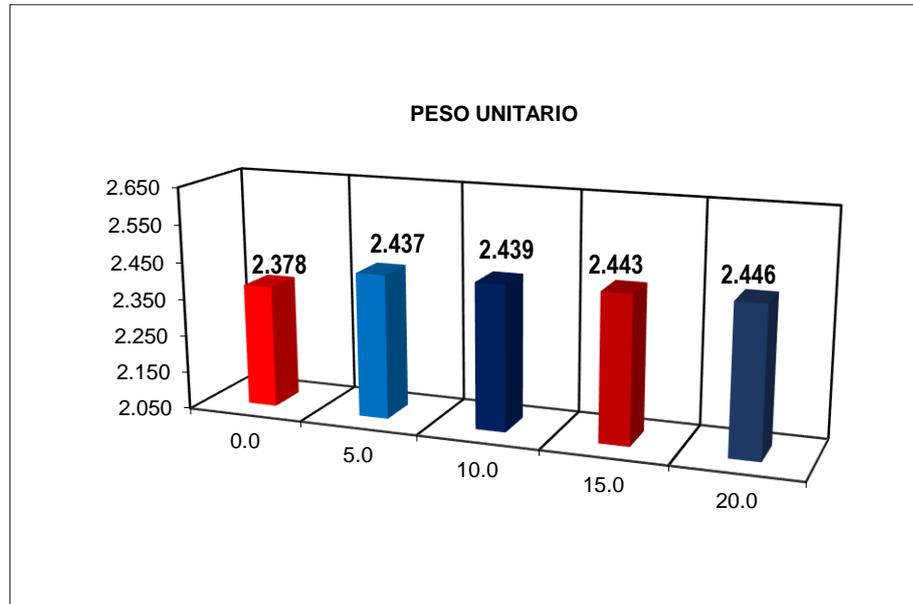
**Tabla N°12:** Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 20.0% de melaza

Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 20.0 % de melaza residual de la caña de azúcar						
BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	Peso Específico Bulk de la Briqueta	2.442	2.451	2.446	<b>2.446</b>	
2	% de Vacíos (ASTM D 3203)	2.2	1.9	2.1	<b>2.1</b>	3 - 5
3	V.M.A.	14.9	14.6	14.8	<b>14.7</b>	14
4	% Vacíos Llenos con C.A.	85.0	87.0	85.9	<b>86.0</b>	
5	Flujo 0,01"(0,25 mm)	11.0	10.0	11.0	<b>10.7</b>	8 - 14
6	Estabilidad sin corregir (Kg)	1476	1592	1689		
7	Factor de estabilidad	1.09	1.09	1.09		
8	Estabilidad Corregida	1609	1735	1841	<b>1728</b>	MIN 815
9	Estabilidad / Flujo	5850	6941	6695	<b>6495</b>	1700 - 4000

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Esta tabla muestra los resultados empleando el método Marshall, el contenido de asfalto modificado con 20% de melaza residual de caña de azúcar, donde se obtuvieron resultado del % de vacíos, vacíos de agregado mineral, vacíos llenos de asfalto, estabilidad y flujo.

**Gráfico N°08:** Comparativo de peso unitario

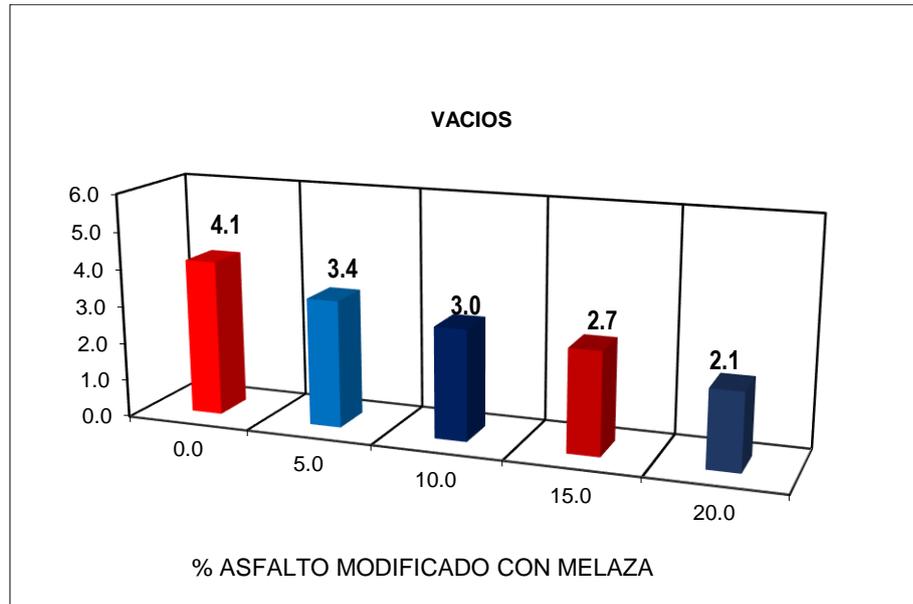


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra el peso unitario de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es de 2.378 kg/m<sup>3</sup>, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el peso unitario promedio es de 2.437 kg/m<sup>3</sup>, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el peso unitario promedio es de 2.439 kg/m<sup>3</sup>, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el peso unitario promedio es de 2.433 kg/m<sup>3</sup> y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el peso unitario promedio es de 2.446kg/m<sup>3</sup>.

**Interpretación:** El gráfico muestra que a medida que aumenta el contenido de melaza residual de caña de azúcar, aumenta el peso unitario de la briqueta, siendo esencial el peso unitario en la determinación del porcentaje de vacíos de un pavimento compactado.

**Gráfico N°09:** Comparativo de vacíos

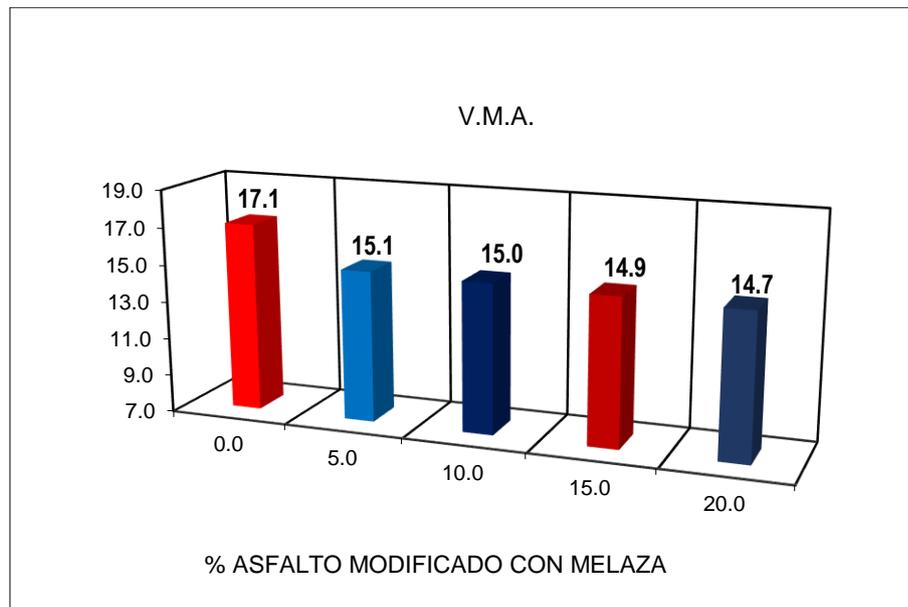


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra el porcentaje de vacíos de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es 4.1%, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos promedio es 3.4%, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos promedio es 3.0%, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos promedio es 2.7% y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos promedio es 2.1%.

**Interpretación:** El gráfico muestra que al aumentar el porcentaje de contenido melaza residual de caña de azúcar, el porcentaje de vacíos de la briqueta se reduce, haciéndola menos flexible.

**Gráfico N°10:** Comparativo de V.M.A.

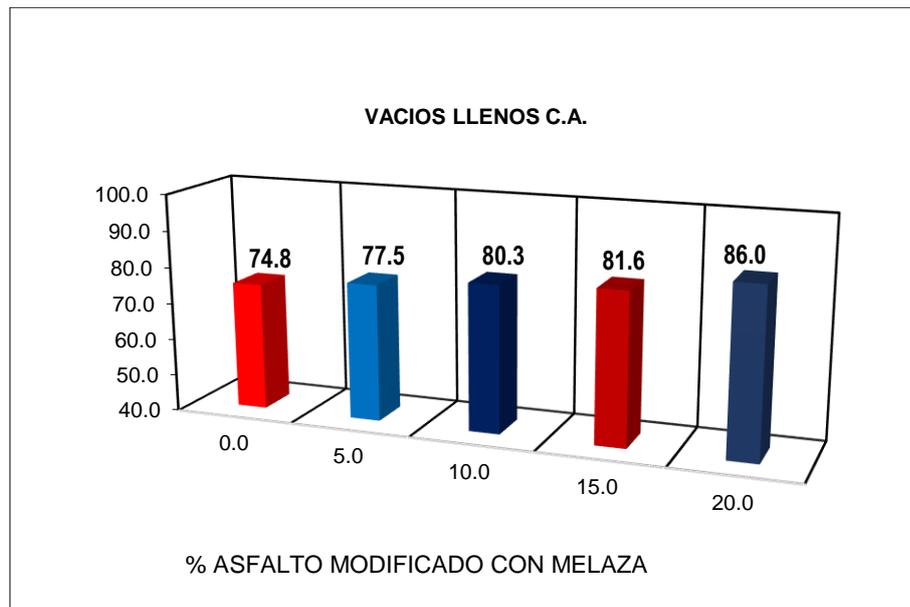


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra el porcentaje de vacíos de agregado mineral de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es 17.1%, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos de agregado mineral promedio es 15.1%, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos de agregado mineral promedio es 15.0%, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos de agregado mineral promedio es 14.9% y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos de agregado mineral promedio es 14.7%.

**Interpretación:** El gráfico muestra que conforme aumenta el contenido de melaza residual de caña de azúcar en el asfalto, el valor de vacíos de agregado mineral disminuye; sin embargo, se obtuvieron valores superiores al mínimo, por ende, se produce una película adecuada de cemento asfáltico que cubre el agregado y, por lo tanto, una mayor durabilidad para el pavimento.

**Gráfico N°11:** Comparativo de vacíos llenos de C.A.

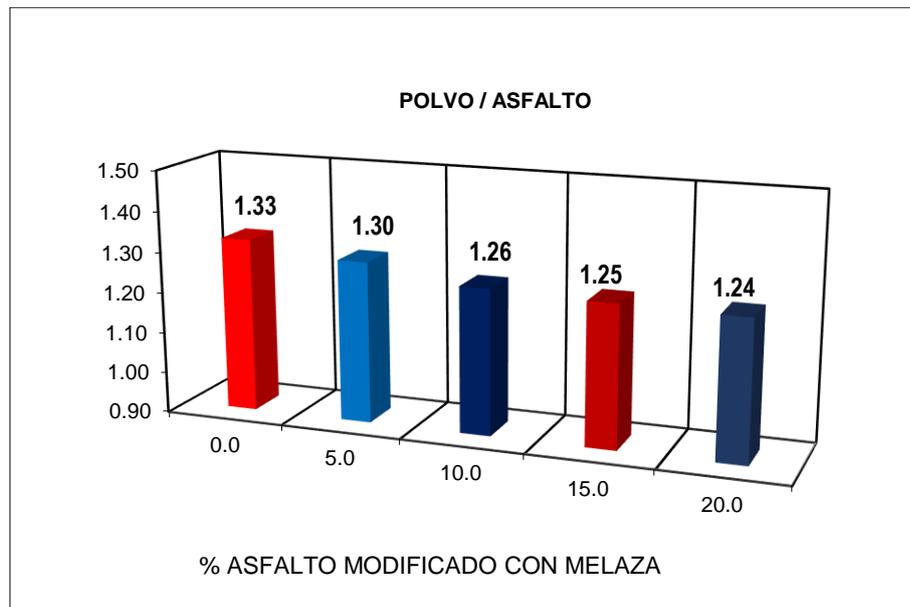


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra el porcentaje de vacíos llenos C.A de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es 74.8%, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos llenos C:A promedio es 77.5%, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos llenos C:A promedio es 80.3%, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos llenos C:A promedio es 81.6% y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos de agregado mineral promedio es 86.0%.

**Interpretación:** El gráfico muestra se puede observar que al aumentar el porcentaje de malaza residual de caña de azúcar, en el asfalto el porcentaje de vacíos llenos con asfalto aumenta parcialmente obteniendo una película de asfalto más gruesa y una mezcla más durable.

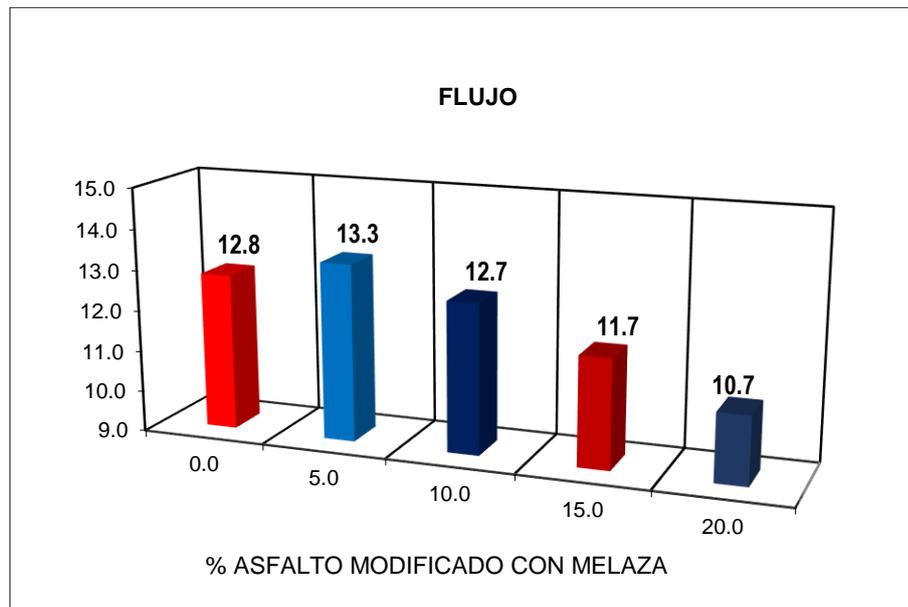
**Gráfico N°12:** Comparativo de polvo/asfalto



**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra el porcentaje de polvo / asfalto de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es de 1.33%, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de polvo / asfalto promedio es de 1.30%, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de polvo / asfalto promedio es de 1.26%, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de polvo / asfalto promedio es de 1.25% y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el porcentaje de vacíos de agregado mineral promedio es de 10.7%.

**Gráfico N°13:** Comparativo de flujo

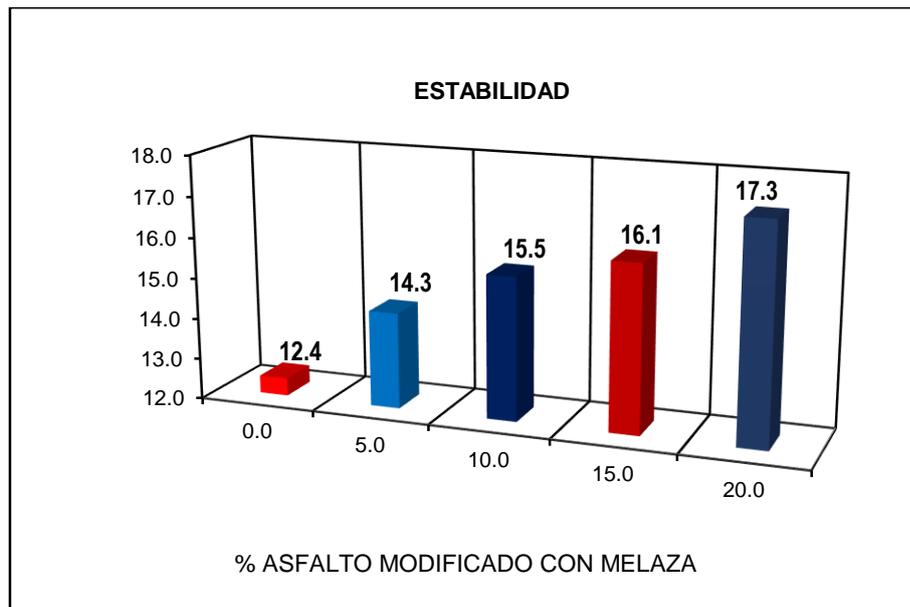


**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra el flujo de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es de 12.8mm, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el flujo promedio es de 1.30mm, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el flujo promedio es de 12.7mm, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el flujo promedio es de 1.25mm y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar el flujo promedio es de 10.7mm.

**Interpretación:** El gráfico muestra que al aumentar el porcentaje de melaza residual de caña de azúcar en de asfalto el flujo de la briqueta aumenta hasta el 5% y luego disminuye en el 10%,15% y 20%. Los valores conseguidos están dentro del rango mínimo 8mm y máximo de 14mm según la normativa EG - 2013, esencialmente representan el procedimiento a la hora de deformarse frente a la acción de cargas, donde una fluencia optima aporta propiedades elásticas a la mezcla, también aporta rigidez, obteniendo una mezcla con las dos cualidades muy importantes para la resistencia a las deformaciones permanentes.

**Gráfico N°14:** Comparativo de estabilidad



**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:** Se muestra la estabilidad de la briqueta que contiene 0% de asfalto modificado con la melaza residual de caña de azúcar es de 12.4KN, para 5% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar la estabilidad promedio es de 14.3KN, para 10% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar la estabilidad promedio es de 15.5KN, para 15% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar la estabilidad promedio es de 16.1KN y para 20% de asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar la estabilidad promedio es de 17.3KN.

**Interpretación:** El gráfico muestra que, al aumentar el porcentaje melaza residual de caña de azúcar en el asfalto la estabilidad de la briqueta aumenta; por lo tanto, se ha obtenido una mezcla asfáltica en caliente modificada aceptable, es resistente a la deformación del pavimento debido a las repetidas cargas del tránsito y sin problemas en cuanto a la plasticidad y estabilidad del pavimento.

**4.3. Objetivo N°3: Elaborar un análisis de precios comparativo entre la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada para su elaboración en una planta de asfalto.**

**Tabla N°13: Análisis de precios unitarios mezcla convencional en planta**

<b>MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE EN PLANTA</b>					
Rendimiento:		200.00 m3 /día			
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operador de equipo electromecánico	hh	2.0000	0.0800	25.84	2.07
Operador de equipo pesado	hh	1.0000	0.0400	25.32	1.01
					<b>3.08</b>
<b>Materiales</b>					
Petróleo Diésel	gal		5.80	16.21	94.02
Cemento asfáltico PEN 60/70	gal		13.7400	11.00	151.14
Cemento portland (Filler)	kg		10.3400	0.46	4.76
Arena gruesa	m3		0.5444	29.66	16.15
Piedra chancada	m3		0.3989	55.08	21.97
					<b>288.03</b>
<b>Equipo y herramientas</b>					
Herramientas manuales	%MO		3.0000	3.08	0.09
Cargador sobre llantas 160-195 HP 3.5 YD3	hm	1.0000	0.0400	188.56	7.54
Grupo electrógeno 380 HP - 250 KW	hm	1.0000	0.0400	269.74	10.79
Planta de asfalto en caliente 150 tn/hr	hm	1.0000	0.0400	380.57	15.22
					<b>33.65</b>
<b>Costo unitario directo por m3</b>					<b>324.76</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción:**

Se observa que el costo por metro cubico de mezcla asfáltica convencional para su producción en planta es de S/ 324.76.

**Tabla N°14:** Análisis de precios unitarios mezcla modificada en planta

<b>MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADA EN 20% EN PLANTA</b>					
Rendimiento:		200.00 m3 /día			
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operador de equipo electromecanico	hh	2.0000	0.0800	25.84	2.07
Operador de equipo pesado	hh	1.0000	0.0400	25.32	1.01
					<b>3.08</b>
<b>Materiales</b>					
Petroleo Diesel	gal		5.80	16.21	94.02
Melaza de la caña de azucar	kg		10.40	0.75	7.80
Cemento asfaltico PEN 60/70	gal		10.9920	11.00	120.91
Cemento portland (Filler)	kg		10.3400	0.46	4.76
Arena gruesa	m3		0.5444	29.66	16.15
Piedra chancada	m3		0.3989	55.08	21.97
					<b>265.60</b>
<b>Equipo y herramientas</b>					
Herramientas manuales	%MO		3.0000	3.08	0.09
Cargador sobre llantas 160-195 HP 3.5 YD3	hm	1.0000	0.0400	188.56	7.54
Grupo electrogeno 380 HP - 250 KW	hm	1.0000	0.0400	269.74	10.79
Planta de asfalto en caliente 150 tn/hr	hm	1.0000	0.0400	380.57	15.22
					<b>33.65</b>
<b>Costo unitario directo por m3</b>					<b>302.33</b>

**Fuente:** Ensayo de laboratorio

**Descripción:**

Se observa que el costo por metro cubico de mezcla asfáltica modificada para su producción en planta es de S/ 302.33

## V. DISCUSIÓN

La Universidad de Transportes y Comunicaciones Ho Chi Minh, Van Puch Le (2021) en su trabajo de investigación, concluye que el uso de melaza residual de la caña de azúcar como alternativa a los aglutinantes base puede mejorar significativamente la resistencia a la penetración, la temperatura de ablandamiento y la viscosidad cinemática de los aglutinantes, lo que es beneficioso para mejorar el rendimiento a alta temperatura de los aglutinantes de asfalto modificado y la mezcla de cemento asfáltico; además, los resultados con respecto a las pruebas de susceptibilidad a la humedad mostraron que la aplicación de melaza residual de la caña de azúcar como alternativa a los aglutinantes base puede mejorar significativamente la susceptibilidad a la humedad de las mezclas; en comparación con la obtención de resultados se evidencia que la resistencia a la penetración no cumple con parámetros establecidos en ninguno de los porcentajes sustituyentes, la temperatura de ablandamiento cumple con lo establecido a la normativa en los porcentajes 5%, 10%, 15% y 20% de melaza residual de la caña de azúcar, y la viscosidad Saybolt furol cumple con los rangos establecidos dentro de la norma lo que significa un mejor rendimiento a altas temperaturas de los aglutinantes.

También Bejarano y Caicedo, (2017), los resultados obtenidos en los ensayos realizadas en briquetas con diferentes porcentajes de edición, determinándose el contenido de bagazo óptimo de 0.5%, en la cual funciona mejor que la mezcla patrón; en comparación con las briquetas ensayadas se pudo observar que para los resultados con los diferentes porcentajes de sustitución a un 5%, 10%, 15%, 20% de la melaza residual de la caña de azúcar en el ligante asfáltico, se evidencia que en términos de estabilidad y flujo los valores expresados mejoran con respecto a la normativa, en la cual nos indica que la estabilidad se encuentra en un valor min. de 8,15kn y el flujo se encuentra entre los parámetros óptimos de 8 – 14 llegando a la conclusión que se obtiene un incremento importante a la resistente a la deformación con respecto a la mezcla convencional.

Por otro lado Tahami, Arabani & Mirhosseini (2018), en su tesis concluyó que al adicionarse las cenizas volantes de carbón al llenante mineral de la Mezcla Asfáltica en Caliente en (0.25%, 0.35% y 0.50%), en la cual la tendencia es decreciente de (18%, 16% y 16.2%) en su resistencia mecánica medidos en parámetros Marshall (Estabilidad – Flujo) en comparación a la Mezcla Asfáltica en Caliente sin incorporación de cenizas volantes, además con porcentajes de incorporación de 0.35%, 0.50% y 1.0% los valores de flujo no cumplen con los parámetros establecidos en las Especificaciones Técnicas MTC EG-2013. Se aprecia que para incorporar porcentajes de 0.75% y 0.85% de cenizas volantes la resistencia mecánica en valores de Estabilidad – Flujo se acercan a los 3853 kg/mm, finalmente con el 1.0% de incorporación hay un aumento de resistencia mecánica 3892 kg/cm las cuales están dentro de los parámetros; en comparación con los resultados se obtiene que con la sustitución de un 5%, 10%, 15%, 20% de melaza residual de la caña de azúcar al ligante asfáltico la mezcla asfáltica en caliente modificada cumple con los parámetros determinados en la norma para el flujo las cuales para un 5% se obtiene 13.3, 10% el flujo es 12.7mm, 15% se obtiene 11.7mm y para 20% es 10.7mm con respecto a la mezcla asfáltica convencional que tiene un flujo de 12.8mm; en valores de Estabilidad – Flujo para 5% se obtiene 4323kg/cm, 10% se obtiene 4932kg/cm, 15% es 5534kg/cm y para 20% es 6495kg/cm, las cuales se encuentran por encima del rango de las especificaciones.

También Ortega, (2020), se concluyó que la adición de aceite de palma tuvo un efecto significativo en el mantenimiento de las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente en condiciones naturales debido a su efecto reductor de temperatura. La estabilidad muestra una reducción de la resistencia máx. alcanzada en un 8.44% y el flujo tiende a incrementar; pero, aun así, a comparación con la mezcla patrón la mezcla con adición se mantiene mejor y en un rango largo de temperatura. En las propiedades físicas, el aceite de palma afecto la adherencia, logrando porcentajes de adherencia por arriba de los porcentajes de la mezcla patrón. Lo que muestra una compensación por la pérdida de su estabilidad máxima con un aumento de adherencia del 6.0%, en comparación a los resultados obtenidos la estabilidad en la mezcla asfáltica en

caliente modificada con un 5%, 10%, 15% y 20% de la melaza residual de la caña de azúcar en el ligante asfáltico se obtiene que se por encima del mínimo de 8,15kn que indica la normativa, evidenciando que al 5% se obtiene 14.3kn, 10% es 15.5kn, 15% es 16.1kn y al 20% se obtiene 17.3kn con respecto a la mezcla asfáltica patrón que tiene una estabilidad de 12.4kn.

Por consiguiente Salazar, (2019), en su investigación científica, concluyó que se observó que al comparar la mezcla convencional con la mezcla con adición de 1.2% de caucho, se demuestra que esta última mantiene su peso unitario y reduce el porcentaje de aire y la mezcla convencional reduce a 3.36% el porcentaje de vacíos el cual se encuentra dentro del parámetro determinado de (3-5%); el peso unitario se conserva dentro del rango de la mezcla convencional, ya que las características del porcentaje de vacíos es importante para mejorar el flujo y estabilidad; el flujo y la estabilidad aumentan teniendo valores de 6.14 mm y 1570 kg respectivamente con la adición de 1.2% de caucho, mientras que la mezcla convencional los valores de flujo y estabilidad son de 5.56 mm y 1410 kg respectivamente, logrando que los parámetros del ensayo Marshall den resultados favorables.

En la MAC con adición de 1.2% de caucho, al ser comparados los VMA con los resultados de la mezcla convencional mantiene su rango de 23%, la adecuada durabilidad del pavimento se da debido a los espacios mínimos; al comparar la mezcla convencional con los vacíos llenos de asfalto de la mezcla con adición estas se incrementan de 75% a 91% ya que se relaciona con la disminución de los vacíos de aire; en comparación con los resultados obtenidos de la sustitución de un 5%,10%,15% y 20% de melaza residual de la caña de azúcar en el ligante asfáltico se evidenció que la mezcla asfáltica en caliente desciende el porcentaje de vacíos en 3.4%, 3.0%, 2.7%, y 2.1% respectivamente en relación a la muestra patrón la cual tiene 4.1% por lo tanto, lo establecido por la normativa es el parámetro de 3% - 5% obteniendo que la mezcla asfáltica con 5% y 10% de melaza residual de caña de azúcar se encuentra dentro de lo establecido por la normativa del MTC EG-2013 y su peso unitario aumenta de acuerdo va incrementando el porcentaje de sustitución de melaza residual de caña de azúcar en 2.437kg/m<sup>3</sup>, 2.439kg/m<sup>3</sup>, 2.443kg/m<sup>3</sup> y 2.446kg/m<sup>3</sup>

respectivamente en relación a la muestra patrón la cual es 2.378kg/m<sup>3</sup>, teniendo en cuenta que el porcentaje de vacíos la estabilidad y flujo teniendo que con 5% el flujo mejora a 13.3mm en comparación con la muestra patrón la cual es 12.8mm, por otro lado con los siguientes porcentajes de sustitución de melaza residual de caña de azúcar disminuye en 10% a 12.7mm, 15% es 11.7mm y 20% es 10.7mm; por otro lado, siguen estando dentro de los estándares establecidos por la normativa del MTC EG-2013 los cuales se encuentran entre 8mm – 14mm; la estabilidad en la MAC modificada con un 5%, 10%, 15% y 20% de la melaza residual de la caña de azúcar en el ligante asfáltico se obtiene que se por encima del mínimo de 8,15kn que indica la normativa, evidenciando que al 5% se obtiene 14.3kn, 10% es 15.5kn, 15% es 16.1kn y al 20% se obtiene 17.3kn en relación a la mezcla asfáltica patrón que tiene una estabilidad de 12.4kn.

De acuerdo a la sustitución de la melaza residual de la caña de azúcar, se han obteniendo resultados favorables en las propiedades determinadas por el método Marshall, teniendo en cálculo que el valor de estabilidad y flujo indican una mejor resistencia de la capa de rodadura respecto a la deformación.

En la MAC con sustitución de melaza residual de la caña de azúcar, los vacíos en el agregado mineral de la mezcla modificada al ser comparados con la mezcla asfáltica convencional disminuyendo el porcentaje de vacíos en relación a la muestra patrón que es 17.1%, en 5% el VMA es 15.1%, 10% es 15.0%, 15% es 14.9% y 20% el VMA es 14.7% logrando espacios mínimos para una adecuada durabilidad del pavimento y encontrándose por encima del min de 14% establecido por la normativa del MTC EG-2013; los vacíos llenos con asfalto (VFA) de la mezcla modificada al ser contrastados con la mezcla asfáltica convencional, aumentan de 74.8% que el V.LL.A en la muestra patrón a 77.5%, 80.3% 81.6%, 86.0% respectivamente para cada una de las muestras de asfalto modificadas en 5%,10%,15% y 20% de melaza residual de caña de azúcar en relación a que los vacíos de aire reducen, teniendo en cuenta que los vacíos llenos con asfalto representan una apropiada cantidad de cemento asfáltico.

## VI. CONCLUSIONES

1.- Al efectuar la modificación de asfalto 60/70 con melaza residual de caña de azúcar se evidenció que al sustituir en 5%,10%,15% y 20% la penetración disminuye en 58dmm, 55dmm, 52dmm y 50dmm respectivamente, lo cual indica que aporta rigidez a la mezcla, este efecto se deduce que pueda influir la cristalización que se genera al calentar la melaza residual de la caña de azúcar.

2.- Al realizar la modificación de asfalto 60/70 con melaza residual de caña de azúcar se evidenció que al sustituir en 5%,10%,15% y 20% la viscosidad Saybolt furol aumenta en 202ssf, 211ssf, 219ssf y 232ssf respectivamente, lo cual indica que la mezcla se vuelve densa.

3.- Se concluye que al realizar en ensayo de vacíos al asfalto modificado con 5%,10%,15% y 20% de melaza residual de caña de azúcar se obtiene 3.4%, 3.0%, 2.7% y 2.1% respectivamente, el Vacío de agregado mineral (V.M.A) obtenido es 15.1%, 15.0%, 14.9% y 14.7% respectivamente y el V.LL.C.A es 77.5%, 80.3%, 81.6%, 86.0% respectivamente; por lo tanto, se concluye que al reducir los porcentajes de vacíos a mayor cantidad de porcentajes de melaza residual de caña de azúcar mejor cohesión de la mezcla; por ende, sirve como mejorador de adherencia.

4.- Al realizarse la rotura de briquetas a través del método Illinois – Marshall modificado se obtiene que el asfalto modificado a 5% de melaza residual de caña de azúcar evidencia una estabilidad de 14.3kn y flujo de 13.3mm, al 10% la estabilidad es 15.5kn y flujo de 12.7mm, al 15% la estabilidad es 16.1kn y flujo de 11.7mm y al 20% la estabilidad es 17.3kn y el flujo 10.7mm; por lo que se concluye que la estabilidad aumenta de acuerdo va incrementando el porcentaje de sustitución de melaza residual de caña de azúcar y el flujo baja de acuerdo va incrementando el porcentaje de sustitución de melaza residual de caña de azúcar esto nos indica que la mezcla es más estable a cargas de tránsito pesado, por ende a mayor estabilidad mejor es el comportamiento al ahuellamiento y menor el comportamiento a la fatiga.

5.- La estabilidad/ flujo en el asfalto modificado con melaza residual de caña de azúcar al 5% se obtiene 4323kg/cm, 10% se obtiene 4932kg/cm, 15% es 5534kg/cm y para 20% es 6495kg/cm, las cuales se encuentran por encima del rango de las especificaciones de la normativa del MTC E 2013, por lo tanto se concluye que no significa que el material no sea apto para su utilización por lo contrario traduce un mejor desempeño a la resistencia a la deformación del material cumpliendo con la hipótesis planteada.

6.- Se analizó el costo de la mezcla convencional frente a la modificada para su producción en planta en la cual la diferencia de costos solo es de S/ 22. 43 ya que la melaza se sustituye al cemento asfáltico el cual solo pierde un pequeño porcentaje respecto a su precio.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1.- Se recomienda utilizar la melaza residual de la caña de azúcar como aditivo mejorador de adherencia en las mezclas asfálticas debido a que mayor porcentaje de sustitución se tiene un menor porcentajes de vacíos en la mezcla asfáltica caliente modificada.

2.- A mayor porcentaje de sustitución de la melaza residual de la caña de azúcar por el ligante asfáltico, el valor de estabilidad/flujo sobrepasa el rango establecido por la normativa vigente del MTC E- 2013, por lo cual se recomienda realizar una prueba de la rueda de Hamburgo para definir el desempeño a la deformación permanente de la mezcla bituminosa mayor a 4000kg/cm para futuras investigaciones.

3.- Se recomienda a las autoridades locales tomar en consideración la melaza residual de la caña de azúcar como sustituyente en porcentajes del ligante asfáltico debido a que el flujo y la estabilidad produce una mejor resistencia de la capa de rodadura respecto a la deformación; teniendo en cuenta que es un producto de desecho orgánico y beneficiario a la reducción de la contaminación ambiental.

## REFERENCIAS

1. RICO, A., & DEL CASTILLO, H. La ingeniería de suelos en las vías terrestres, Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. Volumen 2. México D.F.: Limusa. Pág. 99-102-106, 1999. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/318412301/La-Ingenieria-de-Suelos-en-Las-Vias-Terrestres-Vol-2>
2. MONTEJO, A. Ingeniería de pavimentos (Tercera ed.) Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Pág. 2-4-5. 2007
3. HUANG, Y. Pavement analysis and design (Segunda ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall. Pág. 8.,2004.
4. EG-MTC. (2013). MANUAL DE CARRETERAS EG-2013.
5. INEI. (2021). Flujo de vehículos año 2021. Disponible en: <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/circulacion-de-vehiculos-por-las-garitas-m-de-peaje-a-nivel-nacional-aumento-274-en-el-mes-de-julio-del-presente-ano>.
6. GELÍ, M. “Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico”. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2021. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/4116>
7. BALBIN, M., & ENRÍQUEZ, R. Influencia de la mezcla asfáltica modificada con polímeros en zonas cálidas de Perú, Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3672/CIV-T030\\_71209873\\_T%20%20%20BALBIN%20CASTRO%20MARIA%20LUISA.pdf?sequence=1](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3672/CIV-T030_71209873_T%20%20%20BALBIN%20CASTRO%20MARIA%20LUISA.pdf?sequence=1).
8. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Colombia (2007) Ingenieros aprovechan desechos no biodegradables para mejorar los asfaltos. Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/innovaciones-para-las-carreteras-colombianas-ingenieros-aprovechan-desechos-no-biodegradables-para-mejorar-los-asfaltos>.
9. PAREDES, E. Pavimentos: ligante asfáltico y mezcla asfáltica. ESVIAL. Grupo de estudios viales [en línea]. Oct. 2017 [Fecha de consulta: 11 de noviembre

- de 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/EmanuelPerales/pavimentos-ligante-asfáltico-y-mezcla-asfáltica>.
10. RODRÍGUEZ, F. Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero, Chile. Trabajo Para Optar Por Título de Especialistas en Ingeniería de Pavimentos. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2008. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcw961a/sources/bmfcw961a.pdf>.
  11. UNIVERSITY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS, Ho Chi Minh, Van Puch Le.” Performance of asphalt binder containing sugarcane waste molasses in hot mix asphalt”. ELSEVIER. Revista holandesa de investigación [en línea]. June 2021 [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.journals.elsevier.com/case-studies-in-construction-materials> ISSN: 2214-5095
  12. FLORES, GÓMEZ & CELY. “Caracterización física y reológica del asfalto modificado con aceite de coco”. Trabajo Para Optar Por Título de Especialistas en Ingeniería de Pavimentos. Bogotá: Universidad Católica De Colombia, 2018. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22422/1/TESIS%20PROYECTO%20ACEITE%20COCO%20ESP%20PAVIMENTOS2.pdf> ISSN: 2214-5095.
  13. BEJARANO & CAICEDO. “Análisis del comportamiento físico- mecánico de la mezcla asfáltica tipo mdc.19 con fibra natural de caña de azúcar”. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Bogotá: Universidad Católica De Colombia, 2017. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14529/1/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf>.
  14. ORTEGA, Wernher. “Aceite de palma para la conservación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente expuestos a transportes prolongados en climas fríos, Huancayo 2020”. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Huancayo: Universidad Continental, 2021. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9211/4/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Ortega\\_DelaVega\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9211/4/IV_FIN_105_TE_Ortega_DelaVega_2021.pdf).
  15. MEZA, Auriola. “Uso de la fibra de cabuya para el análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente – 2019”. Trabajo para optar por

el título de Ingeniero Civil. Huánuco: Universidad de Huánuco, 2019. Disponible en:

file:///C:/Users/Alejandra%20Snow/Downloads/MEZA%20LORENZO,%20Auriola.pdf.

16. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Ensayos de Materiales. Lima, 2014. 566 pp. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf).
17. ESCALANTE & INFANTES. “Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote, 2019”. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <file:///C:/Users/Alejandra%20Snow/Downloads/Propiedades%20de%20la%20mezcla%20asf%C3%A1ltica%20con%20adici%C3%B3n%20de%20residuos%20pl%C3%A1sticos%20-%20Nuevo%20Chimbote,%202019.pdf>.
18. SAAVEDRA & IPANAQUÉ. “Influencia del polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico por el método Marshall - 2018”. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <file:///C:/Users/Alejandra%20Snow/Downloads/Influencia%20del%20polipropileno%20en%20las%20propiedades%20f%C3%ADsicas%20y%20mec%C3%A1nicas%20del%20concreto%20asf%C3%A1ltico%20por%20el%20m%C3%A9todo%20Marshall%20-%202018.pdf>.
19. SALAZAR, Giancarlo. “Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca”, Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <file:///C:/Users/Alejandra%20Snow/Downloads/COMPORTAMIENTO%20DE%20LAS%20MEZCLAS%20ASF%C3%81LTICAS%20ADICION%C3%81NDOLE%20CAUCHO%20POR%20LA%20T%C3%89CNICA%20DE%20V%C3%8DA%20SECA.pdf>.
20. Department of Civil Engineering, Mizan Tepi University, Tepi Campus, Ethiopia, Gemechu Yilikal Mose & Palani Ponnurangam. Investigating the Effect of Cane Molasses on the Performance of Base Bitumen”. IJRIAS. Revista Internacional

de Investigación e Innovación en Ciencias Aplicadas, Volume III, Issue VI [en línea]. June 2018 [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.rsisinternational.org/journals/ijrias/DigitalLibrary/Vol.3&Issue6/54-58.pdf> ISSN 2454-6194

21. HERNANDEZ, FERNANDEZ & BAPTISTA. Metodología de la investigación, México, vol. 6. abril 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
22. REGUANT & MARTÍNEZ. Operacionalización de conceptos/ variables, Barcelona, Universidad de Barcelona, España, 2014. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repositorio.pdf>.
23. ARIAS, VILLASÍS, MIRANDA. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Rev. Alerg Méx. 2016 abr-jun;63(2):201-206.
24. WERKU & TEWODROS. Rheological Properties and Application of Molasses Modified Bitumen in Hot Mix Asphalt (HMA). Applied Sciences. March 2020 [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/339881590>.
25. SEYED, MAHYAR & FOROUTAN. Usage of two biomass ashes as filler in hot mix asphalt. ELSEVIER. Revista holandesa de investigación [en línea]. March 2018 [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2022]. Disponible en: [www.elsevier.com/locate/conbuildmat](http://www.elsevier.com/locate/conbuildmat).
26. CASTILLO, Jordán. “Resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente con adición de un 11 % por cenizas de cáscara de arroz”, Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad San Pedro, 2019. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11366>.
27. CASTRO & LEON. “Influencia de la Adición de Caucho Reciclado en las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Caliente para la Avenida Pacífico – Tramo Óvalo La Familia – Nuevo Chimbote - 2019”, Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: [repositorio.ucv.edu.pe:20.500.12692/45848](http://repositorio.ucv.edu.pe:20.500.12692/45848).
28. FARFAN & FLORES. “Análisis y propuesta de carpeta asfáltica con la tecnología (S.M.A) modificada con fibra natural de caña de azúcar, Cusco 2018.”, Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Cusco: Universidad

Andina del Cusco, 2019. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12557/2799>.

29. GUTIÉRREZ, José. “Diseño de mezcla asfáltica con la incorporación de látex natural, vía expresa San Sebastián - Cusco – 2019”, Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/48092>.
30. ROMERO, Luis. “Estudio de la influencia de la adición de neumático reciclado en mezclas asfálticas en caliente, en la ciudad de Juliaca”. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Civil. Juliaca: Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, 2018. Disponible en:  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2597>
31. LOAIZA, GARCIA & COLORADO. “Evaluation of asphalt binder blended with coconut coir dust and residual coconut fibers for structural applications”. SCIELO. Revista de la Construcción [en línea]. Dic 2018 [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.3.542>. ISSN 0718-915X.
32. VALDES, MIRO & MARTINEZ. “Assessment of the adhesive capacity of asphalt binders in the aggregate-binder bonds by means of new methodology”. SCIELO. Revista de la Construcción [en línea]. Abr 2015 [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2015000100009>.
33. LU & ISACSSON. “Effect of aging on bitumen chemistry. Construction and Building Materials”, ELSEVIER. Revista holandesa de investigación [en línea]. February 2002 [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(01\)00033-2](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(01)00033-2).
34. AIREY, G. “Adhesion and Moisture Damage Characterization of Asphalt Mixtures”. Asphalt Seminars. Granada, 2011.
35. PARHAMIFAR, E. Asphalt. Göteborg, 2014.
36. European Asphalt Pavement Association (EAPA), Asphalt in figures, 2013 Disponible en:  
[http://www.eapa.org/userfiles/2/Asphalt%20in%20Figures/AIF\\_2013\\_Final.pdf](http://www.eapa.org/userfiles/2/Asphalt%20in%20Figures/AIF_2013_Final.pdf)

37. APPIAH, YI-QIU, BERKO-BOATENG & TAGBOR, Use of waste plastic materials for road construction in Ghana, Case Stud. Constr. Mater. 6,1–7. ELSEVIER, Revista holandesa de investigación [en línea]. June 2017 [Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509516300614>.
38. Ecoavant. El asfalto contribuye a la contaminación del aire, especialmente en días calurosos y soleados [en línea]. Sep. 2020 [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.ecoavant.com/contaminacion/asfalto-contribuye-contaminacion-aire\\_5518\\_102.html](https://www.ecoavant.com/contaminacion/asfalto-contribuye-contaminacion-aire_5518_102.html).
39. Gallego & Campagnoli. Efecto del aceite quemado de motor sobre las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas que contienen RAP. Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería. [en línea]. Marzo 2018 [Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci/article/view/34/30> ISSN 0121-5132
40. KATE, Ermias. Comparative Study of Aggregates for Flexible Pavement. IJRASET, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology. [en línea]. November 2019 [Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Ermias-Kate/publication/337652999\\_Comparative\\_Study\\_of\\_Aggregates\\_for\\_Flexible\\_Pavement/links/5ec3a71da6fdcc90d6828762/Comparative-Study-of-Aggregates-for-Flexible-Pavement.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ermias-Kate/publication/337652999_Comparative_Study_of_Aggregates_for_Flexible_Pavement/links/5ec3a71da6fdcc90d6828762/Comparative-Study-of-Aggregates-for-Flexible-Pavement.pdf). ISSN: 2321-9653

## **ANEXOS**

**Anexo : Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Dosificaciones de Melaza residual de la caña de azúcar	La melaza compone una de las fuentes de carbohidratos más usados por su contenido de azúcares solubles las cuales aumentan un rápido crecimiento de las bacterias, microorganismos del suelo. Su característica fundamental es como adherente, también es un neutralizador (PROBIOLSUR, 2018).	Las dosificaciones de melaza residual de caña de azúcar que serán utilizadas para sustituir el ligante asfáltico por la vía húmeda.	Dosificación con sustitución de 5%, 10%, 15% y 20% de melaza residual de caña de azúcar en el ligante	Porcentaje en peso de la melaza residual de la caña de azúcar	Razón
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Propiedades físicas y mecánicas de las mezcla asfáltica	La buena calidad de las mezclas MAC funciona bien debido a que son diseñadas, elaboradas y aplicadas de tal manera que se logra obtener los parámetros deseados. Las características que aportan a la buena calidad de pavimentos de MAC. Las cuales son estabilidad, durabilidad, impermeabilidad, trabajabilidad, flexibilidad, resistencia a la fatiga y resistencia al deslizamiento. (Menéndez, 2012).	Se realizó la sustitución de melaza residual de caña de azúcar al ligante asfáltico en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%, para luego realizar el diseño de mezcla y ensayar las briquetas por el método Marshall.	Propiedades físicas y mecánicas	Viscosidad Penetración Ductilidad Punto de inflamación Punto de ablandamiento Estabilidad Flujo Vacíos de agregado mineral Vacíos llenos con asfalto	Razón Intervalo Razón Razón Razón Intervalo Intervalo Razón Razón

**Anexo 5: Ficha Técnica Cemento Asfaltico PEN 60/70**

INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN)

N° GDCN-LAB-1232-2021

FECHA DE REPORTE: 12.06.2021	FECHA DE RECEPCIÓN 11.06.2021	CÓDIGO DE MUESTRA : 08079		
HORA DE RECEPCIÓN: 16:15 HORAS	PROCEDECENCIA: JEFATURA OPERACIONES	BUQUE/TANQUE: -----		
TANQUE DE MUESTREO : 9	VOLUMEN CERTIFICADO: -----	DESTINO: PLANTA CONCHÁN		
ENSAYOS	MÉTODO ASTM <sup>(A)</sup>	RESULTADOS DEL ANALISIS	ESPECIFICACIONES	
			MIN.	MAX.
<b>PENETRACIÓN:</b>				
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D 5-13	64	60	70
<b>DUCTILIDAD:</b>				
a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07	>150	100	
<b>FLUIDEZ:</b>				
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-10	4896	Reportar	
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D 2170-10	420	200	
<b>SOLUBILIDAD:</b>				
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-15	99.8	99	
<b>VOLATILIDAD:</b>				
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D 92-16b	290	232	
<b>DENSIDAD:</b>				
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-09 <sup>e1</sup>	6.8	Reportar	
Gravedad Específica a 60/60°F	D 70-09 <sup>e1</sup>	1.023	Reportar	
<b>SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:</b>				
Punto de Ablandamiento, °C	D 36-14e1	50.0	Reportar	
Índice de Penetración		-0.6	-1	+1
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):	D 1754-09(2014)			
- Cambio de Masa, % masa del Original		0.24		0.8
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07	129	50	
<b>OBSERVACIONES:</b>				
1. Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada.				
2. La muestra fue proporcionada por el cliente.				
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 141 y 156°C				
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.				
3. (A): American Society for Testing and Materials				
ORIGINAL : CLIENTE	ELABORADO POR:	APROBADO POR:		
COPIA 1 : ARCHIVO GENERAL DE INFORMES DE ENSAYO	 STEVE SÁNCHEZ SÁNCHEZ FICHA: 56986	 STEVE SÁNCHEZ SÁNCHEZ FICHA: 56986		
COPIA 2 : INFORME DE ENSAYO DE PRODUCTOS				

GDCNLAB-PG-015-F-02, Rev. 6

Pag 1 de 2

----- FIN DE INFORME -----

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

Gerencia Departamento Refinación Conchán  
 Panamericana Sur km 26,5 - Lurín  
 Central telefónica: (511) 625-4000 / (511) 315-6330  
 Portal empresarial: www.petroperu.com.pe



/Petroperu



/petroperu\_sa

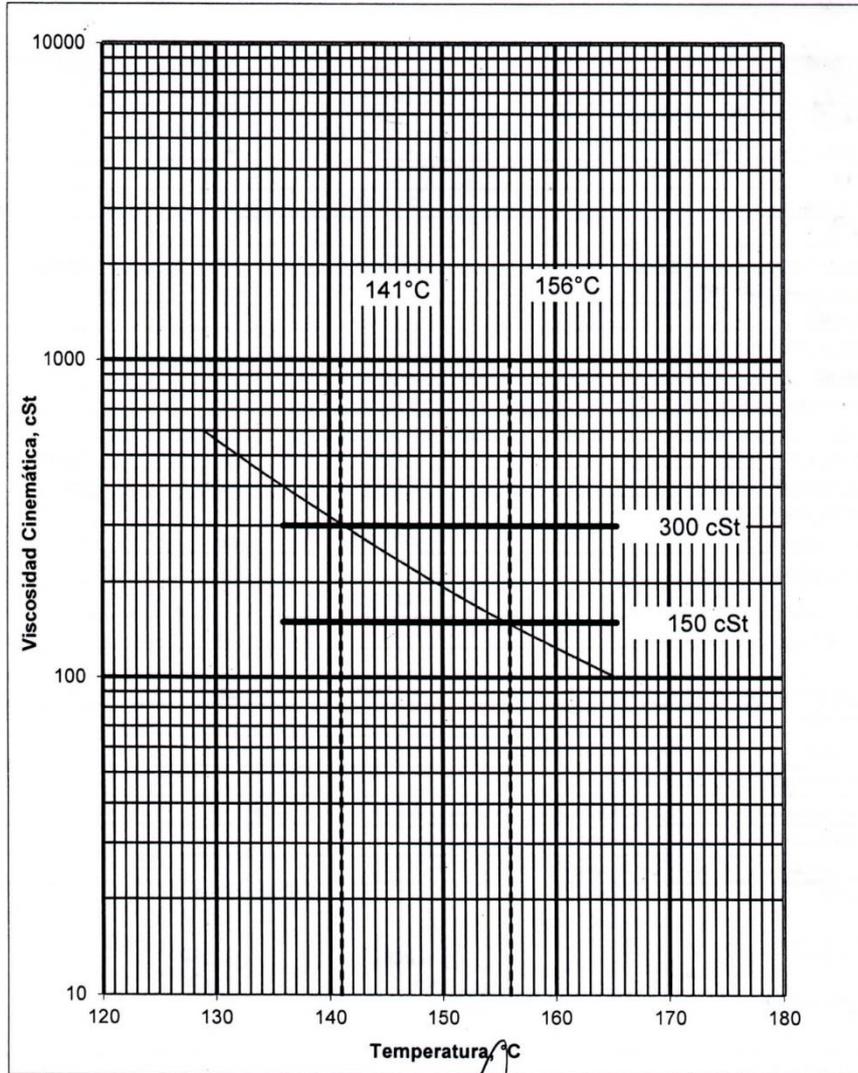


/canalpetroperu



/petroperu

**Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341**  
**Rango de Temperatura Optima de Mezcla**  
**TQ. 9 - C. A. 60 / 70 PEN. - 11.06.2021 - 16:15 horas**



Pag 2 de 2

Gerencia Departamento Refinación Conchán  
 Panamericana Sur km 26,5 - Lurín  
 Central telefónica: (511) 625-4000 / (511) 315-6330  
 Portal empresarial: [www.petroperu.com.pe](http://www.petroperu.com.pe)

**STEVE SÁNCHEZ SÁNCHEZ**  
 FICHA 56986



/petroperu



/petroperu\_sa



/canalpetroperu



/petroperu

## **Anexo 6: Ensayos de laboratorio**

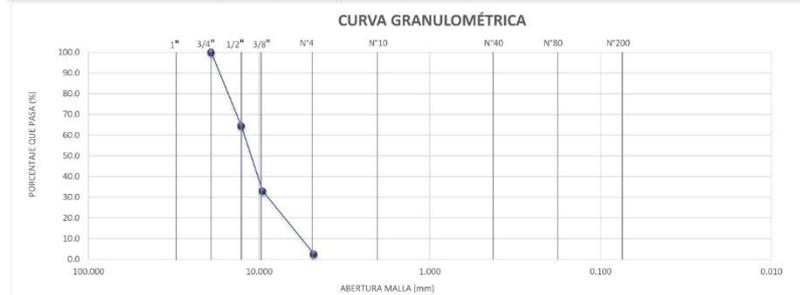
### **Anexo 6.1: Control de Calidad de los Agregados Diseño MAC**

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Grava triturada

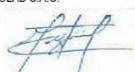
Tamiz ASTM	Análisis granulométrico					
	Abertura, mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	
1/2"	12.700	1,157.0	35.6	35.6	64.4	<b>Calculos.</b>
3/8"	9.525	1,022.0	31.4	67.0	33.0	Tara
1/4"	6.350	-	-	-	-	L-2
N° 4	4.760	993.0	30.5	97.5	2.5	Peso de Tara
N° 6	3.360	-	-	-	-	Tara + muestra Humeda
N° 8	2.380	21.0	0.6	98.1	1.9	3,557.00 g
N° 10	2.000	61.0	1.9	100.0	0.0	Tara + muestra Seca
N° 16	1.190	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%)
N° 20	0.840	-	-	-	-	0.5 %
N° 30	0.590	-	-	-	-	<b>Muestra Seca</b>
N° 40	0.426	-	-	-	-	3,254.0 g
N° 50	0.297	-	-	-	-	
N° 80	0.177	-	-	-	-	<b>Proporciones Agregados.</b>
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Grueso.
N° 200	0.074	-	-	-	0.0	97.5 %
-200	-	-	-	-	-	Agregado Fino.
						2.5 %



Observaciones:

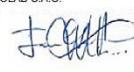
**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapala Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Arena triturada

Tamiz ASTM	Análisis granulométrico					
	Abertura, mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	0	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	
N° 4	4.760	19.7	2.0	2.0	98.0	
N° 6	3.360					
N° 8	2.380	106.9	10.7	12.7	87.3	
N° 10	2.000	28.1	2.8	15.5	84.5	
N° 16	1.190	145.4	14.5	30.0	70.0	
N° 20	0.840	100.0	10.0	40.0	60.0	
N° 30	0.590	104.3	10.4	50.4	49.6	
N° 40	0.426	95.0	9.5	59.9	40.1	
N° 50	0.297	72.1	7.2	67.1	32.9	
N° 80	0.177	102.7	10.3	77.4	22.6	
N° 100	0.149	34.3	3.4	80.8	19.2	
N° 200	0.074	89.3	8.9	89.8	10.2	
-200	-	102.3	10.2	100.0		

Calculos.	
Tara	C.4
Peso de Tara	117.00 g
Tara + muestra Humeda	1,125.00 g
Tara + muestra Seca	1,117.00 g
Contenido de Humedad (%)	0.8 %
Muestra Seca	1,000.0 g

Proporciones Agregados.	
Agregado Grueso.	2.0 %
Agregado Fino.	98.0 %



Observaciones:

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 58346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



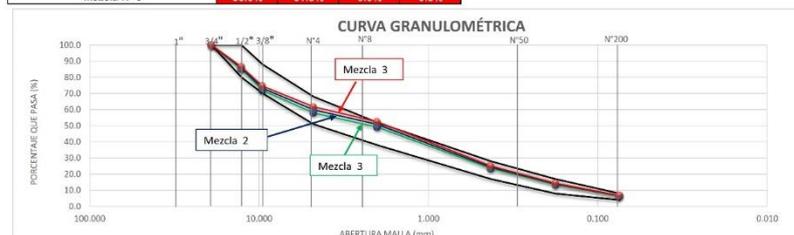
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados para diseño "MAC"

Tamiz ASTM	Análisis granulométrico				Filler	1	2	3	MAC-2	
	Abertura (mm)	Grava triturada	Arena triturada						% Pasa	% Pasa
1"	25.400									
3/4"	19.050	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0		100.0	100.0
1/2"	12.700	64.4	100.0		100.0	85.1	85.8	86.5	80.0	100.0
3/8"	9.525	33.0	100.0		100.0	71.9	73.2	74.6	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	2.5	98.0		100.0	57.9	59.8	61.7	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380		87.3		100.0					
N° 10	2.000		84.5		100.0	49.1	50.8	52.5	38.0	52.0
N° 16	1.190		70.0		77.6					
N° 20	0.840		60.0		70.7					
N° 30	0.590		49.6		60.7					
N° 40	0.426		40.1		98.0	23.5	24.3	25.1	17.0	28.0
N° 50	0.297		32.9		98.0					
N° 80	0.177		22.6		99.0	13.5	13.9	14.4	8.0	17.0
N° 100	0.149		19.2		0.4					
N° 200	0.074		10.2		99.0	6.4	6.6	6.8	4.0	8.0
-200	-									

Mezcla de agregados					
Mezcla N° 1	42.0%	57.5%	0.0%	0.5%	OK
Mezcla N° 2	40.0%	59.5%	0.0%	0.5%	
Mezcla N° 3	38.0%	61.5%	0.0%	0.5%	



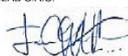
**Observaciones:** Especificaciones técnicas generales EG - 2013

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

Firma:



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLVJLVA-PN
	<b>ABRASIÓN LOS ÁNGELES (MTC E 207)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Grava triturada

Muestra	1	2	3	4	5	Especificación (%)
<b>Gradación "B"</b>						
<b>Peso de la muestra</b>	5003	5005				
1.1/2" - 1"						40.0 máx.
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	2500	2501				
1/2" - 3/8"	2503	2504				
3/8" - 1/4"	-	-				
1/4" - Nº 4	-	-				
Nº 4 - Nº 8	-	-				
Retenido Nº12	4069	4048				
Pasa Nº 12	934	957				
% Desgaste	18.7	19.1				

<b>Promedio</b>	<b>18.9 %</b>
-----------------	---------------

**Observaciones :**  
Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E 219)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Grava triturada

Ensayo	Resultados		Especificación (%)
	ppm	%	
Contenido de sales solubles	1027.0	0.10	0.5 máx.

**Observaciones:** Especificaciones técnicas generales EG - 2013

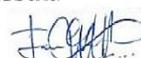
**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLVJLVA-PN
	<b>DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO (MTC E 209)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Jany Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
Ubicación	: Chimbote
Fecha de emisión	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de muestra	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
Identificación	: Cantera "Ruben"
Descripción	: Grava triturada

ANÁLISIS CUANTITATIVO										
Agregado grueso										
Pasa	Retiene	Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Especificación (%)
							Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300							18.0 máx.
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"		500±30							
3/4"	1/2"	35.6	670±10	670.0		639.5	30.5	4.6	1.6	
1/2"	3/8"	31.4	330±5	300.0		275.2	24.8	8.3	2.6	
3/8"	N° 4	30.5	300±5	300.0		281.6	18.4	6.1	1.9	
<b>TOTAL</b>									<b>6.1</b>	

**Observaciones:**  
Especificaciones técnicas generales EG - 2013  
Solución en Sulfato de Magnesio

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN</b> (MTC E 206)	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Grava triturada

Agregado grueso						
Muestra		1	2	3	Promedio	Especificación (%)
<b>A</b>	Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire) (g)	1334.0	1245.0			1.0 máx.
<b>B</b>	Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua) (g)	844.0	788.5			
<b>C</b>	Vol. de masa + Vol. de vacíos (cc)	490.0	456.5			
<b>D</b>	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	1328.0	1239.5			
<b>E</b>	Vol. de masa (g)	484.0	451.0			
<b>F</b>	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.710	2.715		2.713	
<b>G</b>	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.722	2.727		2.725	
<b>H</b>	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.744	2.748		2.746	
<b>I</b>	% de absorción	0.45	0.44		0.4	

**Observaciones:** Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLVJLVA-PN
	<b>PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (MTC E 210)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Grava triturada

Porcentaje con una o más caras fracturadas							
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E	Especificación (%)
Pasa T.	Retenido T.	(g)	(g)	( B/A)*100)	% Parcial	CxD	
1 1/2"	1"						85.0 mín.
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	490.3	475.2	96.9	43.81	42.5	
1/2"	3/8"	329.5	300.4	91.2	29.44	26.8	
3/8"	1/4"	299.3	240.0	80.2	26.74	21.4	
TOTAL						90.8 %	

Porcentaje con dos o más caras fracturadas							
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E	Especificación (%)
Pasa T.	Retenido T.	(g)	(g)	( B/A)*100)	% Parcial	CxD	
1 1/2"	1"						50.0 mín.
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	490.3	447.1	91.2	43.81	40.0	
1/2"	3/8"	329.5	269.5	81.8	29.44	24.1	
3/8"	1/4"	299.3	219.3	73.3	26.74	19.6	
TOTAL						83.6 %	

**Observaciones:** Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/ULVA-PN
	<b>PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D 4791)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>01-11-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
Ubicación	: Chimbote
Fecha de emisión	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de muestra	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
Identificación	: Cantera "Ruben"
Descripción	: Grava triturada

Tamaño del agregado		A	B	C	D	E	Especificación
Pasa T.	Retenido T.	(g)	(g)	( B/A)*100	%	(CaD)*100	
2"	1 1/2"						10.0 máx.
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	490.3	22.1	4.5	43.81	2.0	
1/2"	3/8"	329.5	25.2	7.6	29.44	2.3	
3/8"	1/4"	299.3	21.7	7.3	26.74	1.9	
<b>TOTAL</b>						<b>6.2 %</b>	

Observaciones: Especificaciones técnicas generales EG - 2013

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 58348  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E 514)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>01-11-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Arena Triturada

Descripción	Muestras			Especificación
	1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.76	4.76		60.0 min.
Hora de entrada a saturación	09:15	09:23		
Hora de salida de saturación (10')	09:25	09:33		
Hora de entrada a decantación	09:27	09:35		
Hora de salida de decantación (20')	09:47	09:55		
Lectura Inicial pulg	5.0	5.0		
Lectura Final pulg	3.2	3.3		
Equivalente de Arena %	64.0	66.0		

<b>Promedio</b>	<b>65.0 %</b>
-----------------	---------------

**Observaciones:**  
Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E 111)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Jaryn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Arena triturada

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDC (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO		4	5	6
PESO TARRO + SUELO HUMEDC (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)				

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES									
30									
28									
26									
24									
22									
20									
18									
16									
	10		25						100

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	
LÍMITE PLÁSTICO	
INDICE DE PLASTICIDAD	

Especificación
NP

**Observaciones:**  
Especificaciones técnicas generales EG - 2013  
Material pasante la malla Nº 40

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO</b> <b>(MTC E 209)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>01-11-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
Ubicación	: Chimbote
Fecha de emisión	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de muestra	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
Identificación	: Cantera "Ruben"
Descripción	: Arena triturada

ANÁLISIS CUANTITATIVO										
Agregado fino										
Tamaño		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Especificación (%)
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 04	4.1	0	0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nº 04	Nº 08	10.7	100	100	--	95.1	4.9	4.9	0.5	
Nº 08	Nº 16	14.5	100	100	--	92.5	7.5	7.5	1.1	
Nº 16	Nº 30	10.4	100	100	--	91.6	8.4	8.4	0.9	
Nº 30	Nº 50	7.2	100	100	--	92.4	7.6	7.6	0.5	

<b>TOTAL</b>	<b>3.0</b>
--------------	------------

Observaciones: Especificaciones técnicas generales EG - 2013  
Solución en Sulfato de Magnesio

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/ULVA-PH
	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN</b> (MTC E 205)	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Arena triturada

AGREGADO FINO						
Muestra		1	2	3	Promedio	Especificación (%)
<b>A</b>	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			<b>0.5 máx.</b>
<b>B</b>	Peso fiola calibrada con agua (g)	654.18	854.98			
<b>C</b>	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1154.18	1154.98			
<b>D</b>	Peso del mat. + peso fiola + H2O (g)	973.14	974.00			
<b>E</b>	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	181.04	180.98			
<b>F</b>	Peso mat. sacco en el horno (105°C) (g)	497.00	497.50			
<b>G</b>	Vol. de masa (g)	178.04	178.48			
<b>H</b>	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.745	2.749		<b>2.747</b>	
<b>I</b>	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.762	2.763		<b>2.762</b>	
<b>J</b>	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.792	2.787		<b>2.789</b>	
<b>K</b>	% de absorción	0.6	0.5		<b>0.6</b>	

**Observaciones:**  
Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E 219)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>01-11-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Arena triturada

Ensayo	Resultados		Especificación (%)
	ppm	%	
Contenido de sales solubles	1005.0	0.10	0.5 máx.

**Observaciones:**

Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyrn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Arena triturada

Peso de la muestra (g)	Adición solución de azul de metileno (ml)	Tiempo transcurrido (min)	Especificación (mg/g)
1.0	1.0	2.0	8.0 máx.
	1.0	2.0	
	1.0	2.0	
	1.0	2.0	
	1.0	2.0	
	1.0	2.0	
	0	5.0	

<b>Valor de azul de metileno (mg/g)</b>	<b>5.0</b>
---	------------

**Observaciones:**  
Especificaciones técnicas generales EG - 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayinay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PH
	<b>ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 222)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	01-11-2021
		<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Jaryn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
Ubicación	: Chimbote
Fecha de emisión	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de muestra	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
Identificación	: Cantera "Ruben"
Descripción	: Arena triturada

N° Ensayo	Peso muestra + cubo	Peso cubo	Vol. cilindro (Cm3)	Peso muestra (g)	Peso específico Bulk Base	Vacios sin compactar (%)	Especificación (A*)
1	615.34			164.84		37.70	
2	618.42	450.500	99.4	167.92	2.662	36.54	30.0 min.
3	612.29			161.79		38.85	

<b>Resultado</b>	37.70
------------------	-------

**Observaciones:**

Especificaciones técnicas generales EG - 2013  
 Ensayo realizado al material pasante la malla N°8 y retenido en la malla N°200.

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


## **Anexo 6.2: Control de Calidad del Asfalto Modificado**

 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS DEL ASFALTO MODIFICADO CON MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Asfalto modificado con melaza residual de la caña de azúcar
<b>Identificación</b>	: <b>Modificación de asfalto 60/70 con 5.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>
<b>Descripción</b>	: Contro de calidad

**1.0 CONTROL DE CALIDAD**

1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Punto de ablandamiento	52	52	52	°C

1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).				
	57	59	58	
Penetración (5s; 25°C)	57	59	58	dmm

1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)				
	56	58	57	
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	56	58	57	cm

1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-88).				
	201	203	202	
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	201	203	202	ssf

1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).				
	280	280	280	
Punto de Inflamación	280	280	280	°C

Observaciones:

Los resultados corresponden a la muestra entregada por el cliente.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS DEL ASFALTO MODIFICADO CON MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Asfalto modificado con melaza residual de la caña de azúcar
<b>Identificación</b>	: <b>Modificación de asfalto 60/70 con 10.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>
<b>Descripción</b>	: Contro de calidad

#### 1.0 CONTROL DE CALIDAD

1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Punto de ablandamiento	54	54	54	°C
1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).				
Penetración (5s; 25°C)	55	55	55	dmm
1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)				
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	51	53	52	cm
1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-88).				
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	210	211	211	ssf
1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).				
Punto de Inflamación	283	283	283	°C

Observaciones:

Los resultados corresponden a la muestra entregada por el cliente.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS DEL ASFALTO MODIFICADO CON MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Asfalto modificado con melaza residual de la caña de azúcar
<b>Identificación</b>	: <b>Modificación de asfalto 60/70 con 15.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>
<b>Descripción</b>	: Contro de calidad

**1.0 CONTROL DE CALIDAD**

1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Punto de ablandamiento	56	56	56	°C

1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Penetración (5s; 25°C)	53	51	52	dmm

1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	45	48	47	cm

1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-88).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	220	218	219	ssf

1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Punto de Inflamación	285	285	285	°C

Observaciones:

Los resultados corresponden a la muestra entregada por el cliente.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ANÁLISIS DEL ASFALTO MODIFICADO CON MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Asfalto modificado con melaza residual de la caña de azúcar
<b>Identificación</b>	: <b>Modificación de asfalto 60/70 con 20.0 % de melaza residual de la caña de azúcar</b>
<b>Descripción</b>	: Contro de calidad

**1.0 CONTROL DE CALIDAD**

1.1 Método para determinar punto de ablandamiento (Anillo y bola ASTM D-36).				
	N.° 1	N.° 2	Promedio	
Punto de ablandamiento	57	58	58	°C

1.2 Método para determinar penetración (ASTM D-5).				
Penetración (5s; 25°C)	50	49	50	dmm

1.3 Método para determinar ductilidad de los materiales bituminosos (Ductilómetro ASTM D-113)				
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	41	37	39	cm

1.4 Método para determinar viscosidad Saybolt furol (Viscosímetro Saybolt Furol ASTM D-88).				
Viscosidad Saybolt Furol (135°C)	230	233	232	ssf

1.5 Método para determinar el punto de inflamación (Punto de Inflamación ASTM D-92).				
Punto de Inflamación	286	286	286	°C

Observaciones:

Los resultados corresponden a la muestra entregada por el cliente.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



### **Anexo 6.3: Diseño MAC (Asf. 60-70)**

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
	<b>(ASTM D 6927)</b>	<b>Página</b>	<b>1 de 9</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Jany Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: <b>Mezcla asfáltica en caliente con asfalto convencional 60/70</b>

<b>MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>
(RESUMEN)

**1.- Mezcla de agregados (Dosificación)**

Agregado grava triturada TM 3/4"	: 42.0 %
Agregado arena triturada	: 57.5 %
Filler	: 0.5 %
Gradación	: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 / Sección 423"

**2.- Ligante asfáltico**

Tipo de asfalto	: <b>Asfalto convencional 60/70</b>
% óptimo de asfalto residual	: <b>5.2 %</b>

**3.- Características marshall modificado**

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.00	5.20	5.40	
PESO UNITARIO kg/m3	2.376	2.378	2.379	
VACIOS %	4.5	4.1	3.8	3 - 5
V.M.A. %	17.0	17.1	17.2	14
V.L.L.C.A. %	72.6	74.8	77.0	
POLVO / ASFALTO %	1.4	1.3	1.3	0.6 - 1.3
FLUJO 0.01"(0.25 mm)	12.4	12.8	13.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	12.6	12.4	12.1	8.15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4064.1	3878.7	3654.1	1700 - 4000
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75

Observaciones:

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



		INFORME				Código	IF-TA-JCLV/JLVA-PN			
		<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (ASTM D 6927)</b>				Versión	01			
						Fecha	02-01-2022			
		Página	2 de 9							
<b>DATOS GENERALES</b>										
<b>Solicitante</b>	: Jarym Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre									
<b>Universidad</b>	: César Vallejo									
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil									
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".									
<b>Ubicación</b>	: Chimbote									
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>										
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente (moldeo de núcleos con 4.4% de asfalto)									
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"									
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)									
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3	
<b>ESPECIFICACIONES</b>	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
<b>BRIGUETA N°</b>					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)									
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)									
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta									
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)									
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)									
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relación Polvo/Asfalto									
24	V.M.A.									
25	% Vacíos llenos con C.A.									
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)									
27	Estabilidad sin corregir (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregida									
30	Estabilidad / Flujo									

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



	INFORME				Código	IF-TA-JCLV/JLVA-PN				
	DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (ASTM D 6927)				Versión	01				
					Fecha	03-01-2022				
					Página	3 de 9				
<b>DATOS GENERALES</b>										
<b>Solicitante</b>	: Jaryn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre									
<b>Universidad</b>	: César Vallejo									
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil									
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".									
<b>Ubicación</b>	: Chimbote									
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>										
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente (moldeo de núcleos con 4.9% de asfalto)									
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"									
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)									
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3	
<b>ESPECIFICACIONES</b>	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
<b>BRIGUETA N°</b>					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					<b>4.9</b>				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.00				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.59				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.48				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.023				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.680				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.747				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1204.0	1201.9	1206.0			
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)				1205.9	1203.1	1207.7			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				699.8	697.0	701.8			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				506.2	506.1	506.0			
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta				2.379	2.375	2.384	<b>2.379</b>		
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.490				
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)				4.5	4.6	4.3	<b>4.4</b>	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.720				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.690				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.4				
22	% de Asfalto Efectivo					4.5				
23	Relación Filler/Betun					1.40				0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.9	17.0	16.7	<b>16.9</b>	14	
25	% Vacíos llenos con C.A.				73.6	72.9	74.5	<b>73.6</b>		
26	Flujo 0.01"(0,25 mm)				13.0	12.0	12.0	<b>12.3</b>	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1287	1139	1231			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Corregida				1338	1185	1280	<b>1268</b>	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo				4118	3949	4267	<b>4111</b>	1700 - 4000	

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



		INFORME				Código	IF-TA-JCLV/JLVA-PN			
		DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (ASTM D 6927)				Versión	01			
						Fecha	03-01-2022			
		Página	4 de 9							
<b>DATOS GENERALES</b>										
<b>Solicitante</b>	: Jaryn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre									
<b>Universidad</b>	: César Vallejo									
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil									
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".									
<b>Ubicación</b>	: Chimbote									
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022									
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>										
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente (moldeo de núcleos con 5.4% de asfalto)									
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"									
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)									
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3	
<b>ESPECIFICACIONES</b>	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
<b>BRIGUETA N°</b>					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)									
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)									
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta									
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)									
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)									
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relación Filler/Betun									
24	V.M.A.									
25	% Vacíos llenos con C.A.									
26	Flujo 0.01"(0,25 mm)									
27	Estabilidad sin corregir (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregida									
30	Estabilidad / Flujo									

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
	<b>(ASTM D 6927)</b>	<b>Página</b>	<b>5 de 9</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Janyrn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente (moldeo de núcleos con 5.9% de asfalto)
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					<b>5.9</b>			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.58			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.02			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.023			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.680			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.747			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1207.7	1206.0	1208.4		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)				1208.1	1206.8	1209.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				698.6	698.6	700.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				509.5	508.1	508.3		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta				2.371	2.373	2.377	<b>2.374</b>	
17	Peso Especifico Máximo - Rica (ASTM D 2041)					2.454			
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)				3.4	3.3	3.1	<b>3.3</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.720			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.692			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.4			
22	% de Asfalto Efectivo					5.6			
23	Relación Filler/Betun					1.14			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				18.0	17.9	17.8	<b>17.9</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				81.1	81.6	82.3	<b>81.7</b>	
26	Flujo 0.01'(0,25 mm)				15.0	15.0	14.0	<b>14.7</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin correjir (Kg)				1113	1147	1127		
28	Factor de estabilidad				1.50	1.54	1.54		
29	Estabilidad Correjada				1113	1193	1172	<b>1199</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2968	3181	3349	<b>3166</b>	1700 - 4000

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D 2041)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	6 de 9

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante(s)</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	8047.0	8047.0	8047.0	8047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8188.0	8188.0	8188.0	8188.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	7708.0	7704.0	7699.0	7695.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8914.0	8909.0	8907.0	8905.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1206.0	1205.0	1208.0	1210.0	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	480.0	484.0	489.0	493.0	
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.513	2.490	2.470	2.454	
CONTENIDO % C.A.	4.40	4.90	5.40	5.90	

Observaciones :

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zepata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**





**INFORME**  
**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE**  
**MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**  
**(ASTM D 6927)**

Código	IF-TAJULV/LVA-PN
Versión	01
Fecha	03-01-2022
Página	7 de 9

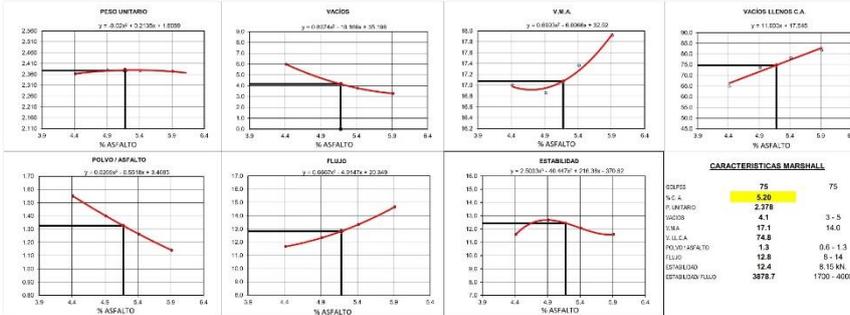
**DATOS GENERALES**

Solicitante(s) : Jhynn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velásquez Aguirre  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".  
 Ubicación : Chimbote  
 Fecha de emisión : 04/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo de muestra : Diseño de mezcla asfáltica en caliente  
 Identificación : Carretera "Rubén"  
 Descripción : Mezcla de agregados (Grava bituminada/arena bituminosa)

**DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO**  
**CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE**



**DATOS DE LAS PROPORCIONES**

	4.4	4.9	5.4	5.9
CS/A				
PUNTO DE UNION	2.362	2.378	2.377	2.374
VACIOS	6.0	4.4	3.8	3.3
V.M.A.	17.0	16.9	17.4	17.9
V.L.L.C.A.	64.6	73.6	78.2	81.7
POLVO/ASF.	1.5	1.4	1.3	1.1
FLUJO	11.7	12.3	13.3	14.7
ESTABILIDAD	11.8	12.2	12.1	11.8
ESTABILIDAD FLUJO	382.7	411.7	393.1	315.8

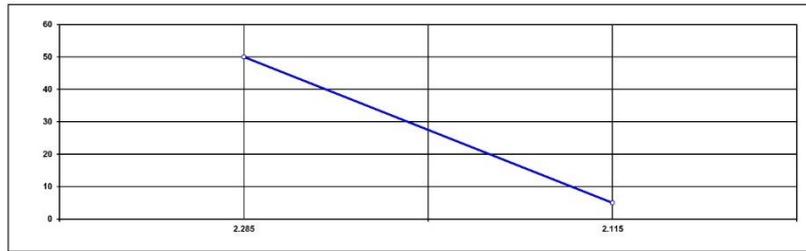
Elaborado por:  
 Miguel Ángel Afaro Huaynay  
 Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HISGEOLAB S.A.C.  
 Firma:

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil DPT 36346  
 HISGEOLAB S.A.C.  
 Firma:

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	8 de 9

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante(s)</b>	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)



N° de Muestras	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1206.9	1202.4	1204.4	1208.7
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1211.2	1208.1	1215.0	1219.3
3.- Peso por Desplazamiento	683.2	681.7	645.8	647.5
4.- Volumen de la Briqueta	528.0	526.4	569.2	571.8
5.- Peso Unitario ( Gr./cc)	2.286	2.284	2.116	2.114
<b>PROMEDIOS</b>	<b>2.285</b>		<b>2.115</b>	

2.285	2.115
50	5

1
0.170
(0EB(50) - 0EB(5))

<b>IC =</b>	<b>5.88</b>
-------------	-------------

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma: 

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma: 

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ENSAYO DE INMERSIÓN COMPRESIÓN (MTC E 518)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>9 de 9</b>

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante(s)</b>	: Janyñ Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Tipo de muestra</b>	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Mezcla de agregados (Grava triturada/Arena triturada)

N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo	
	01	02	Promedio	04	05
1 Diámetro	10.1	10.1		10.1	10.1
2 Espesor	6.8	6.5		6.6	6.6
3 Contenido de Cemento Asfáltico	5.20	5.20		5.20	5.20
4 Peso Probeta al Aire	1204.3	1206.1		1205.0	1203.7
5 Peso de la Probeta Saturada (60°)	1205.8	1207.9		1205.4	1204.9
6 Peso de la Probeta en el Agua	697.0	700.0		698.0	699.0
7 Volumen de la Probeta	508.8	507.9		507.4	505.9
8 Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.367	2.375		2.375	2.379
9 Estabilidad sin corregir	1210	1190		905	1008
10 Factor Estabilidad	1.04	1.04		1.04	1.04
11 Estabilidad corregida (kg)	1258	1238		941	1048
12 Promedio Estabilidad ( 30 Minutos) (kg)	<b>1248</b>				
13 Promedio Estabilidad ( 24 Horas ) (kg)				<b>995</b>	
14 Resistencia retenida (%)				<b>80</b>	

Observaciones :

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 58346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**Anexo 6.4: Moldeo de Núcleos con Asfalto Modificado con  
melaza residual de caña de azúcar**

	<b>INFORME</b>					<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN		
	<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (ASTM D 6927)</b>					<b>Versión</b>	01		
						<b>Fecha</b>	03-01-2022		
						<b>Página</b>	1 de 6		
<b>DATOS GENERALES</b>									
<b>Solicitante</b>	: Janyrn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre								
<b>Universidad</b>	: César Vallejo								
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil								
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".								
<b>Ubicación</b>	: Chimbote								
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022								
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
<b>Tipo de muestra</b>	: Moldeo de núcleos con el óptimo 5.2 % de asfalto del diseño patrón (Diseño MAC con asfalto convencional 60/70)								
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"								
<b>Descripción</b>	: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 5.0 % de melaza residual de la caña de azúcar								
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>
<b>% PASA MATERIAL</b>	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3
<b>ESPECIFICACIONES</b>	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
<b>BRQUETA N°</b>					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					<b>5.2</b>			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.89			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.44			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.023			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.680			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.747			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briketa cm								
12	Peso de la briketa al aire (gr)				1201.7	1202.2	1202.2		
13	Peso de la briketa al agua por 60 '(gr)				1202.8	1203.2	1203.2		
14	Peso de la briketa desplazada (gr)				710.1	710.1	709.3		
15	Volumen de la briketa por desplazamiento (cc)				492.7	493.1	493.9		
16	Peso Especifico Bulk de la Briketa				2.439	2.438	2.434	<b>2.437</b>	
17	Peso Especifico Máximo - Rica (ASTM D 2041)					2.523			
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)				3.3	3.4	3.5	<b>3.4</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.720			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.743			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.3			
22	% de Asfalto Efectivo					4.9			
23	Relación Filler/Betun					1.30			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.0	15.0	15.2	<b>15.1</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				77.9	77.7	76.9	<b>77.5</b>	
26	Flujo 0.01'(0,25 mm)				14.0	13.0	13.0	<b>13.3</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1153	1469	1327		
28	Factor de estabilidad				1.09	1.09	1.09		
29	Estabilidad Corregida				1257	1601	1446	<b>1435</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3591	4927	4451	<b>4323</b>	1700 - 4000

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



	<b>INFORME</b>					<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN		
	<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE</b>					<b>Versión</b>	01		
	<b>MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>					<b>Fecha</b>	03-01-2022		
	<b>(ASTM D 6927)</b>					<b>Página</b>	2 de 6		
<b>DATOS GENERALES</b>									
<b>Solicitante</b>	: Janry Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre								
<b>Universidad</b>	: César Vallejo								
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil								
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".								
<b>Ubicación</b>	: Chimbote								
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022								
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
<b>Tipo de muestra</b>	: Moldeo de núcleos con el óptimo 5.2 % de asfalto del diseño patrón (Diseño MAC con asfalto convencional 60/70)								
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"								
<b>Descripción</b>	: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 10.0 % de melaza residual de la caña de azúcar								
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>
<b>% PASA MATERIAL</b>	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3
<b>ESPECIFICACIONES</b>	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
<b>BRQUETA N°</b>					1	2	3	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.2				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				39.89				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				54.44				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.47				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.023				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.680				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.747				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1196.3	1198.5	1202.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)				1197.5	1200.4	1202.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				705.7	708.5	710.4		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				490.8	491.9	492.2		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta				2.437	2.437	2.444	2.439	
17	Peso Especifico Máximo - Rica (ASTM D 2041)				2.514				
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)				3.0	3.1	2.8	3.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.720				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.732				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.2				
22	% de Asfalto Efectivo				5.0				
23	Relación Filler/Betun				1.28		0.6 - 1.3		
24	V.M.A.				15.1	15.1	14.8	15.0	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				79.9	79.7	81.3	80.3	
26	Flujo 0.01'(0,25 mm)				14.0	12.0	12.0	12.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1350	1373	1542		
28	Factor de estabilidad				1.59	1.59	1.59		
29	Estabilidad Corregida				1472	1497	1681	1550	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4204	4989	5603	4932	1700 - 4000

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (ASTM D 6927)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante</b>	: Janyn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Tipo de muestra</b>	: Moldeo de núcleos con el óptimo 5.2 % de asfalto del diseño patrón (Diseño MAC con asfalto convencional 60/70)
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 15.0 % de melaza residual de la caña de azúcar

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					<b>5.2</b>			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.89			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.44			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.023			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.680			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.747			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1208.1	1208.2	1198.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1209.1	1209.4	1199.5		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				715.3	714.3	708.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				493.8	495.1	491.0		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta				2.446	2.440	2.441	<b>2.443</b>	
17	Peso Especifico Máximo - Rica (ASTM D 2041)					2.511			
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)				2.6	2.8	2.8	<b>2.7</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.720			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.729			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.1			
22	% de Asfalto Efectivo					5.1			
23	Relación Filler/Betun					1.25			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.7	15.0	14.9	<b>14.9</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				82.4	81.1	81.3	<b>81.6</b>	
26	Flujo 0.01'(0,25 mm)				12.0	12.0	11.0	<b>11.7</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1437	1392	1613		
28	Factor de estabilidad				1.39	1.39	1.39		
29	Estabilidad Corregida				1545	1518	1759	<b>1607</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5149	5059	6395	<b>5534</b>	1700 - 4000

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



	INFORME					Código	IF-TA-JCLV/JLVA-PN			
	DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (ASTM D 6927)					Versión	01			
						Fecha	03-01-2022			
						Página	4 de 6			
DATOS GENERALES										
Solicitante	: Janyrn Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre									
Universidad	: César Vallejo									
Especialidad	: Ingeniería Civil									
Tema de tesis	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".									
Ubicación	: Chimbote									
Fecha de emisión	: 04/05/2022									
DATOS DE LA MUESTRA										
Tipo de muestra	: Moldeo de núcleos con el óptimo 5.2 % de asfalto del diseño patrón (Diseño MAC con asfalto convencional 60/70)									
Identificación	: Cantera "Ruben"									
Descripción	: Moldeo de núcleos con asfalto modificado con 20.0 % de melaza residual de la caña de azúcar									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	85.1	71.9	57.9	49.1	23.5	13.5	6.3	
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
BRQUETA N°						2	3	PROMEDIO		ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.2				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.89				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.44				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.023				
6	Peso Especifico de la Arena > N°4 (Bulk) gr/cc					2.680				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.747				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)					1199.2	1201.8	1199.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)					1200.4	1202.5	1199.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)					709.3	712.0	709.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)					491.0	490.4	490.2		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta					2.442	2.451	2.446	2.446	
17	Peso Especifico Máximo - Rica (ASTM D 2041)					2.498				
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)					2.2	1.9	2.1	2.1	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.720				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.712				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.1				
22	% de Asfalto Efectivo						5.1			
23	Relación Filler/Betun						1.24			0.6 - 1.3
24	V.M.A.					14.9	14.6	14.8	14.7	14
25	% Vacíos llenos con C.A.					85.0	87.0	85.9	86.0	
26	Flujo 0.01'(0,25 mm)					11.0	10.0	11.0	10.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)					1476	1592	1689		
28	Factor de estabilidad					1.59	1.59	1.59		
29	Estabilidad Corregida					1609	1735	1811	1728	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo					5850	6941	6695	6495	1700 - 4000

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TA-JCLV/JLVA-PN
	<b>ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D 2041)</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	5 de 6

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante(s)</b>	: Jany Cory Lozada Vergara / Jorge Luis Velasquez Aguirre
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".
<b>Ubicación</b>	: Chimbote
<b>Fecha de emisión</b>	: 04/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Moldeo de núcleos con el óptimo % de asfalto del diseño patrón (Diseño MAC con asfalto convencional 60/70)
<b>Identificación</b>	: Cantera "Ruben"
<b>Descripción</b>	: Moldeo de núcleos con asfalto modificado variando % de melaza residual de la caña de azúcar

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	8047.0	8047.0	8047.0	8047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	7713.9	7711.0	7709.0	7706.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8915.0	8915.0	8917.0	8915.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1201.1	1204.0	1208.0	1209.0	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	476.1	479.0	481.0	484.0	
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.523	2.514	2.511	2.498	
ASFALTO MODIFICADO CON MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	

Observaciones :

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**





**INFORME**  
**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE**  
**MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**  
**(ASTM D 6927)**

Código	IF-TA-UCLMULVA-PH
Versión	01
Fecha	03-01-2022
Página	6 de 6

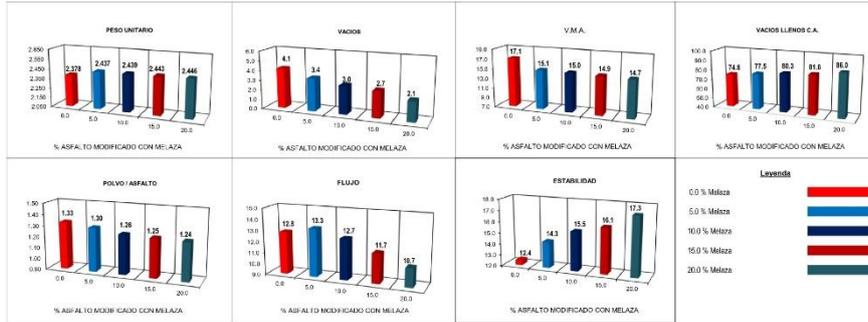
**DATOS GENERALES**

Solicitante : Jerry Cony Lozada Vergara / Jorge Luis Velásquez Aquino  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : "Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melaza residual de la caña de azúcar, Chimbote 2022".  
 Ubicación : Chimbote  
 Fecha de emisión : 04/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo de muestra : Moldeo de núcleos con el óptimo % de asfalto del diseño patrón (Diseño MAC con asfalto convencional 60/70)  
 Identificación : Cartera "Tubos"  
 Descripción : Moldeo de núcleos con asfalto modificado variando % de melaza residual de la caña de azúcar

**COMPARATIVO DE RESULTADOS VARIANDO EL % DE MODIFICACIÓN DEL ASFALTO CON MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR**  
**GRÁFICOS DE BARRAS**



**DATOS**

% ASF. MOD. CON MEL.	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0
PESO UNITARIO	2373	2437	2439	2443	2446
VACIOS	4.1	3.4	3.0	2.7	2.1
V.M.A.	17.1	15.1	15.0	14.9	14.7
VACIOS LLENOS C.A.	74.8	77.5	80.3	81.6	85.0
POLVO/ASF.	1.33	1.38	1.28	1.25	1.24
FLUJO	12.8	13.3	12.7	11.7	10.7
ESTABILIDAD	15.4	14.3	15.5	15.5	17.3

Elaborado por:  
 Miguel Ángel Alfaro Huaynay  
 Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 MISGEOLAB S.A.C.  
 Firma:

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil USP 56346  
 MISGEOLAB S.A.C.  
 Firma:

## **Anexo 7: Solicitud de la melaza residual de la caña de azúcar**

**CARTA N° 001-2022**

**Señor:**

ROGERS BERMEJO SANCHEZ

Ingeniero superintendente de gestión humana

Presente:

ASUNTO: SOLICITO FACILIDADES PARA BINDAR MELAZA RESIDUAL DE LA CAÑA DE AZUCAR A BACHILLERES EN INGENIERIA CIVIL DEL TALLER DE ELABORACION DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

Mediante el presente, hago llegar mi saludo personal, a la vez solicitarle a su despacho dar las facilidades necesarias para que mi compañera y yo en calidad de bachilleres en ingeniería civil del Taller de Elaboración de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo, se nos pueda brindar 3 galones de melaza residual de la caña de azúcar que en su empresa se obtiene.

Es preciso indicar que dicho material será usado para el desarrollo de la elaboración de tesis titulado: "Estudio De Mezclas Asfálticas Modificadas Con La Melaza Residual De La Caña De Azúcar, Chimbote 2022".

**DATOS DE LOS RESPONSABLES**

- LOZADA VERGARA, JANYN CORY  
Código: 5000093868
- VELASQUEZ AGUIRRE JORGE LUIS  
Código: 7002775777

Por lo expuesto, le reitero mi solicitud de brindar facilidades, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera de una pronta y favorable respuesta a esta solicitud, nos despedimos.

**Atentamente**



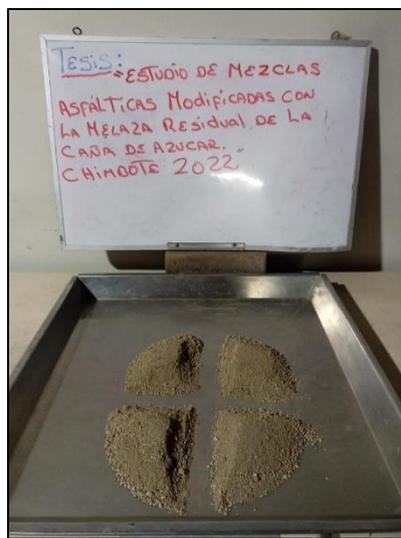
BACH. VELASQUEZ AGUIRRE  
JORGE LUIS  
70257636



## **Anexo 8: Panel fotográfico**



**Foto N°01:** Cantera Rubén.



**Foto N°02:** Caracterización del agregado fino.



**Foto N°03:** Caracterización del agregado grueso.



Foto N°04: Combinación del cemento asfáltico y la melaza.

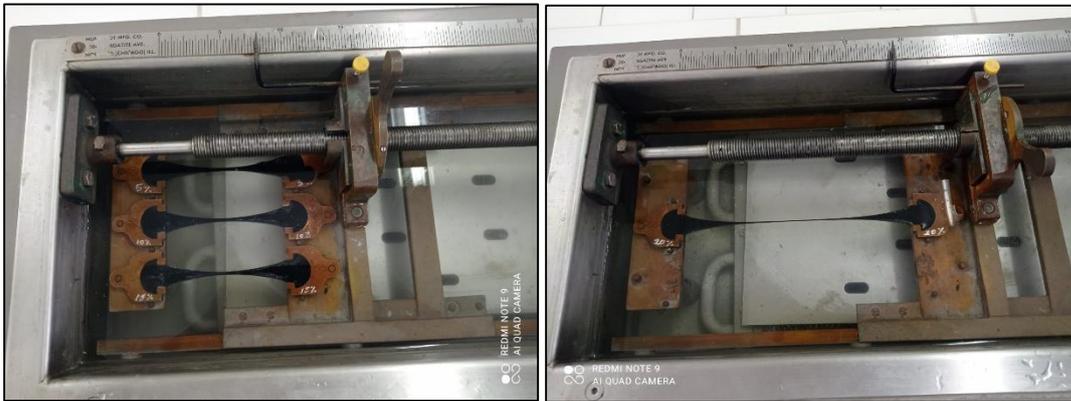


Foto N°05: Ensayo de ductibilidad.

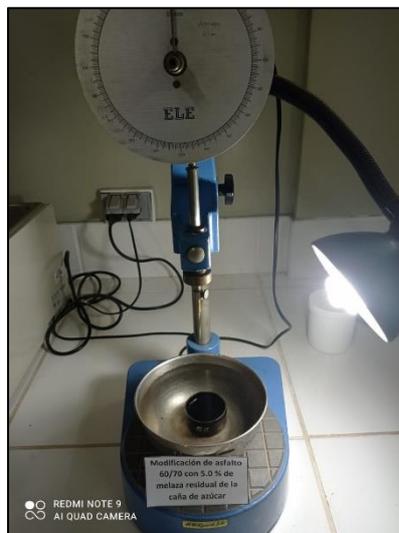


Foto N°06: Ensayo de Penetración.



**Foto N°07:** Ensayo de Punto de ablandamiento.



**Foto N°08:** Ensayo de Punto de inflamación.



**Foto N°09:** Ensayo de Viscosidad.



Foto N°10: Núcleos para hallar el porcentaje óptimo de asfalto.



Foto N°11: Compactación de núcleos de la mezcla asfáltica modificada.



Foto N°12: Núcleos de la mezcla asfáltica modificada con la melaza.



**Foto N°13:** Briquetas en baño maría.



**Foto N°14:** Ensayo en la Prensa Marshall

## **Anexo 9: Certificación de calibración de equipos**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17263 - 2021

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2021 - 07 - 28

Página 1 de 3

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPI LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN MAQUINA DE ABRASIÓN  
Marca METROTEST  
Modelo MC - 152  
N° de serie 112  
Procedencia PERUANA  
Identificación No indica  
Fecha de Calibración 2021 - 06 - 25  
Ubicación LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF: 0316

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 17254 - 2021**

PROFORMA 5341A Fecha de emisión : 2021-07-01

SOLICITANTE INGEPAV INGENEROS S.A.C.  
Dirección CAL.21 MZA.Z LOTE. 34 URB. COOPPI LIMALIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** BALANZA  
Tipo ELECTRÓNICA  
Marca OHAUS  
Modelo PAJ4102  
N° de Serie B641138449  
Capacidad Máxima 4100 g  
Resolución 0,01 g  
División de Verificación 0,1g  
Clase de Exactitud II  
Capacidad Mínima 5 g  
Procedencia CHINA  
N° de Parte No indica  
Identificación No indica  
Ubicación LABORATORIO  
Variación de AT local 10°C  
Fecha de calibración 2021-06-20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basados a la Norma

Técnica Peruana 150/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema internacional de Unidades (SI)

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO O CALIBRACIÓN**  
La Calibración se realizó por comparación directa entre los indicadores de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesa patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarto Edición Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 17251- 2021

PROFORMA 5341A Fecha de emisión : 2021-07-01

SOLICITANTE NGEPAV INGENIEROS S.A.C.  
Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPIP LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** **BALANZA**  
Tipo ELECTRÓNICA  
Marca OHAUS  
Modelo R31930  
N° de Serie 8335450116  
Capacidad Máxima 30000g  
Resolución 1g  
División de Verificación 10 g  
Clase de Exactitud III  
Capacidad Mínima 200 g  
Procedencia CHINA  
Identificación No Indica  
Ubicación LABORATORIO  
Variación de AT local 10°C  
Fecha de Calibración 2021-06-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales de acuerdo con el Sistema internacional de Unidades (SI)

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar instrumentos a intervalos apropiados

### MÉTODO O CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación directa entre los indicadores de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesa patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición Mayo 2019. DM - INACAL

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 17264 - 2021**

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2021 - 07 - 28

Página 1 de 5

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPI LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** BAÑO TERMOSTÁTICO  
**Marca** METROTEST  
**Modelo** No indica  
**N° de serie** 43- 1L12NB11BR BAWAS  
**Líquido termostático** Agua destilada  
**Muestra** Briqueta de asfalto  
**Procedencia** PERU.  
**Identificación** 146  
**Fecha de Calibración** 2021 - 06 - 25  
**Ubicación** LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma

Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestra termómetro patrón según Procedimiento PC - 019 "Procedimiento de calibración para baños termostáticos" Primera Edición Abril 2009 SNM - INDECOPI

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17259 - 2021

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2021 - 07 - 28

Página 1 de

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPI LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN COPA CASAGRANDE  
Marca PINZUAR  
Modelo PS - 11  
N° de serie 1892  
Procedencia COLOMBIA  
Identificación No indica  
Fecha de Calibración 2021 - 06 - 25  
Ubicación LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con el sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 010 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición Junio 2009. SNM - NDECOP1.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17259 - 2021

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión: 2021 - 07 - 28

Página 1

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPI LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DUCTILOMETRO  
 Marca HUMBOLDT  
 Modelo H-10687  
 N° de serie 1068672  
 Procedencia LABORATORIO  
 Identificación No indica  
 Fecha de Calibración 2021 - 07 - 21  
 Ubicación LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con patrones de longitud calibrados por el SNM-INDECOPI.

### PATRÓN DE MEDICIÓN

Instrumento	Marca	Modelo	Trazabilidad
Regla metálica	MITUTOYO	N°. 182-300	SNM-INDECOPI
Cronómetro	CASIO	HS-70W	SNM-INDECOPI

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,4 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	48,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Pucuar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 17259 - 2021**

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2021 - 12 - 10

Página 1

SOLICITANTE : NGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOP PIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

EQUIPO	HORNO
Marca	METROTEST
Modelo	No indica
N° de serie	No indica
Tipo de Ventilación	Natural
Procedencia	PERUANA
Identificación	325
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TERMÓMETRO DIGITAL
Marca	AUTCOMP
Alcance	No indica
Resolución	0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR	DIGITAL
Marca	AUTCOMP
Alcance	No Indica
Resolución	0,1°C
Fecha de Calibración	2021 - 12 - 06
Ubicación	LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado da calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con el sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 010 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición Junio 2009. SNM • NDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CPF: 0316

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17255 - 2021

PROFORMA : 5230A

Fecha de emisión: 2021 - 07 - 28

Página 1

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	PENETRÓMETRO
Marca	ELE INTERNATIONAL
Modelo	AP-210Y
N° de serie	NO INDICA
Procedencia	USA
Tipo	ANALÓGICO
Alcance máximo	400 mm
División mínima	0,1 mm
Identificación	CJ-4272
Fecha de Calibración	2021 - 07 - 21
Ubicación	LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lecturas del penetrómetro y bloques patrón planoparalelos utilizando el "procedimiento de calibración de INDECOPI / SNM PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de cuadrantes (usando bloques).

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,4 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	48,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Puucur  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17257 - 2021

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2021 - 12 - 14

Página 1

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA. Z LOTE.34 URB.COOPPIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRENSA MARSHALL  
Marca No indica  
Modelo MA - 75  
N° de serie 156  
Intervalo de indicación 0 - 5000Kg  
Procedencia PERUANA  
Identificación No indica  
Fecha de Calibración 2021 - 12 - 07  
Ubicación LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

MÉTODO DE CALIBRACIÓN  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando el PIC 023  
Procedimiento para la calibración de prensas, celdas y anillos de carga

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF: 0316