



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica
mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de
Carabayllo – Lima - 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Chochabot Prenón, Jose (ORCID: 0000-0002-5303-3143)

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

Chochabot Prenon, Jose

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo, a mi asesor y maestro el Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo por brindarme todo su apoyo en el desarrollo de mi tesis.

Chochabot Prenon, Jose

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1 Tipo y diseño de la investigación	10
3.2 Variables y operacionalización.....	10
3.3 Población, muestra y muestreo	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5 Procedimientos.....	13
3.6 Manejo de análisis de datos	13
3.7 Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	17

V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	49
Anexo 1.....	50
Matriz de operacionalización de variables.	50
Anexo 2.....	52
Matriz de consistencia.	52
Anexo 3.....	54
Ficha de validación.....	54
Anexo 4.....	57
Indicadores para evaluar instrumento.....	57
Anexo 5.....	61
Planos.....	61
Anexo 6.....	64
Panel fotográfico.....	64
Anexo 7.....	71
Ensayos.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).....	17
Tabla 2: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 1%.....	18
Tabla 3: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 3%.....	20
Tabla 4: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 5%.....	22
Tabla 5: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 7%.....	24
Tabla 6: Parámetros de la mezcla para asfalto al 1% de plástico reciclado.....	26
Tabla 7: Parámetros de la mezcla para asfalto al 3% de plástico reciclado.....	27
Tabla 8: Parámetros de la mezcla para asfalto al 5% de plástico reciclado.....	28
Tabla 9: Parámetros de la mezcla para asfalto al 7% de plástico reciclado.....	29
Tabla 10: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 1% de plástico reciclado.	30
Tabla 11: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 3% de plástico reciclado.	30
Tabla 12: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 5% de plástico reciclado.	30
Tabla 13: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 7% de plástico reciclado.	31
Tabla 14: Características de pavimento de asfalto convencional y aplicando residuos de plástico reciclado al 3%.	31
Tabla 15: Costo de producción de mezcla asfáltica convencional.	34
Tabla 16: Costo de producción de mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado.	35
Tabla 17: Comparación del costo de producción de mezcla asfáltica convencional y mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado.....	36

Tabla 18: Vida útil del pavimento.	36
Tabla 19: Resumen del diseño de pavimento flexible.....	37
Tabla 20: Matriz de operacionalización de variables.	51
Tabla 21: Matriz de consistencia.	53
Tabla 22: Ficha de validación.....	55
Tabla 23: Ficha de validación.....	56
Tabla 24: Indicadores para evaluar instrumento Ingeniero N°1.	58
Tabla 25: Indicadores para evaluar instrumento Ingeniero N°2.	59
Tabla 26: Indicadores para evaluar instrumento Ingeniero N°3.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pavimento flexible.	8
Figura 2: Ubicación de la zona en estudio.....	14
Figura 3: Conteo vehicular.	16
Figura 4: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 1% de plástico reciclado.	19
Figura 5: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 3% de plástico reciclado.	21
Figura 6: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 5% de plástico reciclado.	23
Figura 7: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 7% de plástico reciclado.	25
Figura 8: Comparación estadística de las mezclas asfálticas de acuerdo a sus propiedades.	32
Figura 9: Comparación estadística entre el flujo de la mezcla convencional y la mezcla con incorporación de plástico.	32
Figura 10: Comparación entre las rigideces de la mezcla convencional y la mezcla con incorporación de residuos plásticos.	33
Figura 11: Comparación del uso de asfalto entre la mezcla convencional y mezcla con incorporación de plástico.....	33
Figura 12: Plano de ubicación.	62
Figura 13: Plano secciones transversales – inventario vial.	63
Figura 14: Foto 01- Medición de la calzada.....	65
Figura 15: Foto 02 - Medición de la vereda y ancho de retiro.....	66
Figura 16: Foto 03 - Medición del ancho de retiro.	67
Figura 17: Foto 04 - Medición del ancho de retiro.	68
Figura 18: Foto 05 - Medición del ancho de retiro.	69
Figura 19: Foto 06 - Medición del ancho de retiro.	70

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo – Lima – 2020”, tiene como finalidad el diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET), debido a que actualmente en la Av. Las Lomas de Carabaylo existe una carencia de pavimento eficiente que permita un tránsito fluido de vehículos y contribuya a evitar los accidentes de tránsito.

El tipo de investigación es cuantitativo de tipo aplicada y un diseño no experimental – descriptivo. La técnica que se utilizó es el levantamiento de información de campo para ambas variables y el instrumento los formatos de técnica de pruebas del ensayo Marshall y el IMDA para ambas variables.

Finalmente se determinó un diseño implementando un 3% de residuos plásticos a emplearse y obteniéndose una estructura de pavimento conformada por un espesor de carpeta asfáltica con incorporación de plástico de 5 cm, una base granular de 15 cm y una subbase granular de 15 cm, obteniendo un pavimento flexible más eficiente que contribuye a mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Las Lomas de Carabaylo.

Palabras clave: Pavimento flexible, carpeta asfáltica, residuos plásticos.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Design of flexible pavement suitable for improved asphalt layer adding recycled plastic waste, in Lomas de Carabaylo - Lima - 2020", aims to design flexible pavement with improved asphalt layer adding plastic waste (PET), due to that currently on Av. Las Lomas de Carabaylo there is a lack of efficient pavement that allows a smooth traffic of vehicles and helps to avoid traffic accidents.

The type of research is quantitative of applied type and a non-experimental - descriptive design. The technique that was used is the gathering of field information for both variables and the instrument the test technique format of the Marshall test and the IMDA for both variables.

Finally, a design was determined implementing 3% of plastic waste to be used and obtaining a pavement structure made up of an asphalt layer thickness with plastic incorporation of 5 cm, a granular base of 15 cm and a granular subbase of 15 cm, obtaining a more efficient flexible pavement that contributes to improving vehicular traffic on Ave. Las Lomas de Carabaylo.

Keywords: Flexible pavement, asphalt layer, plastic waste.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el distrito de Carabaylo de uno de los distritos emergentes más importantes de la Ciudad de Lima. Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2017, este distrito posee una población total de 320392 habitantes, con una densidad demográfica de 923.64 hab/km².

Debido a que el distrito de Carabaylo constituye una zona recién en proceso de consolidación, presenta carencias de condiciones de calidad de vida para sus habitantes, que poco a poco se están mejorando gracias a la fama que está cobrando en los últimos años este distrito y a la venta de terrenos. Una de las carencias que presenta este distrito es la falta de pavimentación de sus avenidas. Es en este contexto que se enmarca el tema elegido para la presente tesis, puesto que la carencia de pavimento en la Av. Las Lomas de Carabaylo ha provocado un incremento de las enfermedades respiratorias en la población, por ello en la presente investigación se realizará el diseño de pavimento flexible con la incorporación de residuos plásticos reciclados con fines de solucionar esta problemática, elevar la calidad de vida de la población y mejorar la transitabilidad vehicular en la zona en estudio.

Ante la problemática se plantea la siguiente pregunta de carácter general ¿De qué manera podemos diseñar adecuadamente porcentajes de materiales plásticos reciclados para mejorar la carpeta asfáltica? Además, se plantean tres problemas específicos, el primero ¿En cuánto se incrementa su resistencia frente a las deformaciones constantes en una mezcla modificada con residuos plásticos reciclados?, segundo ¿Cómo la adición de residuos plásticos reciclados en las mezclas asfálticas incrementa la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores? y por último ¿Es rentable económicamente la incorporación de residuos plásticos reciclados dentro del diseño de la mezcla asfáltica?

En tal sentido la investigación presenta una justificación tecnológica debido a que brindará un mayor conocimiento sobre la implementación de materiales plásticos reciclados dentro de la mezcla asfáltica del pavimento a diseñarse con el fin de optimizar el desempeño, la resistencia y la durabilidad de dicho pavimento que actualmente en la Av. Las Lomas de Carabayllo no existe. De igual forma, presenta una justificación social debido a que el tema elegido para la presente tesis será favorable y saludable para la población que vive en los alrededores o transiten en Av. Las Lomas de Carabayllo debido a que contribuye a mejorar la transitabilidad vehicular, así como también se reducirá las enfermedades respiratorias en la población ocasionado por la polvareda producto del tránsito de los vehículos por el mal estado del pavimento en la zona dándoles una mejor calidad de vida a la población. Por otra parte, se justifica económicamente ya que al diseñarse el pavimento flexible con incorporación de residuos plásticos se evitarán pérdidas económicas debido a trabajos de mantenimientos constantes que un pavimento convencional, agregando que su fabricación es económicamente más rentable.

Por otro lado, la investigación determina como hipótesis general, las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados son mejores en sus características mecánicas frente a mezclas asfálticas convencionales. Por otra parte, la primera hipótesis específica establece que las mezclas asfálticas con residuos plásticos presentan una mayor resistencia frente a las deformaciones causadas por las cargas. En la segunda hipótesis específica se señala que las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados poseen mayor estabilidad Marshall que le permite soportar cargas mayores, y en la tercera hipótesis específica se establece que las mezclas asfálticas con residuos plásticos generan un impacto económico menor tanto en gastos operativos como de mantenimiento.

En relación con los objetivos, resulta imprescindible mencionar que la presente tesis tiene como objetivo general diseñar pavimento flexible con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET) en Lomas de Carabayllo. Asimismo, presenta 3 objetivos específicos. El primero, determinar el porcentaje de incremento de la resistencia de la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados frente a las deformaciones constantes. El segundo, determinar el porcentaje de incremento de la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores en la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados y el tercero, determinar la rentabilidad económica del diseño de la mezcla asfáltica adicionando residuos plásticos reciclados.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Arteaga (2018) señala en la tesis titulada “Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de Residuos PET Reciclado”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Colombia-Colombia, tiene como objetivo principal, analizar cómo se comporta la base granular modificada con cemento luego de realizar el reemplazo del 2%, 4% y 6% de material granular por el empleo de PET reciclado, y con ello poder comprobar si éste puede llegar a ser empleado como estabilizante. La metodología que se empleó en esta investigación, y es importante decirlo, fue de tipo de descriptiva. Se puede mencionar, como conclusión general de la investigación, que el PET, debido a sus propiedades de impermeabilidad, no llega a modificar o cambiar ninguna parte de humedad que posee la base granular, por lo que ésta se caracteriza por mantenerse constante a la óptima según lo obtenido de las comprobaciones de humedad que se llevaron a cabo.

Forigua y Pedraza (2014) señala en la tesis titulada “Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos”, tesis para obtener el grado académico de Especialista en Ingeniería de Pavimentos por la Universidad Católica de Colombia, tiene como objetivo principal, llevar a cabo el diseño de las mezclas asfálticas modificadas gracias a la incorporación de residuos plásticos. Es importante mencionar que la metodología de la cual se hizo uso fue de tipo explicativa. Como conclusión general, obtenida en esta investigación, se puede mencionar que el porcentaje más apropiado a emplearse y que optimiza de gran manera las propiedades mecánicas que posee el asfalto, es de un valor de 0.4% de residuos plásticos en relación con el peso que posee la muestra.

Marcillo (2018) señala en la tesis titulada “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden”, tesis para

obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil - Ecuador, posee como objetivo principal, llevar a cabo el análisis del desempeño de la mezcla asfáltica modificada gracias a incorporación de plástico reciclado. Es imprescindible mencionar que la metodología de la cual se hizo uso fue de tipo descriptiva. Asimismo, resulta importante mencionar, como conclusión general obtenida de esta investigación, que la mezcla modificada óptima de la investigación quedó constituida por 25%Cisko+30%Arena+20%Piedra 3/4+25%Piedra 1/2, 6.10% de asfalto y 3% de plástico.

Huertas y Cazar (2014) señala en la tesis titulada “Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico AC-20”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad de las Fuerzas Armadas-Ecuador, tiene como objetivo principal, plantear una alternativa que permita realizar el reciclaje de botellas que estén hechas de plástico y que hayan sido empleadas en bebidas de tipo carbonatadas y agua (éstas son clasificadas como PET de tipo I), y ello con el fin de poder utilizarlas en la fabricación de pavimentos asfálticos. Es importante mencionar que la metodología empleada para esta investigación se caracterizó por ser de tipo descriptiva. Como conclusión general obtenida, luego de realizarse esta investigación, podemos mencionar que se apreció que las briquetas modificadas gracias al empleo del PET llegaron a tener valores mayores de flujo, así como también de estabilidad, es decir se logró obtener un pavimento de mayor resistencia.

Ortíz (2017) señala en la tesis titulada “Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall”, tesis realizada con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad de San Carlos de Guatemala – Guatemala, posee como objetivo principal, llevar a cabo una comparación de las propiedades físicas y de tipo mecánicas entre una mezcla asfáltica que se caracterizó por ser de tipo convencional y una mezcla asfáltica a la que se incorporó PET como agregado. La metodología de la cual se hizo uso fue de tipo descriptiva. Y, asimismo, la conclusión general que se obtuvo en la presente

investigación fue que, empleando la metodología Marshall se pudo apreciar que la mezcla asfáltica con incorporación de PET presentó un desempeño que no llegó a ser óptimo, por lo que se pudo afirmar que no cumplió con lo estipulado en las normas brindadas por la ASTM.

Antecedentes nacionales

Ramírez y Tananta (2019) señalan en la tesis titulada “Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad César Vallejo – Perú, posee como objetivo principal, llevar a cabo el diseño de la carpeta asfáltica mediante la incorporación de plástico reciclado con la finalidad de poder optimizar el tránsito en la zona en estudio mencionada. Es importante señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue de tipo descriptiva. Asimismo, cabe resaltar que la conclusión general que se obtuvo con esta investigación fue que, se apreció un incremento de la rigidez de 159 kg en la mezcla asfáltica gracias a la incorporación de gránulos de plástico, lo cual se traduce en un incremento porcentual de 4.96% con respecto a la mezcla convencional, obteniéndose un pavimento con una mayor resistencia a las deformaciones.

Saravia y Vejarano (2019) señalan en la tesis titulada “Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Trujillo – Perú, se caracteriza por tener como objetivo principal, analizar cómo influye la incorporación del PVC reciclado en la resistencia a la abrasión y la capacidad de soporte del material de tipo granular a emplearse como base para el pavimento asfáltico en la carretera antes mencionada. Resulta importante señalar que la metodología empleada fue de tipo explicativa. Asimismo, es importante mencionar que la conclusión general que se obtuvo con esta investigación fue el logro de un diseño del pavimento flexible con base modificada con

policloruro de vinilo (PVC) reciclado para una sola etapa de 20 años, obteniendo una disminución de 5cm de la capa base respecto al diseño del pavimento flexible tradicional.

Escobar y Huincho (2017) señalan en la tesis que lleva por título “Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Huancavelica – Perú, posee como objetivo principal, analizar cómo influyen los parámetros de diseño para llevar a cabo el diseño de pavimento flexible, lo cual es necesario producto del deterioro del pavimento en dicha zona en estudio mencionada anteriormente. Se debe señalar que la metodología empleada se caracterizó por ser de tipo explicativa. Como conclusión general a la que se llegó en la presente investigación se puede mencionar que, al optimizar la carpeta asfáltica empleando 4 pulgadas entonces la base se incrementa de 11.5 cm a 30.5 cm, y logrando conservar un espesor de la sub base con 17 cm.

Navarro (2017) señala en la tesis titulada “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET”, tesis realizada con fines de obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Señor de Sipán-Perú, posee como objetivo principal, llevar a cabo la elaboración de una mezcla asfáltica con la incorporación de PET, determinando las características de estabilidad y flujo para pavimentos asfálticos. Se resalta el empleo de una metodología de tipo descriptiva. Al final se concluye que el empleo de PET ejerce una influencia positiva para cierto flujo vehicular, es decir, que el diseño planteado en esta investigación solo se aplica para un tránsito liviano.

Luque (2019) señala en la tesis titulada “Influencia de la incorporación del Tereftalato de Polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018”, tesis realizada con fines de obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional del Altiplano-Perú, posee como objetivo principal, determinar cómo se comporta del concreto asfáltico cuando se incorpora tereftalato de polietileno. La metodología de la cual se hizo uso fue de tipo correlacional. Al final se concluye que la incorporación del tereftalato de polietileno en

el concreto asfáltico en un porcentaje del 6.70%, como parte del asfalto y utilizando el método seco para su incorporación, permite alcanzar un ligero mejoramiento en el comportamiento de los parámetros que se emplean en el diseño Marshall, por lo que se le puede considerar como apropiado para ser usado como material conformante del concreto asfáltico.

Bases teóricas

Pavimento flexible

Sobre los pavimentos flexibles, Saravia y Vejarano (2019) señalan que:

Son pavimentos compuestos por una o varias capas de mezcla asfáltica. Se denomina flexible debido a que no son significativamente diferentes las rigideces de las capas del pavimento, por ende, este tipo de pavimento transmite los esfuerzos concentrados y deformaciones a las capas inferiores en una pequeña área por lo que la estructura del pavimento se deforma ante la aplicación de la carga. (p. 32).

Figura 1: Pavimento flexible.



Fuente: Propia.

Características del asfalto

Sobre el asfalto, Ramírez y Tananta (2019) señalan que:

El asfalto se caracteriza por ser un material bituminoso que presenta un color negro. Básicamente se encuentra conformado por asfáltenos resinas y aceites. Es importante mencionar que dichos elementos le brindan al asfalto consistencia, ductilidad y también, por supuesto, aglutinación. El asfalto puede ser sólido o semisólido y a temperatura normal posee propiedades cementantes. Es un material derivado del petróleo. (p. 23).

Pavimento con adición de gránulos de plástico modificado

Ramírez y Tananta (2019) señalan que:

Este pavimento se caracteriza por haberse incorporado gránulos de plásticos reciclados, los cuales son materiales estables aún en la ocurrencia de cambios de temperatura, por ello estos materiales se añaden al asfalto con fines de mejorar sus propiedades mecánicas reduciendo su susceptibilidad a cambios de humedad o de temperatura. Estos materiales también presentan la cualidad de poder incrementar la resistencia del pavimento frente a las deformaciones, así como a los esfuerzos repetidos con lo cual se disminuye la aparición de agrietamientos. (p. 35).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

- Enfoque

Cuantitativo, puesto que usa la recolección de datos para lograr comprobar la hipótesis, empleando análisis numérico. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, puesto que está dirigida a la solución de problemas prácticos y específicos en un área determinada, aplicando conocimientos existentes, y no creando nuevos conocimientos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- Diseño de investigación

No experimental, puesto que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y sólo se observa el fenómeno en su estado natural para después analizarlo. Y de corte transeccional o transversal porque recolecta datos en un solo momento. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- Nivel de investigación

Descriptivo, puesto que tiene por finalidad especificar las características de procesos, personas, objetos, etc., afín de que se sometan a un análisis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2 Variables y operacionalización

- Variable dependiente: Carpeta asfáltica adicionando residuos plásticos.
- Variable independiente: Diseño de pavimento flexible adecuado.

La matriz de operacionalización de variables se adjunta en el anexo 01.

La matriz de consistencia se adjunta en el anexo 02.

3.3 Población, muestra y muestreo

- Población: Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), la población es: “El conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174). En este sentido la presente investigación está conformada por los pavimentos flexibles existentes en el distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima.
- Muestra: Según Arias (2012) la muestra en una investigación puede ser definida como: “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). Se ha tomado como muestra el pavimento flexible existente en la zona Valle Sagrado de Carabayllo, distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima.
- Muestreo: Según Arias (2012) señala que: “El muestreo no probabilístico de tipo intencional es aquel en el que los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (p. 85). Para el muestreo se han realizado exploraciones de campo en la zona Valle Sagrado de Carabayllo, distrito de Carabayllo-Lima, recolectándose muestras para caracterizar los suelos y evaluando el estado del pavimento existente.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según el criterio de Arias (2012) define como instrumento: “aquellas que componen el conjunto de recursos o mecanismos orientados a recabar, preservar y transferir información de los fenómenos sobre los cuales se está investigando” (p. 67).

Las técnicas que se emplearon en la presente tesis fueron: la observación directa llevando a cabo visitas a las zonas de estudio, la experimentación con la aplicación de ensayos para lograr la determinación de las características del pavimento, el análisis e interpretación de la Normativa Vigente del MTC y fuentes bibliográficas consultadas sobre la adición de residuos plásticos en pavimentos de asfalto, y la evaluación de los

datos obtenidos en los diferentes ensayos realizados para examinar la calidad de los agregados.

Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012) define a los instrumentos como: “Cualquier medio o formato ya sea digital o en papel, utilizado para registrar o acopiar información y posteriormente poder procesarla, analizarla e interpretarla” (p. 16). Para la presente investigación se utilizó los siguientes instrumentos que se detallan a continuación:

Memorias de cálculo, que permitieron determinar la estructura del pavimento flexible con incorporación de residuos plásticos, así como el conteo vehicular en la vía en estudio para calcular el ESAL de diseño.

Ensayos como Marshall, análisis granulométrico.

Fichas de observación, para evaluar la zona en estudio y la serviciabilidad de la vía.

Validez y confiabilidad

(Hernández, 2014) define como validez al grado en que un instrumento realmente puede medir la variable en estudio.

La presente investigación se utilizó el criterio de juicio de expertos, quienes evaluaron al instrumento para saber si este tiene la capacidad para evaluar las variables en estudio.

Confiabilidad da como referencia al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto brinda los mismos resultados (Hernández, 2014).

Cabe mencionar que las mediciones de los datos serán precisas debido a que el laboratorio de pavimento cumple con todos requisitos para obtener un estándar de calidad óptima para la evaluación de las muestras para el diseño del pavimento flexible.

3.5 Procedimientos

Se llevó a cabo los siguientes procedimientos.

Revisión literaria. Se revisaron informes y/o estudios ambientales y atmosféricos en del distrito Carabaylo.

Realización de ensayos de caracterización de material.

Realización de pruebas de laboratorio del pavimento flexible con reciclado. Tenemos:

- Diseño de mezcla para pavimento flexible con reciclado
- Preparación de la mezcla.
- Realización de pruebas modificaciones de pavimentos flexible con reciclado

Finalmente se realiza el análisis de los resultados y se exponen las conclusiones finales:

- Comparación de resultados de pruebas.
- Realización sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

3.6 Manejo de análisis de datos

Los datos obtenidos en campo mediante la técnica de formatos (ficha técnica) van a ser analizados y comparados por medio de tablas y gráficos de acuerdo con las normas nacionales (MTC) e internacionales (AASHTO). El IMDA fue procesado a través de la siguiente formula:

$$IMDa = IMDs * FC$$

$$IMDs = \sum Vi / 7$$

Dónde:

IMDs= índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada.

IMDa= índice medio anual.

FC= factores de corrección estacional.

Vi= volumen vehicular diario por cada uno de los días de conteo.

Con respecto a las demás técnicas de recolección de datos para el diseño del pavimento flexible, van a ser procesados en tablas de Excel.

Análisis de la zona en estudio

Ubicación del área de estudio

El acceso a las diferentes zonas varía según la presencia de grupos humanos cercanos a las mismas. En algunos casos el acceso se realiza utilizando vías principales, las cuales permiten el transporte vehicular de la avenida principal de la zona de Valle Sagrado de Carabayllo.

Figura 2: Ubicación de la zona en estudio.



Fuente: Google Earth.

Estudio de Conteo Vehicular

Siguientes definiciones que debemos conocer:

Transito Anual (TA), cantidad de vehículos que transitan a lo largo de un año

Transito Mensual (TM), cantidad de vehículos que transitan a lo largo de un mes

Transito Semanal (TS), cantidad de vehículos que transitan en una semana

Tránsito Diario (TD), cantidad de vehículos que transitan en un día

Tránsito Horario (TH), cantidad de vehículos que transitan en una hora.

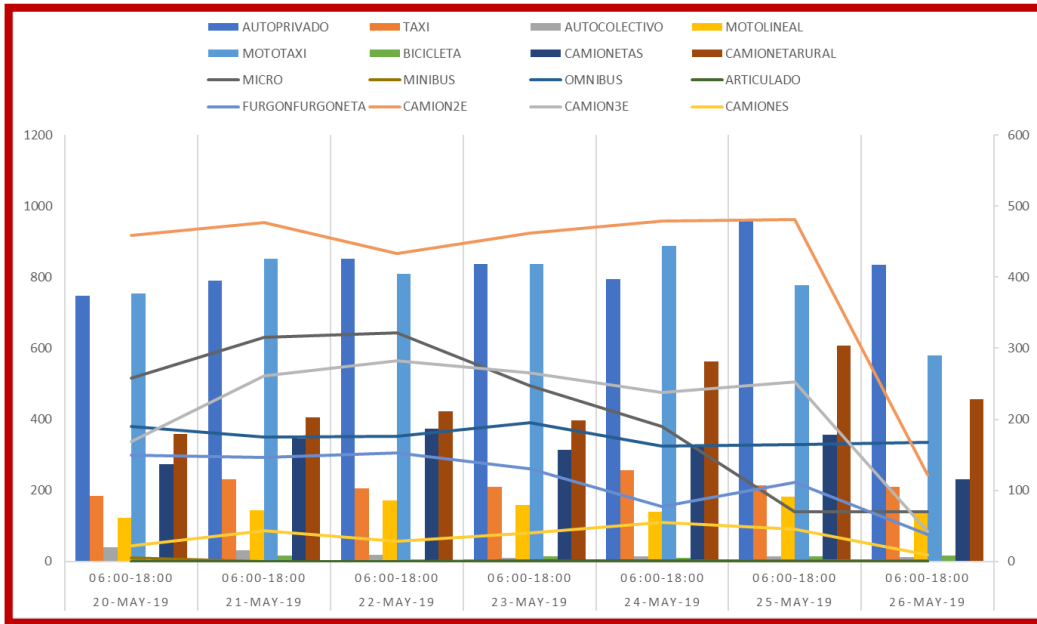
Volúmenes de Tránsito: cantidad de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo.

Densidad de Tránsito: cantidad de vehículos que ocupan un tramo de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro.

Índice Medio Diario Anual (IMD): Es el volumen total que pasa por una sección transversal o por un segmento de una carretera, en ambos sentidos, en un día promedio durante un año.

Índice Medio Diario Semanal (IMDs): Es el volumen total que pasa por una sección transversal o por un segmento de una carretera, en ambos sentidos, en un día promedio durante una semana.

Figura 3: Conteo vehicular.



Fuente: Elaboración Propia

3.7 Aspectos éticos

Toda la investigación expuesta en la presente tesis se ha llevado a cabo cumpliendo con reglas éticas, valores y principios, y respetando el derecho a la propiedad intelectual. Asimismo, es importante mencionar que se ha cumplido con todo lo establecido por el estilo ISO 690. En el desarrollo de la investigación se ha respetado el medio ambiente y se cumplió con las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC.)

IV. RESULTADOS

Para proceder al diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados en la Av. Las Lomas de Carabayllo, primero se procedió a revisar la normatividad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) vigente acerca de las mezclas asfálticas en caliente (MAC), expresándose en el siguiente cuadro, lo establecido para la gradación de los tipos de MAC:

Tabla 1: Gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

TAMIZ	% QUE PASA		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25.00 mm (1")	100	-	-
19.00 mm (3/4")	80-100	100	-
12.50 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9.50 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4.75 mm (N°4)	43-54	51-88	65-87
2.00 mm (N°10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N°40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N°80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N°200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Especificaciones técnicas 2013 MTC para construcción de vías terrestres.

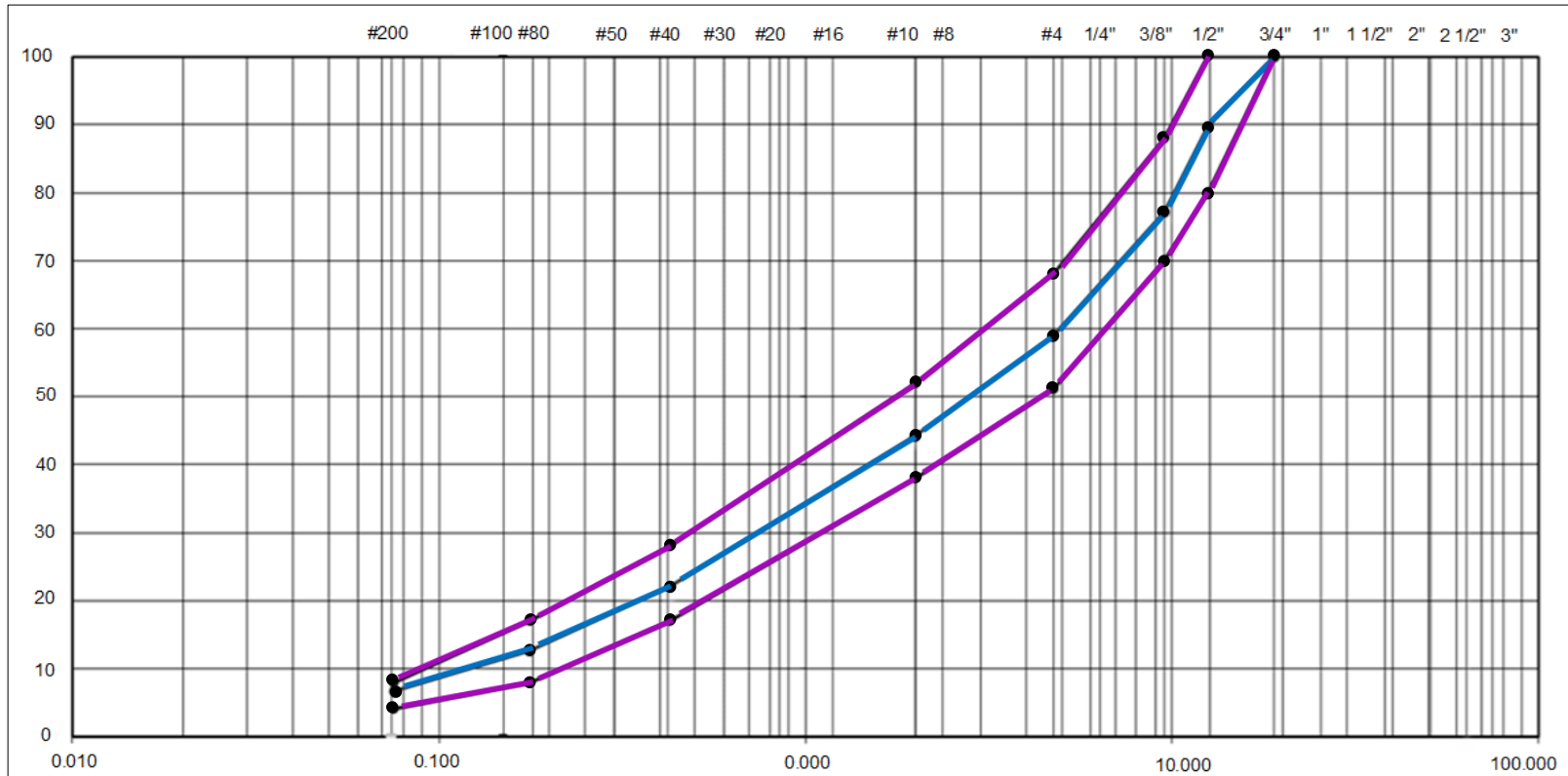
Tal como se ha mencionado con anterioridad, para la presente investigación se hizo uso del Método Marshall para el diseño de mezclas asfálticas. Se ha procedido a realizar mezclas con 4 porcentajes distintos de plástico reciclado adicionado, siendo estos: 1%, 3%, 5% y 7%. Todo ello se muestra a continuación, en los siguientes cuadros que se presentan:



Tabla 2: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 1%.

TAMICES	GRAVA <3/4"	ARENA CHANCADA <3/8"	ARENA PROCESADA <3/8"	RESIDUO DE PLÁSTICO	ESPECIFICACIONES MAC-2		MEZCLA 100%	TOLERANCIAS +/-	OBSERVACIONES
	41	34	24	1	Mínimo	Máximo			
1"									1"
3/4"	100	100	100	100	100	100	100		3/4"
1/2"	72.8	100	100	99.6	80	100	89.8	5	1/2"
3/8"	43.5	100	100	99.3	70	88	78.4	5	3/8"
N°4	1.8	99.4	97.9	92.4	51	68	59.3	5	N°4
N°10	0.6	76.8	71.4	28.6	38	52	44.6	4	N°10
N°40	0.4	38.4	38.2	0.7	17	28	22.4	3	N°40
N°80	0.3	20.9	23.7	0.1	8	17	12.7	3	N°80
N°200	0.2	10.3	12.8	0.1	4	8	6.9	2	N°200

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 1% de plástico reciclado.



LEYENDA		AGREGADOS	
	Curva granulométrica	Grava <3/4"	41.00%
	Especificaciones	Gravilla <1/2"	
COMBINACIÓN		Arena chancada <3/8"	34.00%
% Grava	40.70	Arena procesada <3/8"	24.00%
% Arena	59.30	Plástico triturado	1.00%
Total	100.00	Total	100.00%

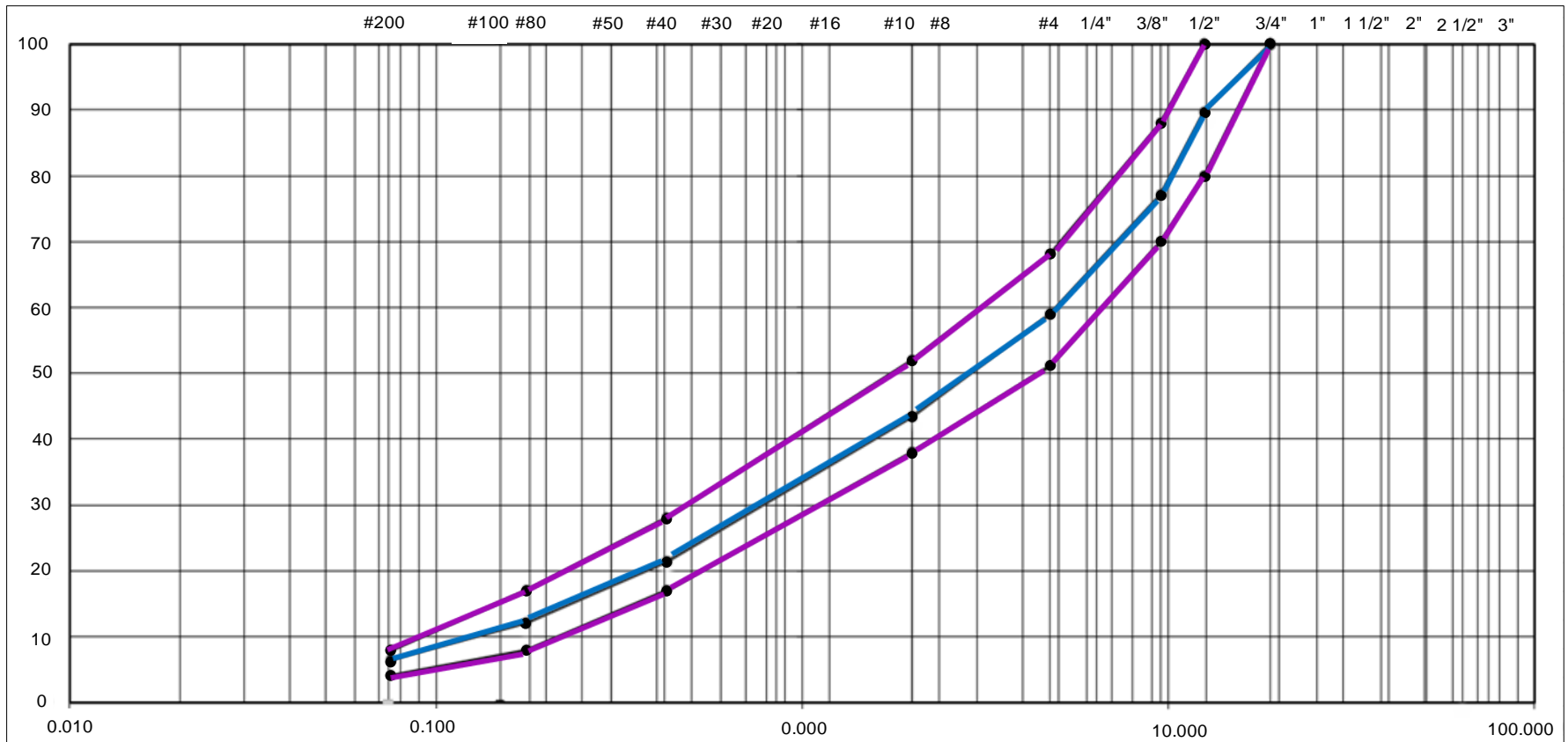
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 3%.

TAMICES	GRAVA <3/4"	ARENA CHANCADA <3/8"	ARENA PROCESADA <3/8"	RESIDUO DE PLÁSTICO	ESPECIFICACIONES MAC-2		MEZCLA 100%	TOLERANCIAS	OBSERVACIONES
	41	32	24	3	Mínimo	Máximo		+/-	
1"									1"
3/4"	100	100	100	100	100	100	100		3/4"
1/2"	72.8	100	100	99.6	80	100	89.8	5	1/2"
3/8"	43.5	100	100	99.3	70	88	78.4	5	3/8"
N°4	1.8	99.4	97.9	92.4	51	68	58.8	5	N°4
N°10	0.6	76.8	71.4	28.6	38	52	43.6	4	N°10
N°40	0.4	38.4	38.2	0.7	17	28	21.8	3	N°40
N°80	0.3	20.9	23.7	0.1	8	17	12.3	3	N°80
N°200	0.2	10.3	12.8	0.1	4	8	6.5	2	N°200

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 3% de plástico reciclado.



LEYENDA		AGREGADOS	
— Curva granulométrica		Grava <3/4"	41.00%
— Especificaciones		Gravilla <1/2"	
COMBINACIÓN		Arena chancada <3/8"	32.00%
% Grava	41.16	Arena procesada <3/8"	24.00%
% Arena	58.84	Plástico triturado	3.00%
Total	100.00	Total	100%

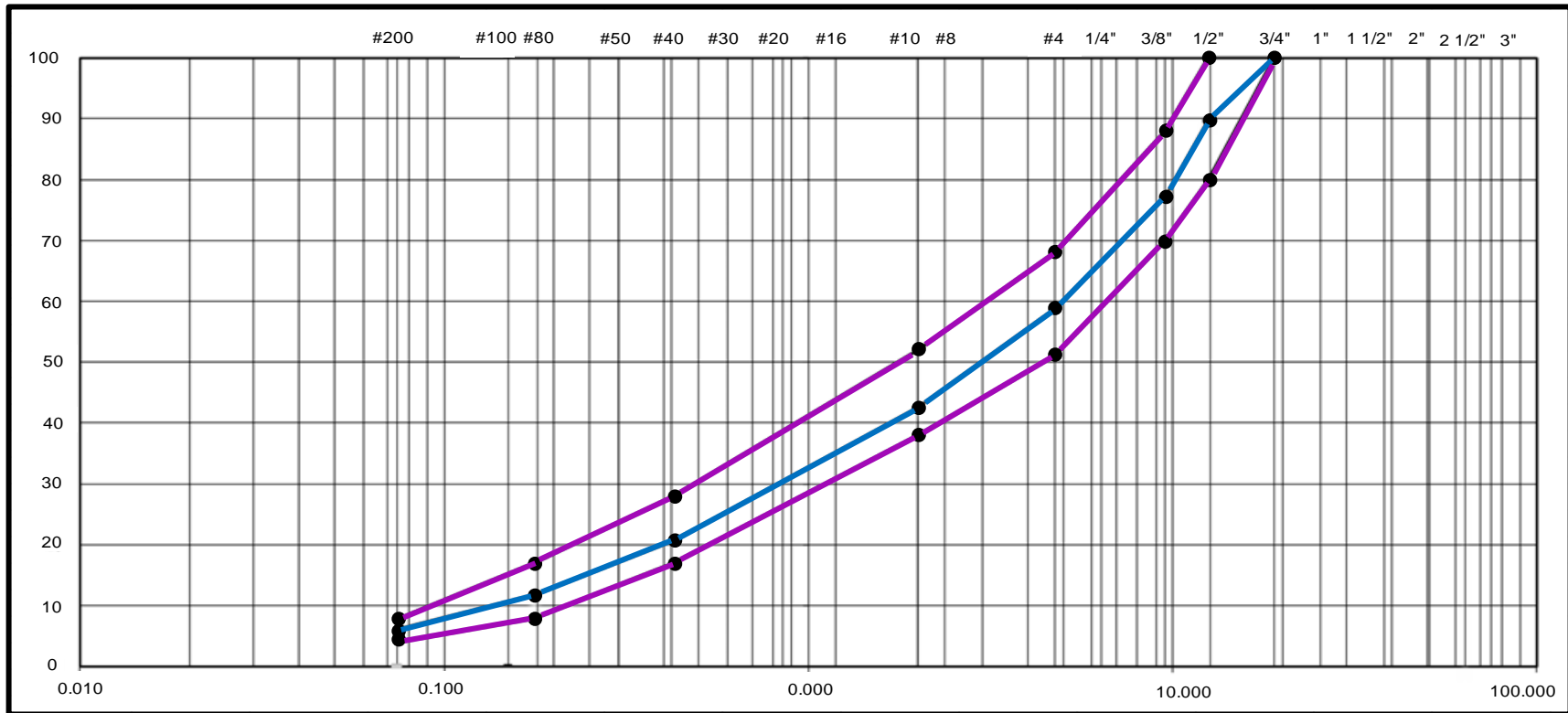
Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 4: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 5%.

TAMICES	GRAVA <3/4"	ARENA CHANCADA <3/8"	ARENA PROCESADA <3/8"	RESIDUO DE PLÁSTICO	ESPECIFICACIONES MAC-2		MEZCLA 100%	TOLERANCIAS +/-	OBSERVACIONES
	41	32	22	5	Mínimo	Máximo			
1"									1"
3/4"	100	100	100	100	100	100	100		3/4"
1/2"	72.8	100	100	99.6	80	100	89.8	5	1/2"
3/8"	43.5	100	100	99.3	70	88	78.4	5	3/8"
N°4	1.8	99.4	97.9	92.4	51	68	59.0	5	N°4
N°10	0.6	76.8	71.4	28.6	38	52	42.4	4	N°10
N°40	0.4	38.4	38.2	0.7	17	28	20.8	3	N°40
N°80	0.3	20.9	23.7	0.1	8	17	11.8	3	N°80
N°200	0.2	10.3	12.8	0.1	4	8	6.3	2	N°200

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 5% de plástico reciclado.



LEYENDA		AGREGADOS	
 Curva granulométrica  Especificaciones			
COMBINACIÓN			
% Grava	41.08	Grava <3/4"	41.00%
% Arena	58.92	Gravilla <1/2"	
Total	100.00	Arena chancada <3/8"	32.00%
		Arena procesada <3/8"	22.00%
		Plástico triturado	5.00%
		Total	100.00%

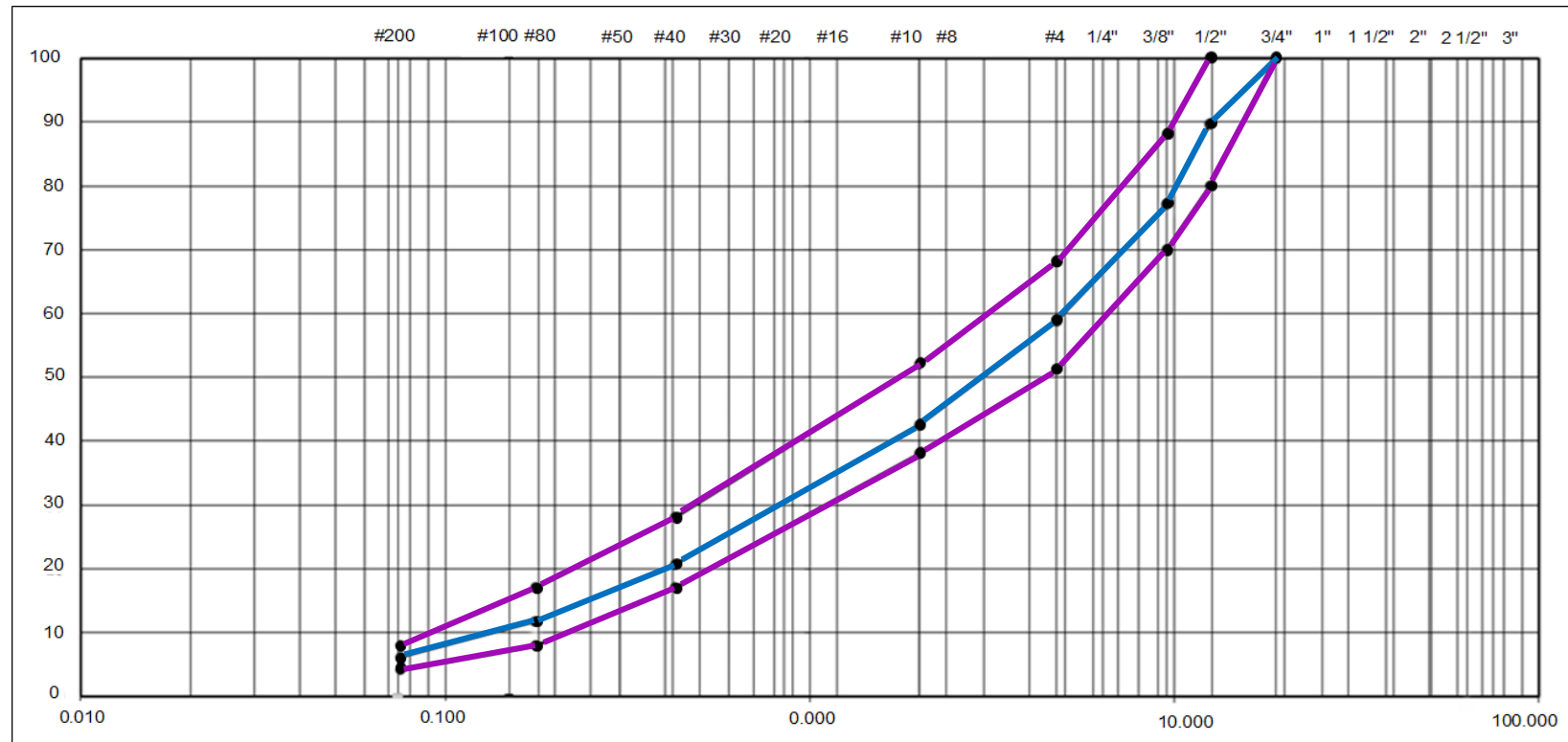
Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 5: Composición de mezcla asfáltica en caliente (MAC-2) utilizando plástico reciclado al 7%.

TAMICES	GRAVA <3/4"	ARENA CHANCADA <3/8"	ARENA PROCESADA <3/8"	RESIDUO DE PLÁSTICO	ESPECIFICACIONES MAC-2		MEZCLA	TOLERANCIAS	OBSERVACIONES
	41	32	20	7	Mínimo	Máximo	100%	+/-	
1"									
3/4"	100	100	100	100	100	100	100		Cumple
1/2"	72.8	100	100	99.6	80	100	89.8	5	Cumple
3/8"	43.5	100	100	99.3	70	88	78.2	5	Cumple
N°4	1.8	99.4	97.9	92.4	51	68	58.8	5	Cumple
N°10	0.6	76.8	71.4	28.6	38	52	41.5	4	Cumple
N°40	0.4	38.4	38.2	0.7	17	28	19.7	3	Cumple
N°80	0.3	20.9	23.7	0.1	8	17	11.4	3	Cumple
N°200	0.2	10.3	12.8	0.1	4	8	5.7	2	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

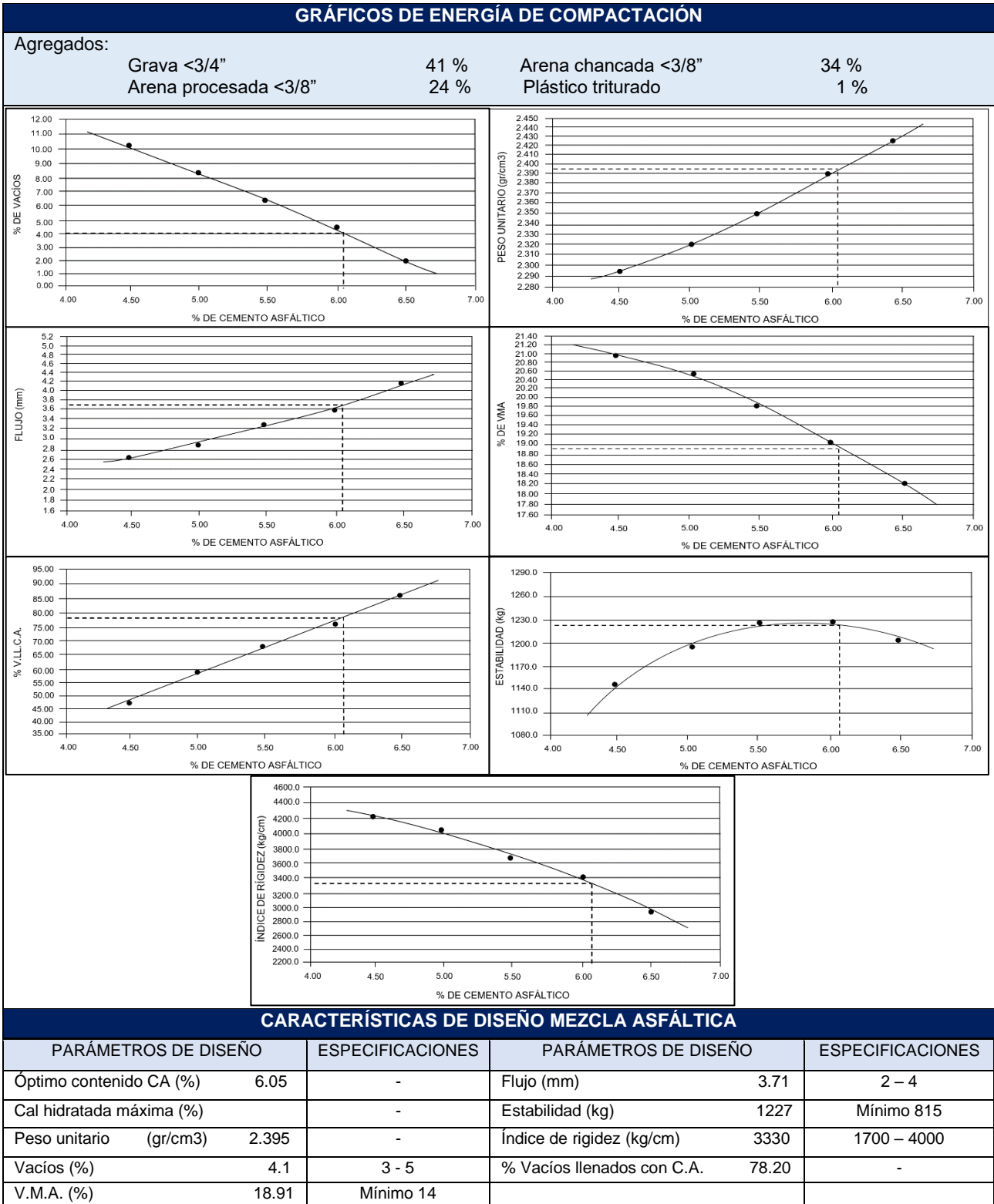
Figura 7: Índice de la Mezcla de Materiales para Asfalto al 7% de plástico reciclado.



LEYENDA		AGREGADOS	
	Curva granulométrica	Grava <3/4"	41.00%
	Especificaciones	Gravilla <1/2"	
COMBINACIÓN		Arena chancada <3/8"	32.00%
% Grava	41.19	Arena procesada <3/8"	20.00%
% Arena	58.81	Plástico triturado	7.00%
Total	100.00	Total	100.00%

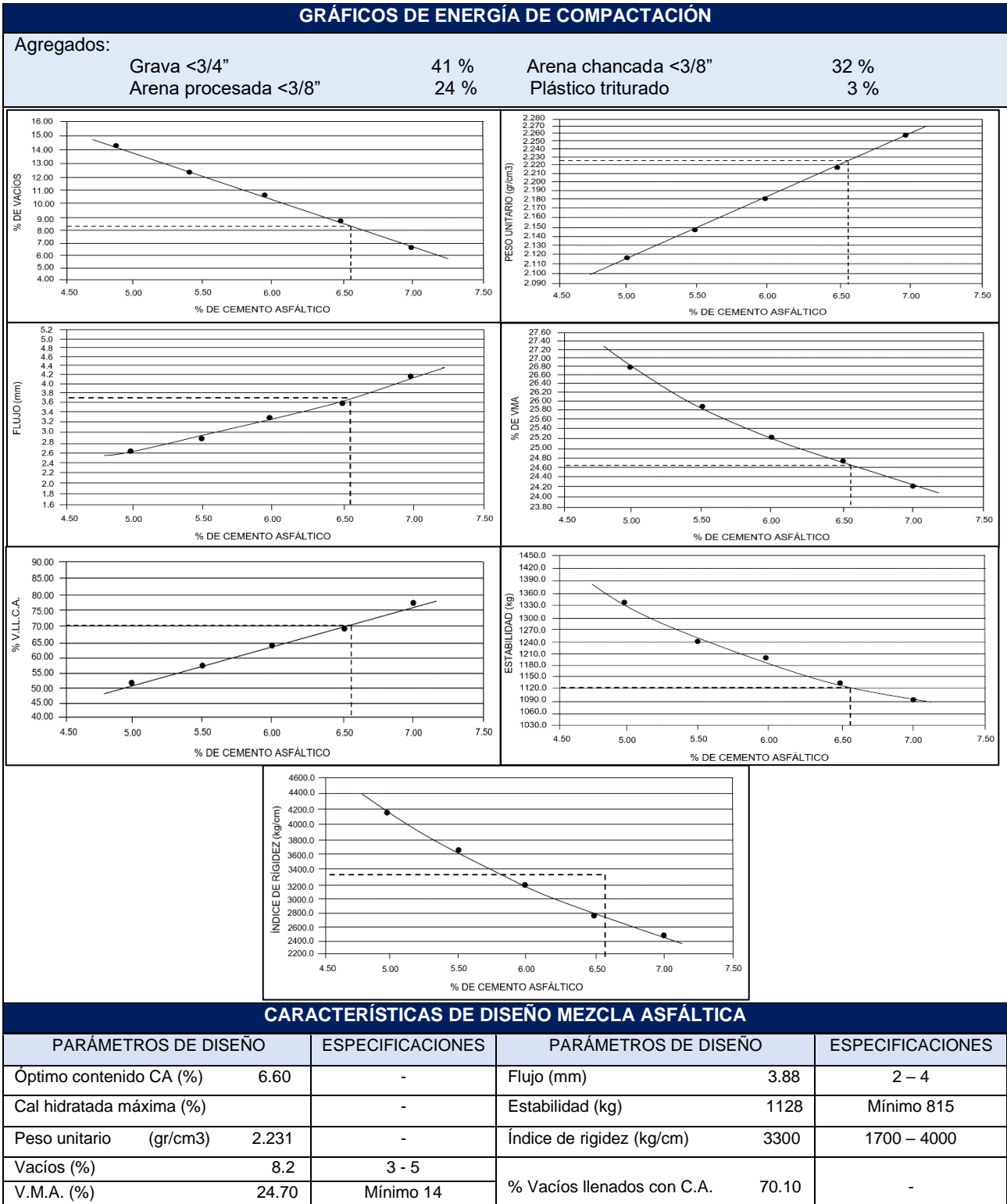
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6: Parámetros de la mezcla para asfalto al 1% de plástico reciclado.



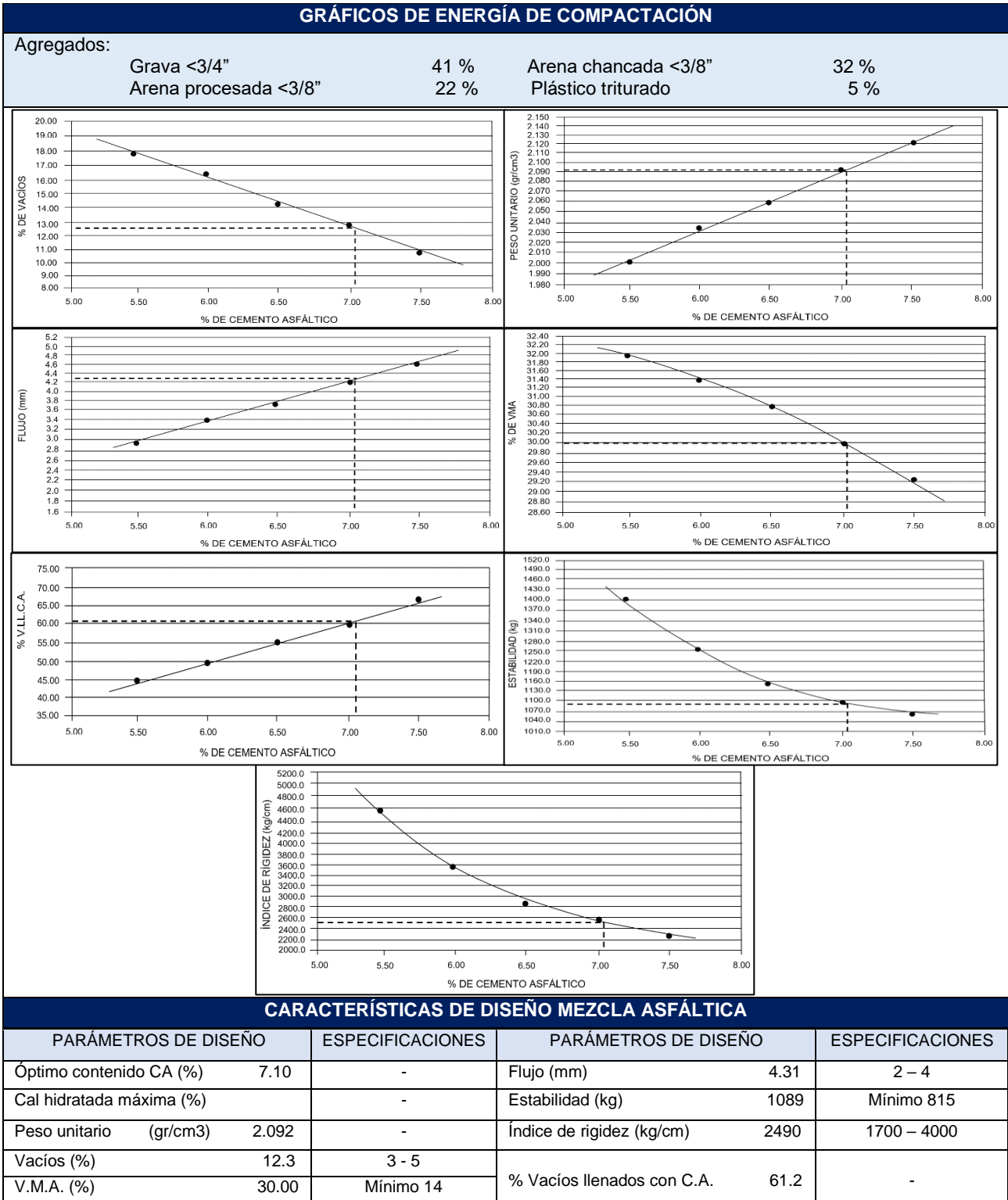
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7: Parámetros de la mezcla para asfalto al 3% de plástico reciclado.



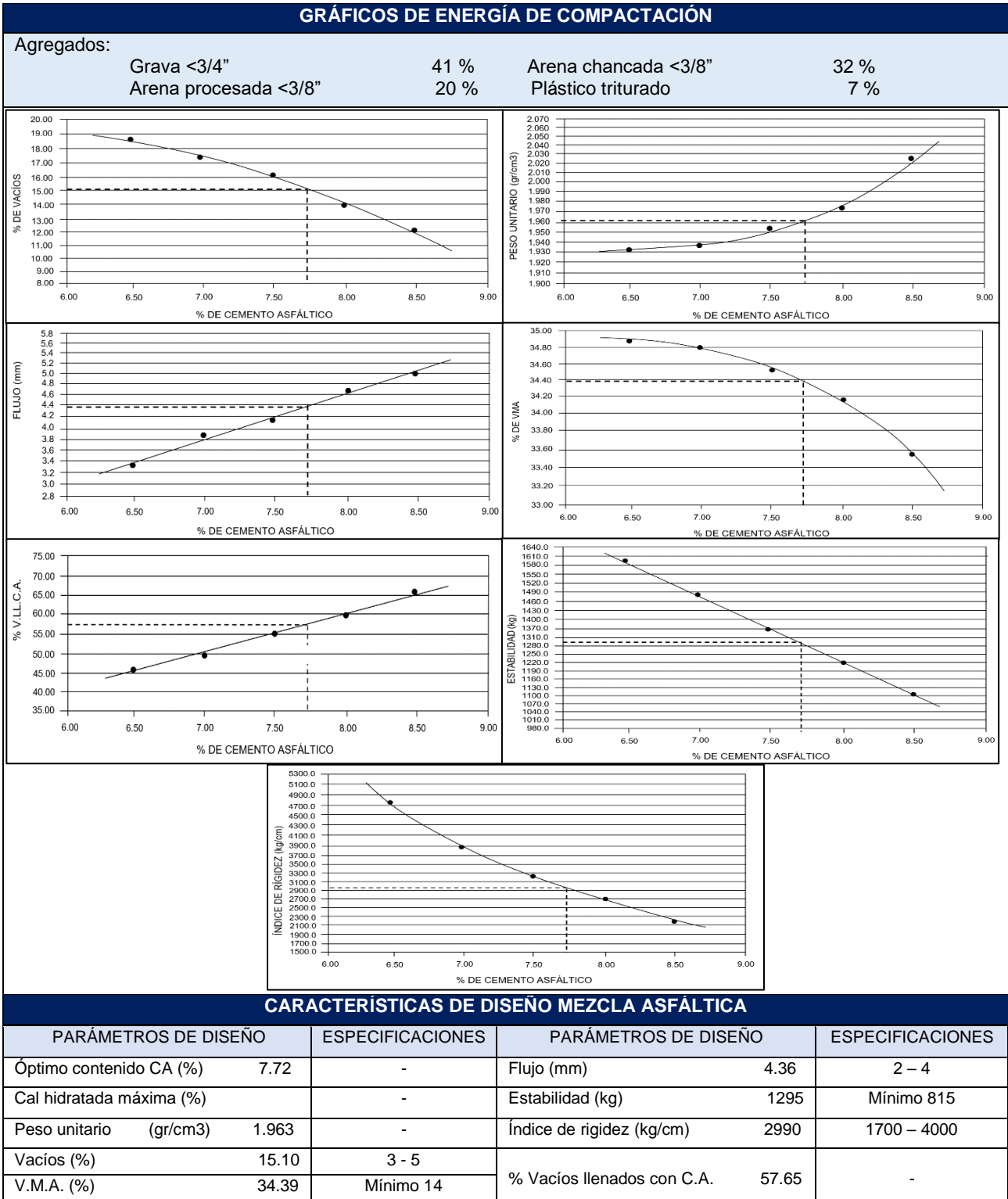
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8: Parámetros de la mezcla para asfalto al 5% de plástico reciclado.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9: Parámetros de la mezcla para asfalto al 7% de plástico reciclado.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 1% de plástico reciclado.

Ítem	A.C.	Densidad	RICE ASTM D-2041	% de vacíos de mezcla	V.M.A.	% vacíos llenos de asfalto	Estabilidad	Flujo	Índice de Rigidez
	%	gr/cm3		%	%	%			
1	4.50	2.287	2.561	10.25	20.95	47.20	1143	2.65	4295
2	5.00	2.304	2.529	8.33	20.52	58.92	1191	2.89	4046
3	5.50	2.348	2.512	6.42	19.80	67.84	1225	3.28	3792
4	6.00	2.379	2.498	4.45	19.12	76.90	1229	3.57	3403
5	6.50	2.413	2.476	1.98	18.20	86.20	1208	4.18	2899

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 3% de plástico reciclado.

Ítem	A.C.	Densidad	RICE ASTM D-2041	% de vacíos de mezcla	V.M.A.	% vacíos llenos de asfalto	Estabilidad	Flujo	Índice de Rigidez
	%	gr/cm3		%	%	%			
1	4.50	2.115	2.476	14.21	26.78	50.90	1332	2.61	4184
2	5.00	2.148	2.461	12.39	25.94	56.41	1240	2.95	3677
3	5.50	2.192	2.450	10.43	25.31	64.25	1194	3.42	3202
4	6.00	2.224	2.436	8.54	24.75	69.13	1127	3.60	2783
5	6.50	2.269	2.413	6.28	24.19	76.96	1092	4.19	2485

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 5% de plástico reciclado.

Ítem	A.C.	Densidad	RICE ASTM D-2041	% de vacíos de mezcla	V.M.A.	% vacíos llenos de asfalto	Estabilidad	Flujo	Índice de Rigidez
	%	gr/cm3		%	%	%			
1	4.5	2.011	2.423	17.82	31.95	45.10	1402	2.95	4582
2	5.0	2.035	2.408	16.31	31.36	49.72	1250	3.40	3764
3	5.5	2.054	2.388	14.18	30.78	55.00	1153	3.72	2968
4	6.0	2.082	2.376	12.74	29.98	59.83	1091	4.21	2536
5	6.5	2.123	2.359	10.93	29.23	66.84	1064	4.59	2258

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13: Resumen de mezcla de materiales para asfalto al 7% de plástico reciclado.

Ítem	A.C.	Densidad	RICE ASTM D-2041	% de vacíos de mezcla	V.M.A.	% vacíos llenos de asfalto	Estabilidad	Flujo	Índice de Rigidez
	%	gr/cm3		%	%	%	Kg	mm	kg/cm
1	4.5	1.931	2.375	18.57	34.86	46.10	1598	3.35	4732
2	5.0	1.946	2.361	17.48	34.80	49.94	1485	3.89	3896
3	5.5	1.964	2.338	16.12	34.53	55.02	1358	4.17	3248
4	6.0	1.989	2.309	13.97	34.17	59.76	1216	4.68	2702
5	6.5	2.033	2.282	12.01	33.26	65.11	1101	5.01	2187

Fuente: Elaboración Propia.

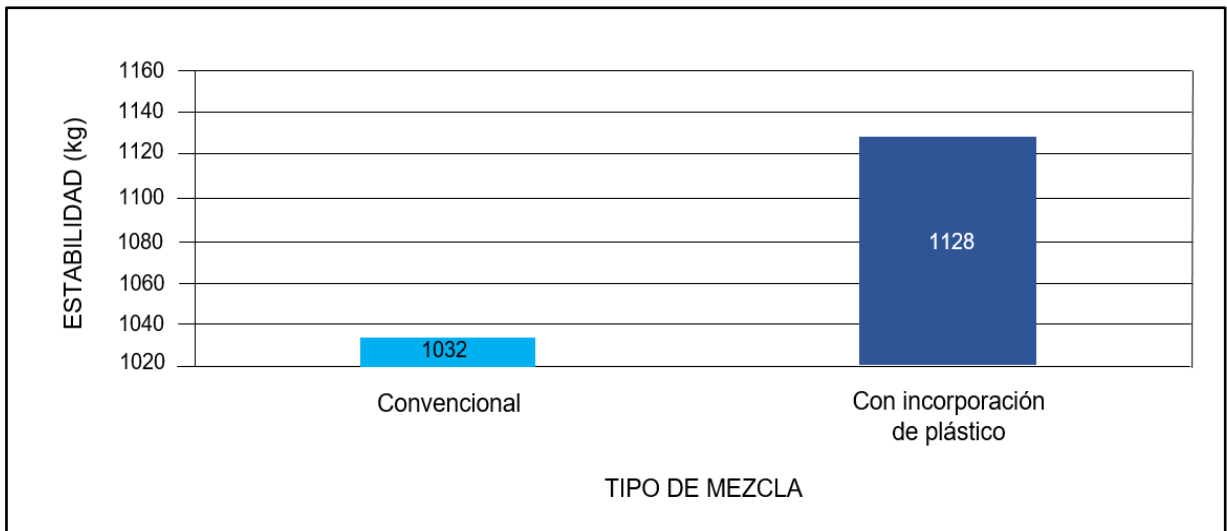
Después de analizar lo expuesto anteriormente, es recomendable que el uso de plástico reciclado no supere el 3%, puesto que cuando el porcentaje es mayor se pudo apreciar que se presentan cambios notables en la estabilidad que posee el asfalto, destacando el hecho de que al tratarse de un porcentaje de plástico reciclado igual a 5% entonces la proporción de la estabilidad aumenta, lo cual no ocurre cuando se incorpora el 1% y 3% los cuales guardan una proporción inversa. Asimismo, este porcentaje también afecta la resistencia volviéndose, en relación con el cemento asfáltico, directamente proporcional. Es por ello por lo que en la presente tesis se ha tomado, para el diseño de mezcla asfáltica, un porcentaje de plástico reciclado de 3%.

Tabla 14: Características de pavimento de asfalto convencional y aplicando residuos de plástico reciclado al 3%.

Parámetros de diseño	Mezcla asfáltica convencional	Mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado
% de cemento asfáltico reciclado	6.74	6.60
Vacíos (%)	9.12	8.20
V.M.A. (%)	22.45	24.70
V.L.L.C.A. (%)	64.77	70.10
Flujo (mm)	3.71	3.88
Estabilidad (kg)	1032	1128
Índice de rigidez (kg/cm)	3120	3300

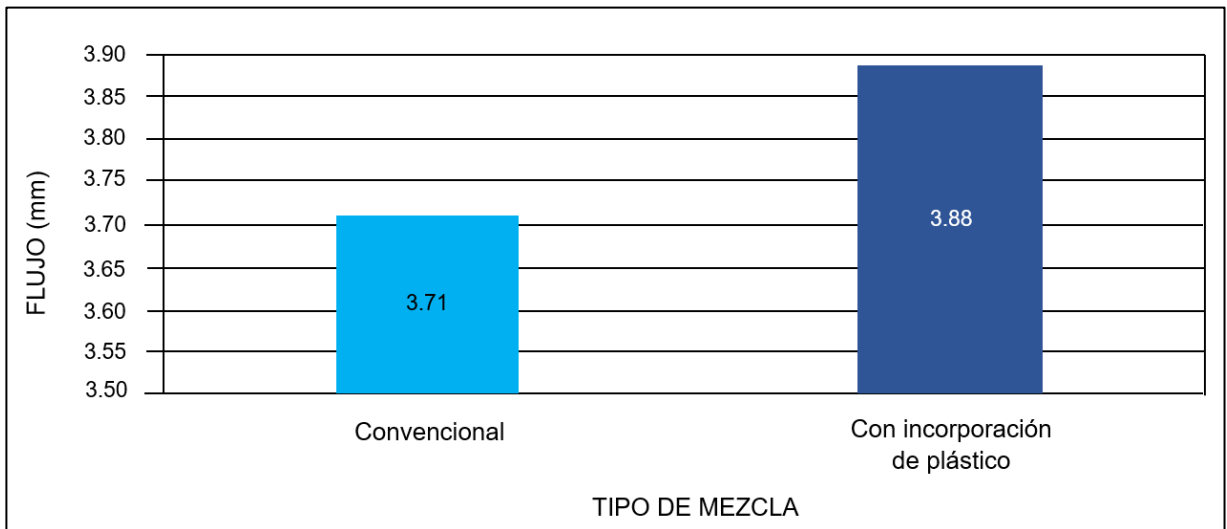
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8: Comparación estadística de las mezclas asfálticas de acuerdo a sus propiedades.



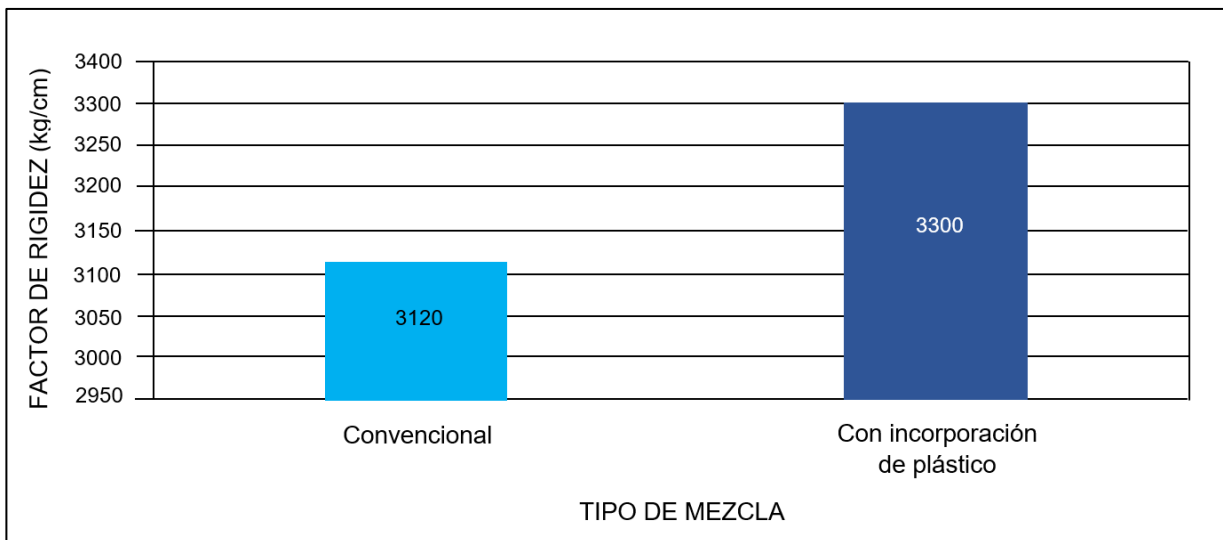
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9: Comparación estadística entre el flujo de la mezcla convencional y la mezcla con incorporación de plástico.



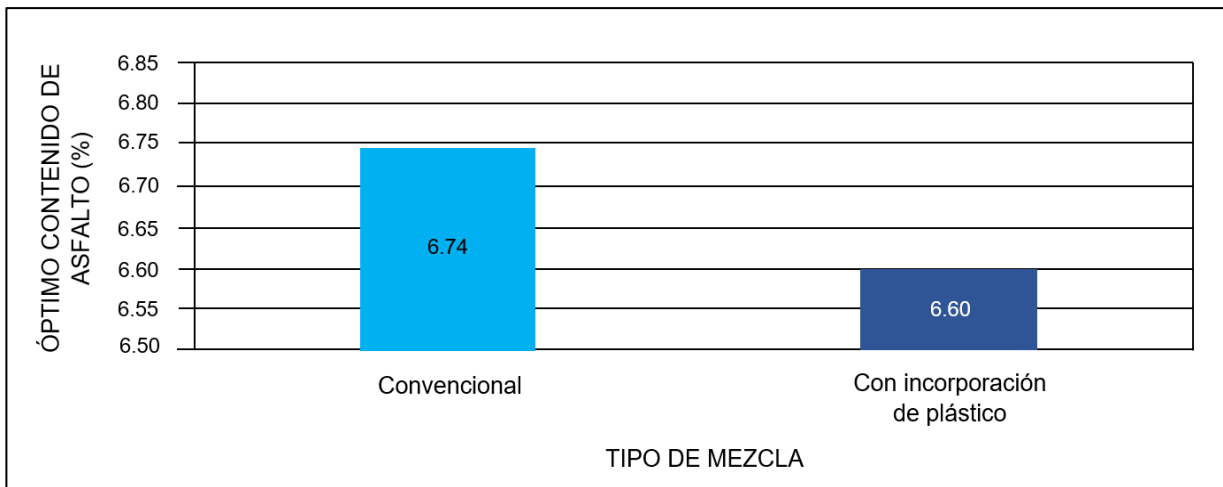
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10: Comparación entre las rigideces de la mezcla convencional y la mezcla con incorporación de residuos plásticos.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11: Comparación del uso de asfalto entre la mezcla convencional y mezcla con incorporación de plástico.



Fuente: Elaboración Propia.

Costos

Tabla 15: Costo de producción de mezcla asfáltica convencional.

MEZCLA ASFÁLTICA DE TIPO CONVENCIONAL					
Partida	Producción de mezcla asfáltica en caliente PEN60/70				
Rendimiento	m3/día				
Costo unitario directo por m3	S/. 840.03	SIN IGV			
MANO DE OBRA	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.000	0.0267	21.20	0.56
Oficial	hh	1.000	0.0267	17.08	0.46
Peón	hh	1.000	0.0800	15.42	1.23
MATERIALES	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Grava chancada (P/Asfalto)	m3		0.5700	90.00	51.30
Arena Natural (P/Asfalto)	m3		0.4400	50.00	22.00
Arena chancada (P/Asfalto)	m3		0.4400	80.00	35.20
Petróleo Diessel B5	gal		6.0748	12.00	72.90
Cemento Asfáltico PEN 60/70	gal		40.000	15.00	600.00
Mejorador de adherencia	kg		0.7930	33.00	26.17
Filler (cal hidratada)	kg		44.0200	0.86	37.86
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	2.35	0.071
Grupo electrógeno 230HP 150KW	hm		0.0267	177	4.730
Grupo electrógeno 116HP 75KW	hm		0.0267	179	4.779
Cargador sobre llantas 125-155 HP 3 y d3	hm		0.0546	142	7.753
Planta de asfalto de 60-115 ton/hr	hm		0.0267	800	21.360
COSTO TOTAL POR M3					886.37

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16: Costo de producción de mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado.

MEZCLA ASFÁLTICA CON INCORPORACIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO					
Partida	Producción de mezcla asfáltica en caliente PEN 60/70				
Rendimiento	m3/día				
Costo unitario directo por m3	S/. 840.03	SIN IGV			
MANO DE OBRA	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.000	0.0267	21.20	0.56
Oficial	hh	1.000	0.0267	17.08	0.46
Peón	hh	1.000	0.0800	15.42	1.23
MATERIALES	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Grava chancada (P/Asfalto)	m3		0.5100	90.00	45.90
Arena Natural (P/Asfalto)	m3		0.4200	50.00	21.00
Arena chancada (P/Asfalto)	m3		0.4400	80.00	35.20
Petróleo Diessel B5	gal		6.0748	12.00	72.90
Cemento Asfáltico PEN 60/70	gal		40.0000	15.00	600.00
Gránulos de plástico	kg		5.0000	10.74	53.70
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	2.35	0.071
Grupo electrógeno 230HP 150KW	hm		0.0267	177	4.730
Grupo electrógeno 116HP 75KW	hm		0.0267	179	4.779
Cargador sobre llantas 125-155 HP 3 y d3	hm		0.0546	142	7.753
Planta de asfalto de 60-115 ton/hr	hm		0.0267	800	21.360
COSTO TOTAL POR M3					869.64

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17: Comparación del costo de producción de mezcla asfáltica convencional y mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado.

Descripción	Mezcla asfáltica de tipo convencional	Mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado	Variación (%)
Precio mezcla asfáltica total (m3)	S/. 886.37	S/. 869.64	+1.88
Ahorro (m3)	S/. 16.73		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18: Vida útil del pavimento.

Descripción	Mezcla asfáltica de tipo convencional	Mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado	Variación (%)
Vida útil del pavimento	20 años	30 años	+ 5 años

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño del pavimento

Para proceder a realizar el diseño del pavimento flexible se ha tomado para la carpeta asfáltica el diseño modificado gracias a la incorporación de plástico reciclado. Por consiguiente, se llevaron a cabo cálculos para determinar los espesores de las capas de la base, sub base y carpeta de rodadura de acuerdo al estudio de suelos y de tráfico realizado para la zona en estudio.

Tabla 19: Resumen del diseño de pavimento flexible.

DISEÑO DEL PAVIMENTO				
Espesores a considerarse en un tránsito liviano-pesado				
Carpeta asfáltica:	Espesor carpeta asfáltica	+ gránulos de plástico	= 2.00 pulg	
Base Granular:	Espesor base granular		= 6.00 pulg.	
GC: 100% MDS CBR > 50%	Subbase granular:	Espesor subbase granular	= 6.00 pulg.	
Carpeta asfáltica con gránulos de plástico (GP)	Espesor carpeta asfáltica con GP.	= 2.00 pulg.	A considerar:	= 2.00 pulg.
Base granular GC :100% MDS CBR > 50%	Espesor base granular	= 6.00 pulg.	A considerar:	= 6.00 pulg.
Subbase granular	Espesor subbase granular	= 6.00 pulg.	A considerar:	= 6.00 pulg.
Sección del pavimento flexible diseñado.				
Carpeta asfáltica con gránulos de plástico		e = 5.00 cm.		
Base granular CBR = 99.84% GC: 100%MDS		e = 15.00 cm.		
Sub base granular CBR=87.85% GC=95%MDS		e = 15.00 cm.		
Terreno Natural CBR de diseño = 9.80%. GC=95% MDS				

Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: Mediante el diseño de las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados empleando el Método Marshall se podrá mejorar las características mecánicas frente a mezclas asfálticas convencionales en la Av. Las Lomas de Carabayllo del departamento de Lima.

A partir de los resultados obtenidos, los cuales son: en la cual se obtuvo que es recomendable se mantenga un porcentaje de plástico reciclado de 3% generando así un óptimo contenido de cemento asfáltico de 6.60% y un porcentaje de vacíos de 8.2%, tomando en cuenta la información obtenida de la exploración en la zona en estudio, en la cual se pudo apreciar la presencia de deterioro del pavimento existente, afirmando que con el pavimento diseñado se mejora las características mecánicas de la carpeta asfáltica en la Av. Lomas de Carabayllo del departamento de Lima, puesto que la mezcla mejorada en mención reemplazará a la ya existente cuya deficiencia perjudica el tránsito vehicular en la zona en estudio.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Forigua y Pedraza (2014) en la tesis titulada “Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos”, quien obtuvo resultados similares al obtenerse una buena optimización entre las mezclas asfálticas agregando los residuos plásticos reciclados, con lo cual se logró evidenciar una mejora en las propiedades mecánicas que posee el asfalto, de un valor de 0.4% de residuos plásticos en relación con el peso que posee la muestra.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que mediante las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados se desarrolla una buena optimización de sus características mecánicas frente a mezclas asfálticas convencionales en la av. Lomas de Carabayllo del departamento de Lima, además que tiene coherencia con el objetivo general planteado de realizar el diseño adecuado de porcentajes con materiales plásticos reciclados para optimizar la carpeta asfáltica de la av. Lomas de Carabayllo del departamento de Lima, puesto que se cumplió con dicho objetivo.

Hipótesis específica 1: Las mezclas asfálticas con residuos plásticos presentan una mayor resistencia frente a las deformaciones causadas por las cargas en la Av. Las Lomas de Carabaylo del departamento de Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis, se puede afirmar que la mezcla asfáltica con incorporación de residuos plásticos reciclados presenta 180 kg más de rigidez que la mezcla asfáltica convencional, lo cual se traduce en un incremento de 5.45% más, por lo que es posible señalar que la mezcla asfáltica con adición de plástico reciclado brinda una mayor rigidez a la mezcla, y ello a su vez logrará que el pavimento se comporte mejor frente a las deformaciones, con lo cual el pavimento adquirirá una mayor vida útil.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Ramírez y Tananta (2019) en su tesis titulada “Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”, quienes obtuvieron resultados similares señalando que al incorporar el plástico reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica se optimiza el tránsito en la zona en estudio mencionada se apreció un incremento de la rigidez de 159 kg en la mezcla asfáltica gracias a la incorporación de gránulos de plástico, lo cual se traduce en un incremento porcentual de 4.96% con respecto a la mezcla convencional.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 1 que establece las mezclas asfálticas con residuos plásticos presentan una mayor resistencia frente a las deformaciones causadas por las cargas, además que tiene coherencia con el objetivo específico 1 de determinar el porcentaje de incremento de la resistencia de la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados frente a las deformaciones constantes.

Hipótesis específica 2: Las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados poseen mayor estabilidad Marshall que le permite soportar cargas mayores en la Av. Las Lomas de Carabaylo del departamento de Lima.

A partir de los resultados obtenidos en relación con la Figura N8 de comparación de estabilidad, en el cual se obtuvo un incremento de soporte de cargas, fue posible apreciar que la mezcla asfáltica que adiciona residuos plásticos en su composición obtiene un incremento de su estabilidad, pudiendo resistir una carga adicional de 96 kg, es decir, un 8.51% mayor si la comparamos con la mezcla de tipo convencional.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Huertas y Cazar (2014) en su tesis "Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico AC-20", quienes obtuvieron resultados similares señalando que al incorporar reciclaje de botellas (PET Tipo 1) donde a partir de la briquetas modificadas en el diseño y gracias al empleo del PET llegaron a tener valores mayores de flujo, así como también de estabilidad, es decir se logró obtener un pavimento de mayor resistencia..

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 2 que establece las mezclas asfálticas con residuos plásticos poseen una mayor estabilidad Marshall permitiendo un mayor soporte de cargas, además que tiene coherencia con el objetivo específico 2 de determinar el porcentaje de incremento de la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores en la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados

Hipótesis específica 3: Las mezclas asfálticas con residuos plásticos genera un impacto económico menor tanto en gastos operativos como de mantenimiento en la Av. Las Lomas de Carabaylo del departamento de Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis, en la cual se pudo apreciar que la incorporación de plástico reciclado permitió disminuir el porcentaje de asfalto a utilizarse, apreciándose una reducción de 0.14% en comparación a la mezcla asfáltica de tipo convencional. Puesto que todo al realizar el diseño del pavimento flexible se obtuvo una estructura de pavimento conformada por un espesor de capa de rodadura de 5 cm, una base granular de 15 cm y una subbase granular de 15 cm, generando así un análisis comparativo de costo de producción para ambos tipos de mezclas dando como resultado la producción de la mezcla asfáltica con residuos plásticos un ahorro por m³ de S/16.73.; todo ello seguido de las recomendaciones y lineamientos establecidos por la Norma EG-2013 (Especificaciones Generales para Construcción) brindada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Saravia y Vejarano (2019) en su tesis titulada “Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao”, donde se obtuvo resultados similares obteniendo un diseño del pavimento flexible con base modificada con PVC reciclado con una etapa de 20 años, asimismo una disminución de 5cm de la capa base respecto al diseño del pavimento flexible tradicional en la carretera Huanchaco- Santiago de Cao, reduciendo así los costos empleados para este diseño de pavimento y la rentabilidad del mismo.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 3 que establece las mezclas asfálticas con residuos plásticos genera un impacto económico menor tanto en gastos operativos como de mantenimiento, además que tiene coherencia con el objetivo específico 3 de determinar la rentabilidad económica del diseño de la mezcla asfáltica adicionando residuos plásticos reciclados.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Respecto al objetivo general planteado, de *diseñar pavimento flexible con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET) en Lomas de Carabayllo*, se obtuvo un diseño con un porcentaje de 3% de residuos plásticos y una estructura de pavimento conformada por un espesor de carpeta asfáltica con incorporación de plástico de 5 cm, una base granular de 15 cm y una subbase granular de 15 cm.

Segunda: Respecto al primer objetivo específico planteado, de *determinar el porcentaje de incremento de la resistencia de la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados frente a las deformaciones constantes* se concluye que la mezcla con incorporación de plástico reciclado es más resistente a las deformaciones en un 5.45% más si la comparamos con la mezcla asfáltica convencional, ofreciendo mayor rigidez por lo que brinda una mayor vida útil al pavimento.

Tercera: Respecto al segundo objetivo específico planteado, de *determinar el porcentaje de incremento de la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores en la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados*, se concluye que cuando se le incorpora gránulos de plástico a la mezcla asfáltica ésta aumenta su estabilidad, incrementando su capacidad para soportar cargas, resistiendo una carga adicional de 96 kg, es decir, un 8.51% mayor si la comparamos con la mezcla de tipo convencional.

Cuarta: Respecto al tercer objetivo específico planteado, de *determinar la rentabilidad económica del diseño de la mezcla asfáltica adicionando residuos plásticos reciclado*, concluye que la mezcla asfáltica con incorporación de plástico reciclado es más económica que la mezcla asfáltica convencional, obteniéndose un ahorro de S/. 16.73 por metro cúbico de mezcla

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Respecto al objetivo general planteado, de *diseñar pavimento flexible con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET) en Lomas de Carabayllo*, se recomienda que el uso de plástico reciclado no supere el 3% generando así un óptimo contenido de cemento asfáltico de 6.60% y un porcentaje de vacíos de 8.2%, puesto mejora las características mecánicas de la carpeta asfáltica en la Av. Lomas de Carabayllo del departamento de Lima

Segunda: Respecto al primer objetivo específico planteado, de *determinar el porcentaje de incremento de la resistencia de la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados frente a las deformaciones constantes*, se recomienda la incorporación de residuos de plástico reciclado en la mezcla asfáltica, puesto que ha demostrado que esto conlleva a que el pavimento sea más resistente a deformaciones y brinda una mayor vida útil para el pavimento.

Tercera: Respecto al segundo objetivo específico planteado, de *determinar el porcentaje de incremento de la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores en la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados*, se recomienda la incorporación de residuos de plástico reciclado en la mezcla asfáltica puesto que ha demostrado que aumenta su estabilidad y su capacidad para soportar cargas si lo comparamos con la mezcla asfáltica convencional.

Cuarta: Respecto al tercer objetivo específico planteado de *determinar la rentabilidad económica del diseño de la mezcla asfáltica adicionando residuos plásticos reciclado*, se recomienda la incorporación de residuos de plástico reciclado en la mezcla asfáltica por motivos económicos, puesto que ha demostrado poseer un costo menor, lo cual conlleva a un ahorro económico, si lo comparamos con la mezcla asfáltica de tipo convencional.

REFERENCIAS

1. Abukhettala, M. & Fall, M. (2020). Geotechnical Characterization of Plastic Waste Materials in Pavement Subgrade Applications. *Transportation Geotechnics*, 27, 1-34.
2. Arab, M., Alzara, M., Zeiada, W., Omar, M. & Azam, A. (2020). Combined effect of compaction level and matric suction conditions on flexible pavement performance using construction and demolition waste. *Construction and Building Materials*, 261, 1-15.
3. Arce, G., Noorvand, H., Hassan, M., Rupnow, T. & Dhakal, N. (2020). Feasibility of low fiber content PVA-ECC for jointless pavement application. *Construction and Building Materials*, 44, 1-12.
4. Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
5. Arteaga, J. (2018). *Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de Residuos PET Reciclado* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
6. Beja, I., Motta, R. & Bernucci, L. (2020). Application of recycled aggregates from construction and demolition waste with Portland cement and hydrated lime as pavement subbase in Brazil. *Construction and Building Materials*, 258, 1-7.
7. Chen, W., Li, Y., Chen, S. & Zheng, C. (2020). Properties and economics evaluation of utilization of oil shale waste as an alternative environmentally-friendly building materials in pavement engineering. *Construction and Building Materials*, 259, 1-13.
8. Cheng, H., Liu, L., Sun, L., Li, Y. & Hu, Y. (2020). Comparative analysis of strain-pulse-based loading frequencies for three types of asphalt pavements via field tests with moving truck axle loading. *Construction and Building Materials*, 247, 1-13.

9. Delbono, H. (2019). Restauración de pavimentos: adherencia entre capas con interposición de geosintético de diferente abertura de malla. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34 (3), 307-320.
10. Escobar, L. y Huincho, J. (2017). *Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
11. Forigua, J. y Pedraza, E. (2014). *Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos* (Tesis de Posgrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
12. Gu, F., Luo, X., Luo, R., Hajj, E. & Lytton, R. (2017). A mechanistic-empirical approach to quantify the influence of geogrid on the performance of flexible pavement structures. *Transportation Geotechnics*, 13, 69–80.
13. Hasan, M., & Tarefder, R. (2020). A mixture design approach for mitigating cracking issue of asphalt concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 260, 1-10.
14. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw-Hill – Quinta edición.
15. Huertas, G. y Cazar, J. (2014). *Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico AC-20* (Tesis de Pregrado), Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador.
16. Imjai, T., Pilakoutas, K. & Guadagnini, M. (2019). Performance of geosynthetic-reinforced flexible pavements in full-scale field trials. *Geotextiles and Geomembranes*, 47 (2), 217-229.
17. Khan, I., Kabir, S., Alhussain, M. & Almansoor, F. (2016). Asphalt Design Using Recycled Plastic and Crumb-rubber Waste for Sustainable Pavement Construction. *Procedia Engineering*, 145, 1557–1564.
18. Liu, S., Zhou, S. & Peng, A. (2020). Laboratory evaluation of foamed warm mix binders and mixtures containing reclaimed asphalt pavements. *Construction and Building Materials*, 258, 1-14.

19. Luque, A. (2019). *Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
20. Lv, S., Hu, L., Xia, C., Wang, X., Borges, M., Guo, S., & Chen, J. (2020). Development of fatigue damage model of asphalt mixtures based on small-scale accelerated pavement test. *Construction and Building Materials*, 260, 1-9.
21. Marcillo, V. (2018). *Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden* (Tesis de Pregrado), Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
22. Martínez, G., Caicedo, B., González, D., Celis, L., Fuentes, L. y Torres, V. (2018). Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33 (1), 41-50.
23. Merluza, S., Damgir, R. & Awsarmal, P. (2020). Utilization of Plastic waste in Bitumen Mixes for Flexible Pavement. *Transportation Research Procedia*, 48, 3779–3785.
24. Navarro, J. (2017). *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET* (Tesis de Pregrado), Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.
25. Ortiz, B. (2017). *Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall* (Tesis de Pregrado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
26. Osouli, A., Chaulagai, R., Tutumluer, E., & Shoup, H. (2018). Strength Characteristics of Crushed Gravel and Limestone Aggregates with up to 12% Plastic Fines Evaluated for Pavement Base/Subbase Applications. *Transportation Geotechnics*, 18, 25-38.
27. Ramírez, P. y Tananta, W. (2019). *Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018* (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú.

28. Santhanam, N., Ramesh, B. & Gorab, S. (2019). Experimental investigation of bituminous pavement (VG30) using Ewaste plastics for better strength and sustainable environment. *Materials Today: Proceedings*, 22, 1175-1180.
29. Saravia, P. y Vejarano, F. (2019). *Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
30. Sol, M., Moreno, F., Hidalgo, M., Pérez, V. & Rubio, M. (2020). Laboratory study on asphalt mixtures for application in port pavements. *Construction and Building Materials*, 235, 1-11.
31. Staub, J., Buzzi, I. y Villena, J. (2019). Aplicación de enfoques de análisis y criterios de rotura en ensayos de fatiga y su influencia en la predicción de la vida útil de la capa de rodadura asfáltica en la estructura del pavimento. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34 (3), 268-277.
32. Sun, X., Han, J., Fei, J., Guo, J. & Zhang, W. (2020). Geosynthetic-stabilized flexible pavements: Solution derivation and mechanistic-empirical analysis. *Geotextiles and Geomembranes*, 48 (4), 468-478.
33. Tulashie, S., Boadu, E., Kotoka, F. & Mensah, D. (2020). Plastic wastes to pavement blocks: A significant alternative way to reducing plastic wastes generation and accumulation in Ghana. *Construction and Building Materials*, 241, 1-7.
34. Utibe, N., Johnson, J., Feyisayo, A. & Obioma, U. (2016). Characterization of Bitumen/Plastic Blends for Flexible Pavement Application. *Procedia Manufacturing*, 7, 490-496.
35. Valdés, G., Pérez, F. y Martínez, A. (2012). Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles. *Revista de la construcción*, 11 (1), 87-100.
36. Wang, H., Behnia, B., Buttlar, W. & Reis, H. (2020). Development of two-dimensional micromechanical, viscoelastic, and heterogeneous-based models

- for the study of block cracking in asphalt pavements. *Construction and Building Materials*, 244, 1-18.
37. Wu, S., & Montalvo, L. (2020). Repurposing Waste Plastics into Cleaner Asphalt Pavement Materials: A Critical Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, 280, 1-55.
38. Xie, J., Yang, C., Zhang, L., Zhou, X., Wu, S. & Ye, Q. (2020). Investigation of the physic-chemical properties and toxic potential of Basic Oxygen Furnace Slag (BOF) in asphalt pavement constructed after 15 years. *Construction and Building Materials*, 238, 1-9.
39. Xin, X., Liang, M., Yao, Z., Su, L., Zhang, J., Li, P., Sun, C. & Jiang, H. (2020). Self-sensing behavior and mechanical properties of carbon nanotubes/epoxy resin composite for asphalt pavement strain monitoring. *Construction and Building Materials*, 257, 1-9.
40. Zarei, S., Ouyang, J., Yang, W. & Zhao, Y. (2020). Experimental analysis of semi-flexible pavement by using an appropriate cement asphalt emulsion paste. *Construction and Building Materials*, 230, 1-11.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 20: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
VI: Diseño de pavimento flexible adecuado	Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas dependencias de las necesidades particulares de cada obra (LINA MERCEDES MONSALVE ESCOBAR, 2012).	Es el Material que se evaluará en función y relación a las Normas técnicas peruanas para la determinación del efecto que tiene esta utilización del presente material en el diseño de un pavimento flexible.	Estabilidad De Mezcla Asfáltica en Caliente	Según datos de laboratorio	Ensayo de Penetración	Ordinal
			Flujo De Mezcla Asfáltica en Caliente	Ensayo de flujo	Ensayo de estabilidad	Ordinal
			Diseño de Mezcla Asfáltica	Diseño de Mezcla Método Marshall	Maquina Marshall	Ordinal
			Asfaltos	Asfaltos modificados Composición Propiedades físicas Función Clasificación	Ensayo de laboratorio propiedades del asfalto	Ordinal
VD: Carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos	Los asfaltos modificados son producto de la incorporación en el asfalto de un polímero o de hule molido. Esto se hace con el fin de modificar sus propiedades físicas y reológicas para disminuir su susceptibilidad a la temperatura, humedad y oxidación e incrementar la adherencia con el material pétreo. Aumentar la resistencia de las mezclas asfálticas a la deformación y esfuerzos de tensión repetidos (ASTM, 2016).	Es el producto de la obtención del diseño de mezcla respectivo en la cual se hará adicionando residuos plásticos Consiste para mejorar las características y estados estructurales de la carpeta de rodadura en referencia al diseño del pavimento flexible.	Propiedades Físicas y Mecánicas del pavimento	Granulometría	Malla granulométrica	Ordinal
				Limite polímero		
			Evaluación y Análisis del pavimento con el polímero	Resistencia	Máquina Marshall	Ordinal
				Índice de durabilidad	Máquina Marshall	Ordinal
				Resistencia del pavimento mejorado	Estabilidad/ Flujo	Máquina Marshall
Evaluación y Análisis mecánico del pavimento mejorado	Dosificación	Resultados de laboratorio	Ordinal			

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2
Matriz de consistencia.

Tabla 21: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo – Lima - 2020.

AUTOR: Bach. Chochabot Prenon Jose

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera podemos diseñar adecuadamente porcentajes de materiales plásticos reciclados para mejorar la carpeta asfálticas?	Diseñar pavimento flexible adecuados con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET) en Lomas de Carabayllo	Las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados son mejores en sus características mecánicas frente a mezclas asfálticas convencionales.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño de pavimento flexible adecuado	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad • Flujo • Relación de vacíos • Porcentaje de asfalto • Porcentaje de material reciclado 	E>700 Kilos Contenido de asfalto entre 3.5 a Ensayo Marshall Tipo de asfalto PEN Laboratorio de asfalto PEN	
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificos		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del asfalto 	Ensayo de penetración Pen 85-100 120 -150	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque
1) ¿En cuánto se incrementa su resistencia frente a las deformaciones constantes en una mezcla modificada con residuos plásticos reciclados?	1) Determinar el porcentaje de incremento de la resistencia de la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados frente a las deformaciones constantes	1) Las mezclas asfálticas con residuos plásticos presentan una mayor resistencia frente a las deformaciones causadas por las cargas.	VARIABLE DEPENDIENTE: Carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de granulometría según MTC 2013 	Gradaciones normalizadas para producir concreto asfáltico MAC 2	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de investigación • Diseño de investigación No experimental
2) ¿Cómo la adición de residuos plásticos reciclados en las mezclas asfálticas incrementa la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores?	2) Determinar el porcentaje de incremento de la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores en la mezcla asfáltica con residuos plásticos reciclados.	2) Las mezclas asfálticas con residuos plásticos reciclados poseen mayor estabilidad Marshall que le permite soportar cargas mayores.		<ul style="list-style-type: none"> • Producción del residuo plástico 	Plantas trituradoras Tamaño del PET 1 a 3 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de investigación • Descriptivo
3) ¿Es rentable económicamente la incorporación de residuos plásticos reciclados dentro del diseño de la mezcla asfáltica?	3) Determinar la rentabilidad económica del diseño de la mezcla asfáltica adicionando residuos plásticos reciclados.	3) La mezcla asfáltica con residuos plásticos genera un impacto económico menor tanto en gastos operativos como de mantenimiento.				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3
Ficha de validación.

Tabla 22: Ficha de validación.

FICHA DE VALIDACIÓN							
TÍTULO:			AUTOR:				
"Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"			Bach. Chochabot Prenón, José				
VARIABLES EMPLEADAS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS			
				INGENIERO N°1	INGENIERO N°2	INGENIERO N°3	
Diseño de pavimento flexible adecuado	Estabilidad de mezcla asfáltica en caliente	Según datos de laboratorio	Ensayos de laboratorio	0.84	0.81	0.78	
	Flujo de mezcla asfáltica en caliente.	Según datos de laboratorio		0.82	0.86	0.94	
	Diseño de mezcla asfáltica	Diseño de mezcla Método Marshall	Prueba MARSHALL	0.91	0.91	0.93	
	Asfaltos		Asfaltos modificados.	Ensayos de laboratorio	0.81	0.78	0.83
			Composición		0.80	0.79	0.79
			Propiedades físicas		0.92	0.94	0.95
			Función		0.81	0.84	0.9
		Clasificación	0.78	0.94	0.84		
Mejorar carpeta asfáltica adicionando residuos plásticos	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría	Ensayos de laboratorio	0.76	0.87	0.95	
		Límite polímero		0.96	0.92	0.88	
		CBR		0.86	0.84	0.89	
	Evaluación y análisis polímero	Índice de durabilidad	Prueba de laboratorio	0.93	0.78	0.83	
	Resistencia	Estabilidad/flujo	Prueba MARSHALL	0.91	0.87	0.88	
	Evaluación y Análisis mecánico	Dosificación	Ficha de registros de datos	0.95	0.77	0.77	
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Oseda, 2012)			Sumatoria	12.06	11.92	12.16	
Valor de la validez obtenida		Interpretación					
0.53 a menos		Validez nula	Sumatoria / (n° de instrumentos)	0.86	0.85	0.87	
0.54 a 0.59		Validez baja					
0.60 a 0.65		Válida	Promedio de la validez obtenida	0.86			
0.66 a 0.71		Muy válida					
0.72 a 0.99		Excelente validez					
1.00		Validez perfecta					



WALTER JAVIER
TANTA MINAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226062

TANTA MINAYA WALTER JAVIER
CIP: 226062
INGENIERO N° 1



Firmado digitalmente por:
QUISPE MUÑOZ Edgar Raul
FAU 20103030791 hard
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 14/02/2021 20:38:26-0500

EDGAR RAÚL QUISPE MUÑOZ
CIP: 214454
INGENIERO N° 2



GUSTAVO ADOLFO
AYBAR ARRIOLA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47898

GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA
CIP: 47898
INGENIERO N° 3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Ficha de validación.

N° del indicador	Ingeniero N°1	Ingeniero N°2	Ingeniero N°3	Sumatoria de valoración de expertos	Mx	CVCi	Pei	CVCtc
1	16	17	17	50	2.5	0.833	0.037	0.796
2	17	17	18	52	2.6	0.867	0.037	0.830
3	18	18	17	53	2.65	0.883	0.037	0.846
4	19	19	17	55	2.75	0.917	0.037	0.880
5	18	16	18	52	2.6	0.867	0.037	0.830
6	16	18	16	50	2.5	0.833	0.037	0.796
7	17	18	17	52	2.6	0.867	0.037	0.830
8	18	17	19	54	2.7	0.900	0.037	0.863
9	19	17	17	53	2.65	0.883	0.037	0.846
10	18	17	18	53	2.65	0.883	0.037	0.846
PROMEDIO =								0.836



WALTER JAVIER
TANTA MINAYA
INGENIERO CIVIL -
Reg. CIP N° 226062

TANTA MINAYA WALTER JAVIER
CIP: 226062
INGENIERO N° 1



EDGAR RAÚL QUISPE MUÑOZ
CIP: 214454
INGENIERO N° 2

Firmado digitalmente por:
QUISPE MUÑOZ Edgar Raul
FAU 20103030791 hard
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 14/02/2021 20:38:26-0500



GUSTAVO ADOLFO
AYBAR ARRIOLA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47898

GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA
CIP: 47898
INGENIERO N° 3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4
Indicadores para evaluar instrumento.

Tabla 24: Indicadores para evaluar instrumento Ingeniero N°1.

INDICADORES PARA EVALUAR INSTRUMENTO	
TÍTULO:	AUTOR:
"Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	Bach. Chochabot Prenón, José

INDICADORES PARA EVALUAR EL INSTRUMENTO	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente	
		(01-12)	(13-14)	(15-16)	(17-18)	(19-20)	
		1	2	3	4	5	
1	Objetividad	Puede ser descrito mediante procesos observables.	-	-	16	-	-
2	Claridad	Su formulación presenta un lenguaje correcto y apropiado.	-	-	-	17	-
3	Pertinencia	Es funcional y asertivo para los objetivos planteados.	-	-	-	18	-
4	Actualidad	Acorde a las nuevas tecnologías de construcción.	-	-	-	-	19
5	Intencionalidad	Es apropiado para poder cumplir con los objetivos planteados.	-	-	-	18	-
6	Coherencia	Existe coherencia entre las hipótesis y las dimensiones.	-	-	16	-	-
7	Consistencia	Emplea suficientes fuentes bibliográficas.	-	-	-	17	-
8	Suficiencia	Valora las dimensiones cuantitativa y cualitativamente.	-	-	-	18	-
9	Organización	En los ítems existe un constructo lógico.	-	-	-	-	19
10	Metodología	Permite cumplir con los lineamientos metodológicos establecidos.	-	-	-	18	-
INTERPRETACIÓN							
01-12	Inaceptable	SUB TOTAL=	0	0	32	106	38
13-15	Aceptable con recomendaciones	TOTAL=	17.6				
16-20	Aceptable						


 WALTER JAVIER
 TANTA MINAYA
 INGENIERO CIVIL -
 Reg. CIP N° 226062

 TANTA MINAYA WALTER JAVIER
 CIP: 226062
 INGENIERO N° 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Indicadores para evaluar instrumento Ingeniero N°2.

INDICADORES PARA EVALUAR INSTRUMENTO	
TÍTULO:	AUTOR:
"Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	Bach. Chochabot Prenón, José

INDICADORES PARA EVALUAR EL INSTRUMENTO	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente	
		(01-12)	(13-14)	(15-16)	(17-18)	(19-20)	
		1	2	3	4	5	
1	Objetividad	Puede ser descrito mediante procesos observables.	-	-	-	17	-
2	Claridad	Su formulación presenta un lenguaje correcto y apropiado.	-	-	-	17	-
3	Pertinencia	Es funcional y asertivo para los objetivos planteados.	-	-	-	18	-
4	Actualidad	Acorde a las nuevas tecnologías de construcción.	-	-	-	-	19
5	Intencionalidad	Es apropiado para poder cumplir con los objetivos planteados.	-	-	16	-	-
6	Coherencia	Existe coherencia entre las hipótesis y las dimensiones.	-	-	-	18	-
7	Consistencia	Emplea suficientes fuentes bibliográficas.	-	-	-	18	-
8	Suficiencia	Valora las dimensiones cuantitativa y cualitativamente.	-	-	-	17	-
9	Organización	En los ítems existe un constructo lógico.	-	-	-	17	-
10	Metodología	Permite cumplir con los lineamientos metodológicos establecidos.	-	-	-	17	-
		SUB TOTAL=	0	0	16	139	19
01-12	Inaceptable						
13-15	Aceptable con recomendaciones						
16-20	Aceptable						
		TOTAL=	17.4				



Firmado digitalmente por:
 QUISPE MUÑOZ Edgar Raul
 FAU 20103030701 hard
 Motivo: En señal de conformidad
 Fecha: 14/02/2021 20:38:26-0500

 EDGAR RAÚL QUISPE MUÑOZ
 CIP: 214454
 INGENIERO N° 2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Indicadores para evaluar instrumento Ingeniero N°3.

INDICADORES PARA EVALUAR INSTRUMENTO	
TÍTULO:	AUTOR:
"Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	Bach. Chochabot Prenón, José

INDICADORES PARA EVALUAR EL INSTRUMENTO		CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			(01-12)	(13-14)	(15-16)	(17-18)	(19-20)
			1	2	3	4	5
1	Objetividad	Puede ser descrito mediante procesos observables.	-	-	-	17	-
2	Claridad	Su formulación presenta un lenguaje correcto y apropiado.	-	-	-	18	-
3	Pertinencia	Es funcional y asertivo para los objetivos planteados.	-	-	-	17	-
4	Actualidad	Acorde a las nuevas tecnologías de construcción.	-	-	-	17	-
5	Intencionalidad	Es apropiado para poder cumplir con los objetivos planteados.	-	-	-	18	-
6	Coherencia	Existe coherencia entre las hipótesis y las dimensiones.	-	-	16	-	-
7	Consistencia	Emplea suficientes fuentes bibliográficas.	-	-	-	17	-
8	Suficiencia	Valora las dimensiones cuantitativa y cualitativa.	-	-	-	-	19
9	Organización	En los ítems existe un constructo lógico.	-	-	-	17	-
10	Metodología	Permite cumplir con los lineamientos metodológicos establecidos.	-	-	-	18	-
INTERPRETACIÓN							
		SUB TOTAL=	0	0	16	139	19
01-12	Inaceptable						
13-15	Aceptable con recomendaciones	TOTAL=	17.4				
16-20	Aceptable						



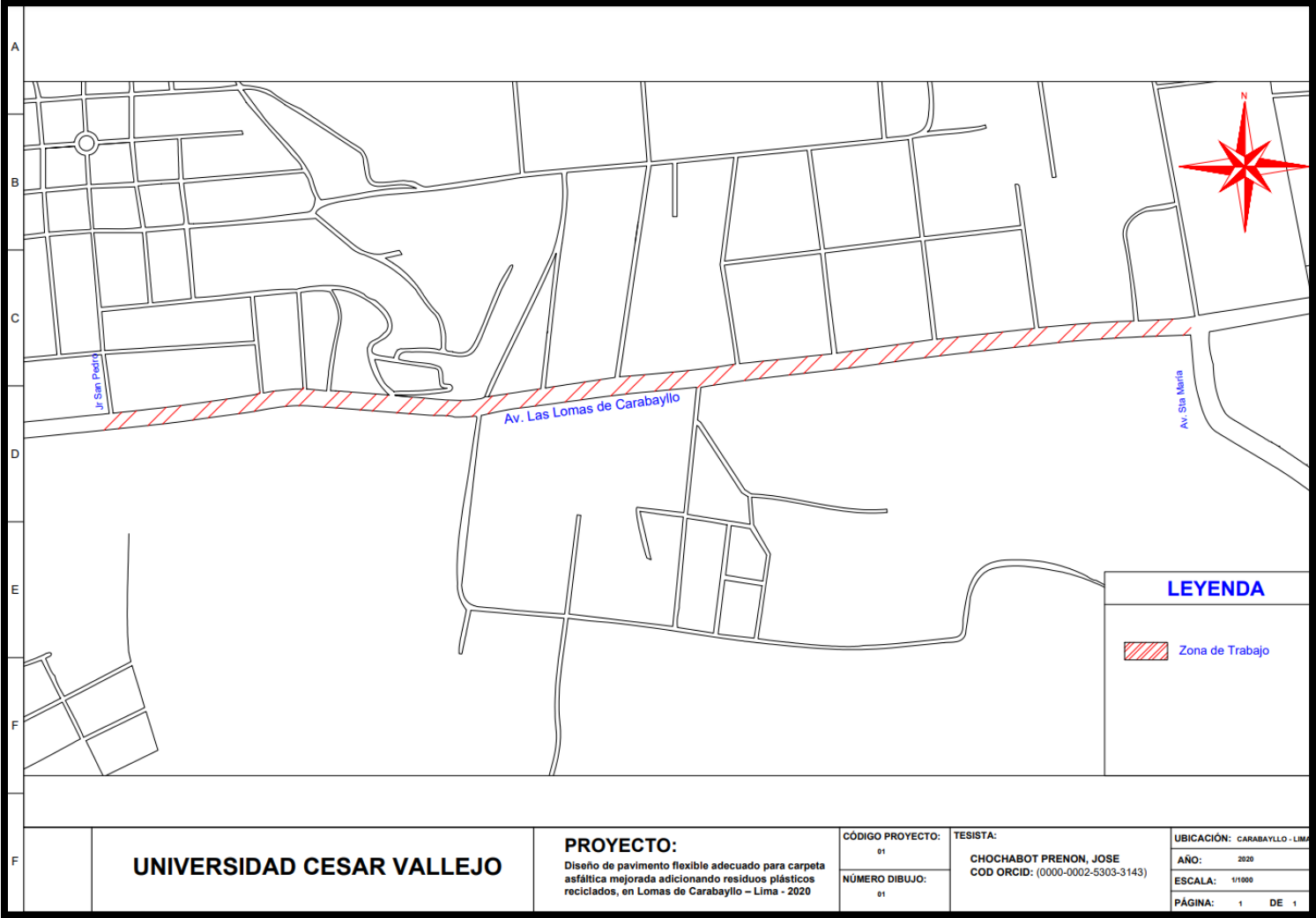
GUSTAVO ADOLFO
AYBAR ARRIOLA
INGENIERO CIVIL
R.C. CIP Nº 47898

GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA
CIP: 47898
INGENIERO N° 3

Fuente: Elaboración propia

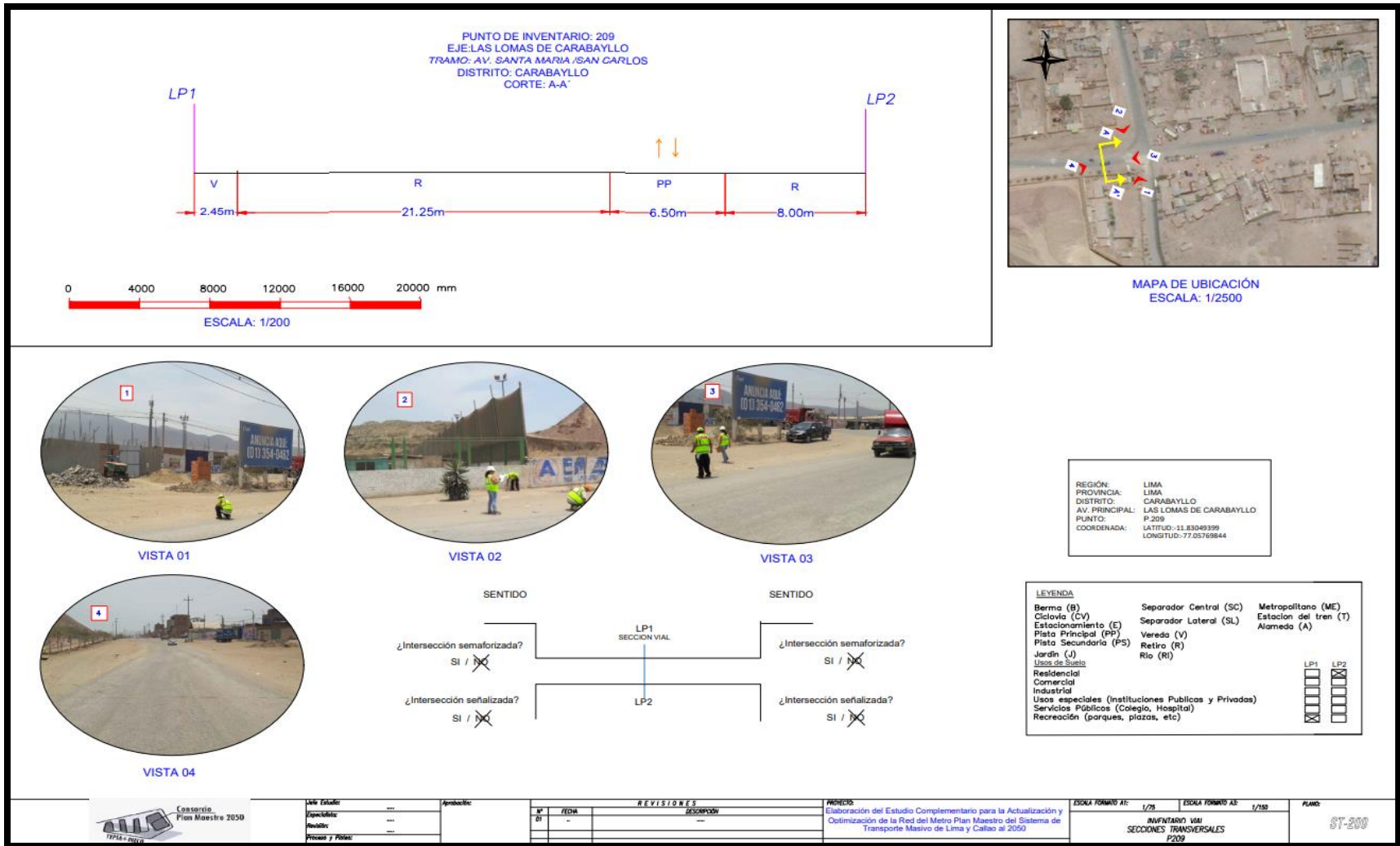
Anexo 5
Planos.

Figura 12: Plano de ubicación.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13: Plano secciones transversales – inventario vial.



Fuente: Elaboración Propia.

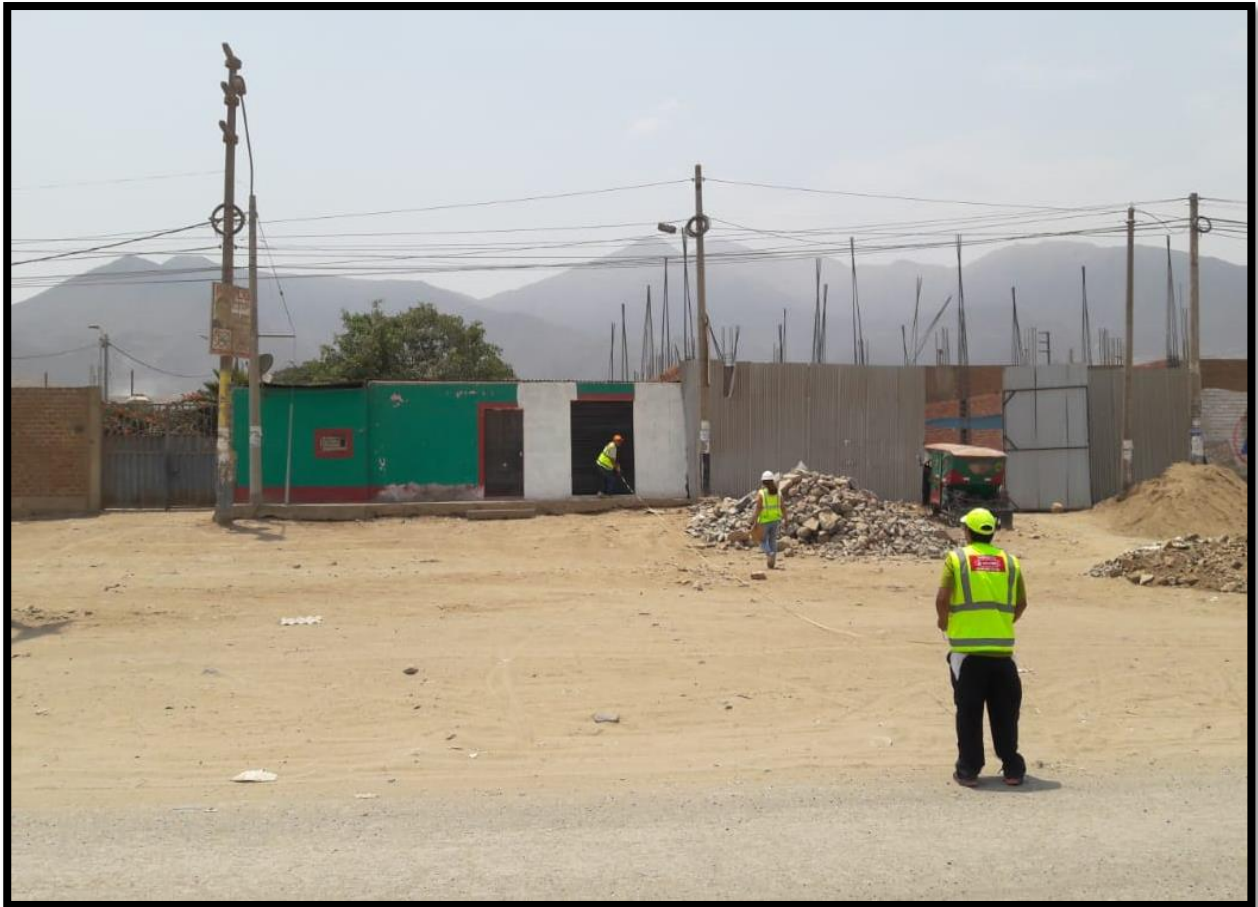
Anexo 6
Panel fotográfico.

Figura 14: Foto 01- Medición de la calzada.



Fuente: Propia.

Figura 15: Foto 02 - Medición de la vereda y ancho de retiro.



Fuente: Propia.

Figura 16: Foto 03 - Medición del ancho de retiro.



Fuente: Propia.

Figura 17: Foto 04 - Medición del ancho de retiro.



Fuente: Propia.

Figura 18: Foto 05 - Medición del ancho de retiro.



Fuente: Propia.

Figura 19: Foto 06 - Medición del ancho de retiro.



Fuente: Propia.

Anexo 7
Ensayos.

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04**

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo – Lima – 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PISO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	38.20			38.00		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	56.34			56.05		
4 % DE RAP EN PISO DE LA MEZCLA	0.96			0.95		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654			2.654		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700			2.700		
8 PESO ESPECÍFICO DEL RAP - APARENTE	2.610			2.610		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.7	1,206.4	1,210.2	1,220.6	1,211.8	1,216.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.7	1,207.4	1,211.0	1,221.3	1,212.5	1,216.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	692.0	691.2	692.0	702.0	697.1	698.2
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	515.7	516.2	519.0	519.3	515.4	518.5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.19	0.19	0.15	0.13	0.14	0.14
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2333	2330	2325	2343	2344	2338
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA A (gr./cm³) (A/(B-C))	2.340	2.337	2.332	2.350	2.351	2.345
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.557			2.536		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.5	8.6	8.8	7.3	7.3	7.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.680			2.680		
21 V.M.A. (%)	16.6	16.7	16.9	16.7	16.7	16.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	48.9	48.5	47.9	56.2	56.3	55.5
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.756			2.755		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.0			1.0		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.5			4.0		
26 FLUJO (0.01 Palgada)	10.0	10.0	9.0	11.0	12.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	900.0	950.0	950.0	1,050.0	1,030.0	1,025.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	936.0	988.0	988.0	1,092.0	1,071.0	1,066.0

277

DMA (9/16)
mepp/jems
O.S. N°005




 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 REG. CIP 83285
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70 + 1% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.80		37.60			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	55.75		55.46			
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.95		0.94			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654		2.654			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700		2.700			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610		2.610			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.0	1,211.2	1,218.6	1,210.6	1,213.0	1,220.4
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,205.7	1,211.9	1,219.4	1,211.1	1,213.5	1,220.9
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	698.0	701.0	705.2	705.1	706.4	711.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	507.7	510.9	514.2	506.0	507.1	509.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.7	0.7	0.8	0.5	0.5	0.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.14	0.14	0.16	0.10	0.10	0.10
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2366	2364	2363	2385	2385	2386
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.373	2.371	2.370	2.392	2.392	2.393
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.516		2.494			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.7	5.8	5.8	4.1	4.1	4.0
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.680		2.680			
21 V.M.A.	16.3	16.4	16.4	16.1	16.1	16.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	65.2	64.8	64.6	74.7	74.6	75.0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.755		2.752			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.0		1.0			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4.5		5.1			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	12.0	13.0	15.0	14.0	14.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,100.0	1,150.0	1,170.0	1,250.0	1,270.0	1,300.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,144.0	1,196.0	1,217.0	1,300.0	1,321.0	1,352.0



DMA (9/16)
mep/jems
O.S. N°005



ING. JORGE ISMAEL CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.

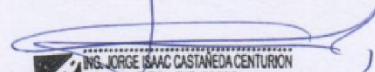
MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 1% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.40					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	55.16					
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.94					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.1	65.1	65.0			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,218.6	1,212.2	1,219.1			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,218.9	1,212.5	1,219.4			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	707.9	704.5	708.3			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	511.0	508.0	511.1			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.3	0.3	0.3			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.06	0.06	0.06			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 23° C (kg/m³)	2378	2379	2378			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.385	2.386	2.385			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.473					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.6	3.5	3.6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.680					
21 V.M.A.	16.8	16.7	16.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	78.8	79.0	78.9			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.750					
24 ASFALTO ABSORRIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.0					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.6					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16.0	16.0	15.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,125.0	1,120.0	1,100.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,170.0	1,165.0	1,144.0			

DMA (9/16)
mep/jems
O.S. N°005

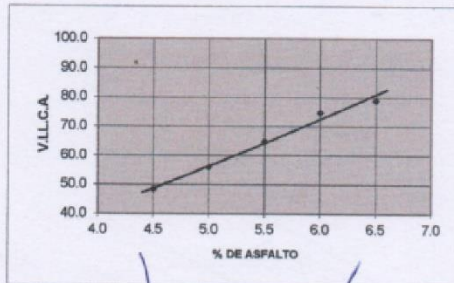
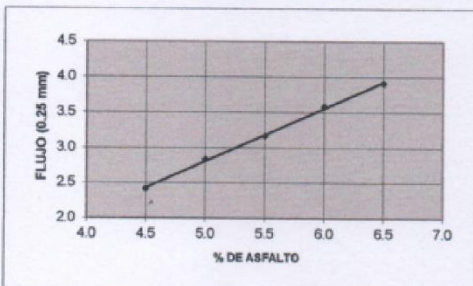
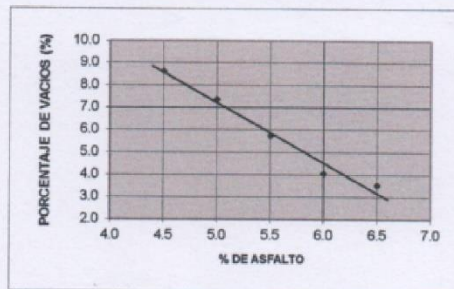
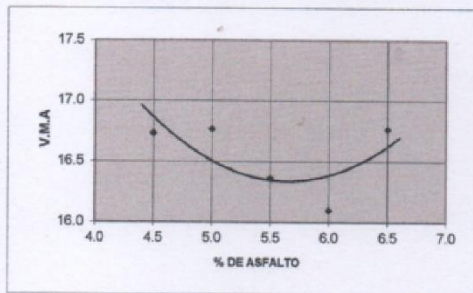
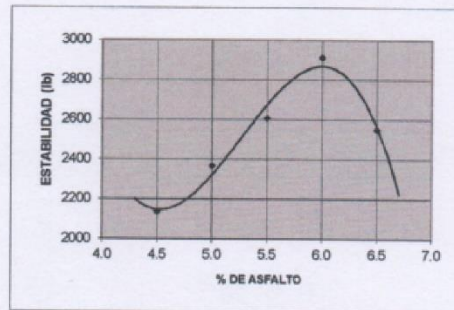
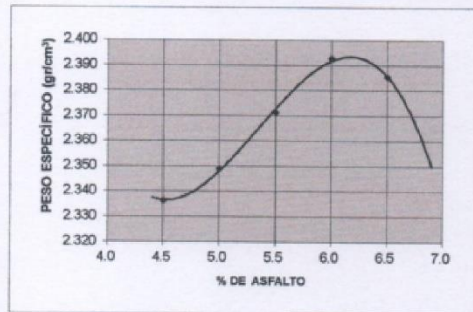



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 24 de Febrero del 2021.

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (9/16)
mepp/jems
O.S. N°005



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.9	6.1	6.3
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.390	2.392	2.393
- Vacíos, %	:	4.6	4.2	3.8
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	78.0	82.0	83.0
- V.M.A., %	:	16.3	16.4	16.5
- Estabilidad, lb (kN)	:	2860.0 (12.72)	2850.0 (12.68)	2800.0 (12.45)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	13.8 (3.5)	14.2 (3.6)	15.0 (3.8)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3598.5	
- Absorción de Asfalto, %	:		1.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	40.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Carabaylo - Grava 1 (40%)
- Agregado fino	:	Cantera Carabaylo - Arena Chancada (34%)
	:	Cantera Carabaylo - Arena Procesada (25%)
- Plástico Reciclado	:	Residuo (1.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/02/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (10/18)
mepp/jems
O.S. N°005


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 24 de Febrero del 2021.

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04**

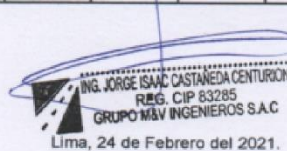
SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 80-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo – Lima – 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5		6.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.80		37.60			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	53.86		53.58			
4 % DE RAF EN PESO DE LA MEZCLA	2.84		2.82			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654		2.654			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700		2.700			
8 PESO ESPECÍFICO DEL RAP - APARENTE	2.610		2.610			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.0	64.0	64.9	65.2	65.7	66.2
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.9	1,207.1	1,211.3	1,215.0	1,212.9	1,217.2
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,208.0	1,208.2	1,212.4	1,215.9	1,213.7	1,218.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	653.0	649.0	650.0	667.3	662.9	667.2
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	555.0	559.2	562.4	548.6	550.8	550.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.1	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.20	0.20	0.20	0.16	0.15	0.16
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2168	2152	2147	2208	2195	2203
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA A (gr./cm³) (A/(B-C))	2.175	2.159	2.154	2.215	2.202	2.209
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.475		2.456			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	12.1	12.8	13.0	9.8	10.3	10.0
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.679		2.679			
21 V.M.A. (%)	23.3	23.9	24.0	22.3	22.7	22.5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	47.9	46.5	45.9	56.0	54.4	55.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.703		2.703			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.3		0.3			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.2		5.7			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	12.5	12.5	14.0	13.5	14.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	980.0	960.0	950.0	1,150.0	1,140.0	1,080.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,019.0	998.0	988.0	1,196.0	1,186.0	1,123.0



DMA (11/16)
mepp/jems
O.S. N°005



Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 3% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50		7.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.40		37.20			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	53.29		53.01			
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	2.81		2.79			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654		2.654			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700		2.700			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610		2.610			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.7	62.5	63.9	64.2	64.8	64.3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.3	1,212.4	1,211.0	1,215.0	1,216.8	1,221.1
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.1	1,213.2	1,211.8	1,215.7	1,217.5	1,221.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	667.3	670.6	671.0	676.0	679.0	679.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	539.8	542.6	540.8	539.7	538.5	542.7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.15	0.15	0.15	0.13	0.13	0.11
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2228	2228	2233	2244	2253	2243
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.235	2.234	2.239	2.251	2.260	2.250
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.436		2.416			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	8.3	8.3	8.1	6.8	6.5	6.9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.679		2.679			
21 V.M.A.	22.0	22.0	21.8	21.8	21.6	21.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	62.5	62.4	62.9	68.7	70.0	68.6
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.701		2.699			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.3		0.3			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	6.2		6.7			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	14.0	15.0	16.0	16.0	15.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,100.0	1,050.0	1,080.0	1,000.0	1,050.0	1,000.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,144.0	1,092.0	1,123.0	1,040.0	1,092.0	1,040.0

DMA (1V16)
meppl/jems
O.S. N°005



ING. JORGE ISAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10


MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 3% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.00					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.72					
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	2.78					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.2	65.8	64.6			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,225.0	1,226.0	1,224.9			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,225.5	1,226.4	1,225.4			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	679.0	681.0	680.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	546.5	545.4	545.4			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.5	0.4	0.5			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.09	0.07	0.09			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m ³)	2235	2241	2239			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm ³) (A/(B-C))	2.242	2.248	2.246			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.397					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6.5	6.2	6.3			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm ³)	2.679					
21 V.M.A.	22.6	22.4	22.5			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	71.3	72.2	72.0			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.697					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.3					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	7.3					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	17.0	16.5	16.5			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	940.0	950.0	900.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	978.0	988.0	936.0			

DMA (11/13)
mopp/jems
O.S. N°005

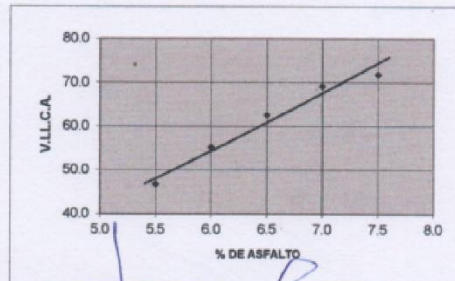
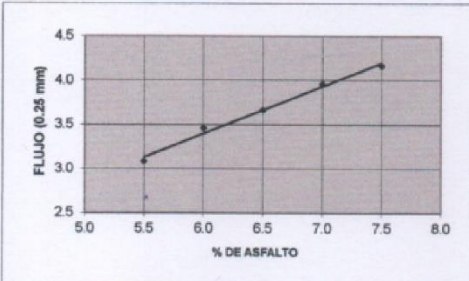
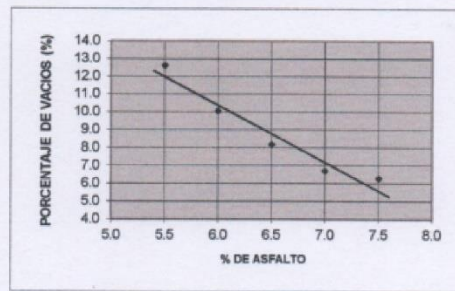
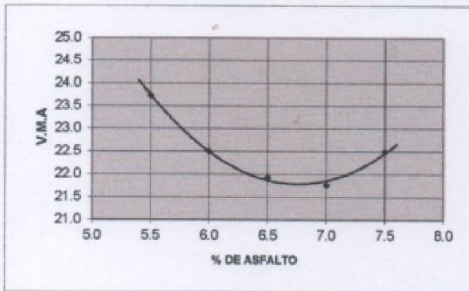
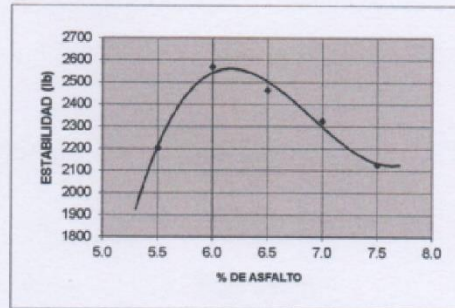
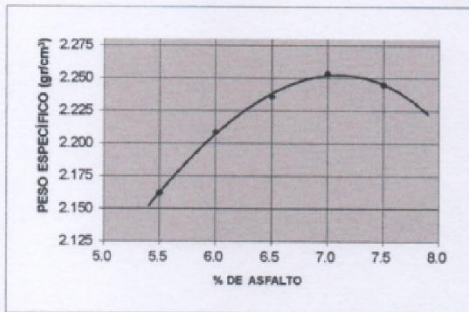



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C
Lima, 24 de Febrero del 2021.

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (1716)
mepp/jems
O.S. N°005



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
R.E.G. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6.4	6.6	6.8
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.230	2.240	2.250
- Vacíos, %	:	9.0	8.5	7.9
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	59.0	62.0	64.0
- V.M.A., %	:	21.9	21.8	21.3
- Estabilidad, lb (kN)	:	2525.0 (11.23)	2490.0 (11.08)	2400.0 (10.68)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	14.2 (3.6)	14.9 (3.7)	15.3 (3.8)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3059.0	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.3	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	40.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Carabaylo - Grava 1 (40%)
- Agregado fino	:	Cantera Carabaylo - Arena Chancada (33%)
	:	Cantera Carabaylo - Arena Procesada (24%)
- Asfalto Reciclado	:	Residuo (3.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

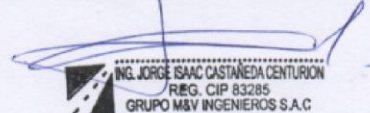
(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/02/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (2/16)
mepp/jems
O.S. N°005



Lima, 24 de febrero del 2021.

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04**


SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA : Agregados, Pen 80-70.
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo – Lima – 2020"	: + 5% de plástico reciclado.
	IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
	CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
	PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5		6.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.80		37.60			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	51.97		51.70			
4 % DE RAP EN PESO DE LA MEZCLA	4.73		4.70			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654		2.654			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700		2.700			
8 PESO ESPECÍFICO DEL RAP - APARENTE	2.610		2.610			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.9	65.0	65.2	65.7	65.9	66.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.2	1,204.3	1,208.7	1,219.3	1,211.4	1,216.7
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,206.4	1,205.9	1,210.1	1,220.3	1,212.4	1,217.8
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	611.0	608.7	611.2	622.0	617.0	620.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	595.4	597.2	598.9	598.3	595.4	597.8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.2	1.6	1.4	1.0	1.0	1.1
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.20	0.27	0.23	0.17	0.17	0.18
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C. (kg/m³)	2018	2011	2012	2032	2028	2029
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.024	2.017	2.018	2.038	2.035	2.035
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.456		2.438			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	17.6	17.9	17.8	16.4	16.6	16.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.677		2.677			
21 V.M.A. (%)	28.5	28.8	28.8	28.4	28.6	28.5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	38.3	37.9	38.1	42.2	42.1	42.0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.679		2.680			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0		0.0			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.5		6.0			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	11.5	12.0	14.0	14.0	13.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	900.0	890.0	885.0	935.0	950.0	940.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	936.0	926.0	920.0	972.0	988.0	978.0

DMA (13/16)
mepp/jems
O.S. N°005




 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 REG. CIP 83285
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
 Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 5% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.50			7.00	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37.40			37.20	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		51.42			51.15	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA		4.68			4.65	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.654			2.654	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.700			2.700	
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE		2.610			2.610	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.8	66.1	65.2	65.9	64.3	63.9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,211.0	1,210.3	1,210.5	1,211.0	1,212.4	1,211.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,211.9	1,211.2	1,211.4	1,211.6	1,213.0	1,211.6
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	624.0	625.0	625.0	636.0	636.3	636.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	587.9	586.2	586.4	575.6	576.7	575.6
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2054	2058	2058	2098	2096	2098
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.060	2.065	2.064	2.104	2.102	2.104
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.420			2.401	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	14.9	14.7	14.7	12.4	12.4	12.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.677			2.677	
21 V.M.A.	28.1	27.9	27.9	26.9	27.0	26.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	47.0	47.4	47.3	54.0	53.9	54.0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.680			2.679	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.0			0.0	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		6.5			7.0	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	15.5	15.0	17.0	16.5	16.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,010.0	1,050.0	1,050.0	1,075.0	1,070.0	1,065.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,050.0	1,092.0	1,092.0	1,118.0	1,113.0	1,108.0



DMA (B/16)
mepp/jems
O.S. N°005

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 5% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.00					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	50.87					
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	4.63					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.7	66.7	64.9			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,212.0	1,219.0	1,219.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,212.6	1,219.5	1,219.5			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	644.3	646.9	649.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	568.3	572.6	570.5			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.5	0.5			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.11	0.09	0.09			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 23° C (kg/m³)	2126	2122	2130			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.133	2.129	2.137			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.384					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	10.5	10.7	10.4			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.677					
21 V.M.A.	26.3	26.4	26.2			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	59.9	59.5	60.4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.680					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	7.5					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	18.0	18.5	19.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,020.0	1,030.0	995.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,061.0	1,071.0	1,035.0			

DMA (13/16)
mepp/jms
O.S. N°005



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

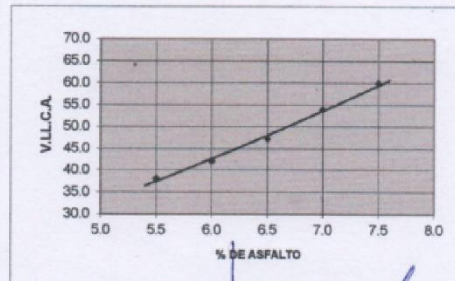
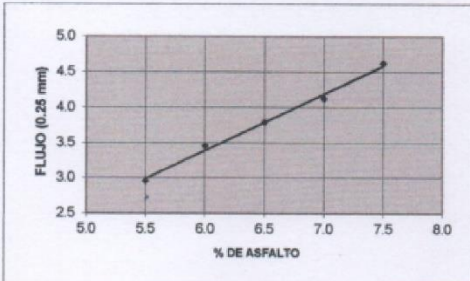
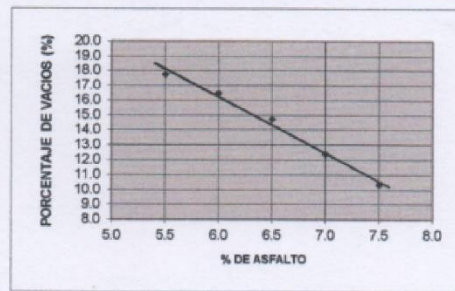
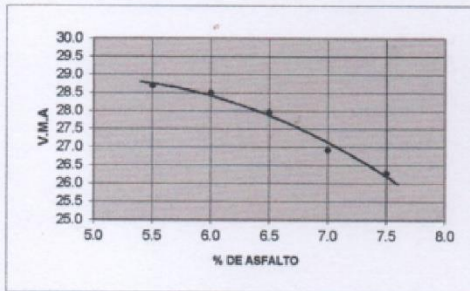
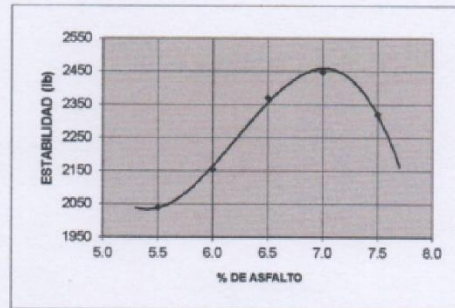
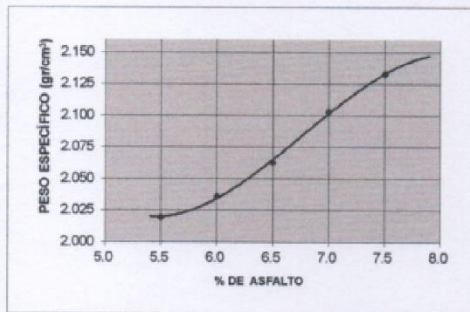
Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (13/16)
mepp/jems
O.S. N°005



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6.9	7.1	7.3
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.095	2.105	2.120
- Vacios, %	:	13.0	12.0	11.3
- Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	:	77.0	80.0	82.0
- V.M.A., %	:	27.3	26.9	26.6
- Estabilidad, lb (kN)	:	2450.0 (10.9)	2460.0 (10.94)	2430.0 (10.81)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	16.3 (4.1)	17.0 (4.3)	17.6 (4.4)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2600.4	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	40.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Carabaylo - Grava 1 (40%)
- Agregado fino	:	Cantera Carabaylo - Arena Chancada (32%)
	:	Cantera Carabaylo - Arena Procesada (23%)
- Asfalto Reciclado	:	Residuo (5.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/02/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (M/B)
mepp/jems
O.S. N°005


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 24 de Febrero del 2021.

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04**

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.0			6.5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37.60			37.40	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		49.82			49.55	
4 % DE RAP EN PESO DE LA MEZCLA		6.58			6.55	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.654			2.654	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.700			2.700	
8 PESO ESPECÍFICO DEL RAP - APARENTE		2.610			2.610	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.0	64.8	65.3	65.1	65.8	66.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,207.0	1,208.3	1,209.1	1,220.0	1,219.5	1,216.7
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,208.0	1,209.8	1,210.5	1,221.0	1,220.6	1,217.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	563.8	566.8	569.9	578.3	572.8	576.9
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	644.2	643.0	640.6	642.7	647.8	640.8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	1.5	1.4	1.0	1.1	1.0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.16	0.23	0.22	0.16	0.17	0.16
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	1868	1874	1882	1893	1877	1893
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA A (gr./cm³) (A/(B-C))	1.874	1.879	1.887	1.898	1.883	1.899
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.436			2.418	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	23.1	22.9	22.5	21.5	22.2	21.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.675			2.675	
21 V.M.A. (%)	34.2	34.0	33.7	33.7	34.2	33.6
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	32.5	32.8	33.2	36.2	35.2	36.1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.677			2.677	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.0			0.0	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		6.0			6.5	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	11.5	12.0	14.0	14.0	13.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	900.0	890.0	885.0	935.0	950.0	940.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	936.0	926.0	920.0	972.0	988.0	978.0

DMA (15/16)
mepp/jems
O.S. N°005



Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10


MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 7% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.00			7.50		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.20			37.00		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	49.29			49.02		
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	6.51			6.48		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654			2.654		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700			2.700		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610			2.610		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.0	66.9	66.7	66.8	65.2	64.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,212.6	1,211.2	1,211.8	1,212.6	1,212.7	1,211.6
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,213.4	1,212.0	1,212.6	1,213.2	1,213.3	1,212.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	585.0	587.6	586.3	599.0	599.1	596.2
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	628.4	624.4	626.3	614.2	614.2	615.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.13	0.13	0.13	0.10	0.10	0.08
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 23° C (kg/m³)	1924	1934	1929	1968	1969	1961
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	1.930	1.940	1.935	1.974	1.974	1.967
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.399			2.382		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	19.6	19.1	19.4	17.1	17.1	17.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.675			2.675		
21 V.M.A.	32.9	32.6	32.7	31.7	31.7	32.0
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	40.5	41.3	40.8	46.0	46.0	45.6
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.676			2.677		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0			0.0		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	7.0			7.5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	15.5	15.0	17.0	16.5	16.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,010.0	1,050.0	1,050.0	1,075.0	1,070.0	1,065.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,050.0	1,092.0	1,092.0	1,118.0	1,113.0	1,108.0

DMA (E/B)
meppl/jems
O.S. N°005




ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

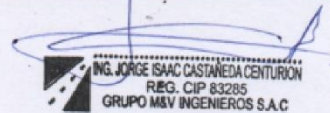
SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
+ 7% de plástico reciclado.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	8.00					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	36.80					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	48.76					
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	6.44					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.610					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.0	66.9	65.3			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,211.9	1,220.2	1,221.3			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,212.3	1,220.6	1,221.7			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	611.3	612.8	614.8			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	601.0	607.8	606.9			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.4	0.4	0.4			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.07	0.07	0.07			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 23° C (kg/m³)	2010	2002	2006			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.016	2.008	2.012			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 3041	2.364					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	14.7	15.1	14.9			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.675					
21 V.M.A.	30.6	31.0	30.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	52.0	51.4	51.7			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.676					
24 ASFALTO ABSORRIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	8.0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	18.0	18.5	19.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,020.0	1,030.0	995.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,061.0	1,071.0	1,065.0			

DMA (5115)
mepj/jems
O.S. N°005



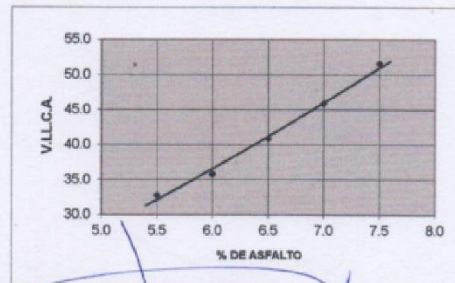
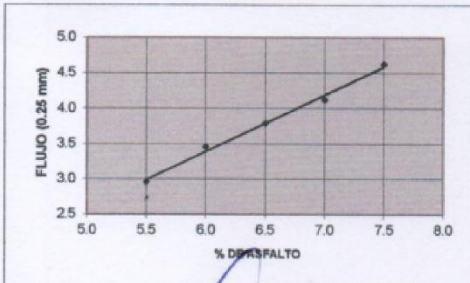
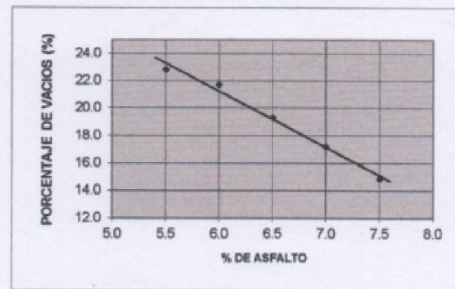
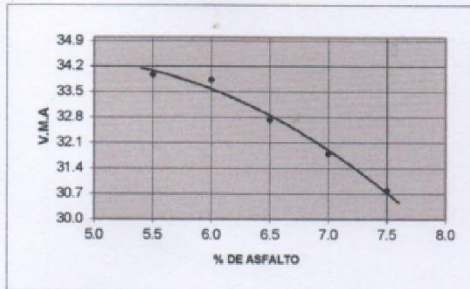
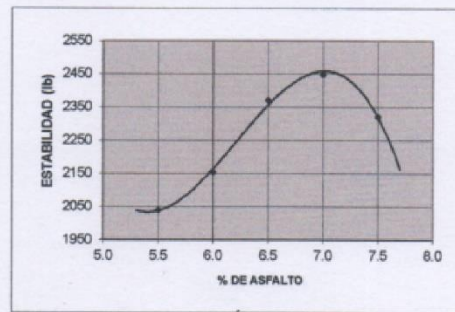
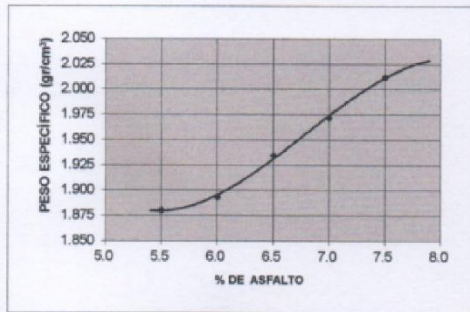
Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo – Lima – 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (15/16)
meppjems
O.S. N°005

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C

Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	7.3	7.5	7.7
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.000	2.010	2.020
- Vacíos, %	:	15.8	15.1	14.7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	48.0	51.0	53.0
- V.M.A., %	:	31.1	30.7	30.4
- Estabilidad, lb (kN)	:	2380.0 (10.59)	2300.0 (10.23)	2160.0 (9.61)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17.5 (4.4)	18.4 (4.6)	18.8 (4.7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2272.7	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	40.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Carabaylo - Grava 1 (40%)
- Agregado fino	:	Cantera Carabaylo - Arena Chancada (31%)
	:	Cantera Carabaylo - Arena Procesada (22%)
- Asfalto Reciclado	:	Residuo (7.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

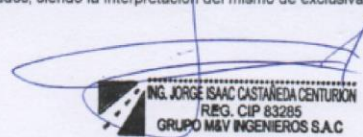
(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/02/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (16/16)
mepp/jems
O.S. N°005



Lima, 24 de Febrero del 2021.

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04**

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PISO DE LA MEZCLA TOTAL	5.0			5.5		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	38.00			37.80		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	57.00			56.70		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PISO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654			2.654		
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700			2.700		
8 PISO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.5	61.3	63.4	66.4	64.3	64.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,213.9	1,213.5	1,213.1	1,221.3	1,219.6	1,220.8
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,217.2	1,216.1	1,216.5	1,222.5	1,222.4	1,223.3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	674.6	673.1	672.4	682.7	682.4	687.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	542.6	543.0	544.1	539.8	540.0	535.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.3	2.6	3.4	1.2	2.8	2.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.61	0.48	0.62	0.22	0.52	0.47
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2230	2228	2223	2256	2252	2271
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.237	2.235	2.230	2.263	2.259	2.278
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.478			2.459		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.7	9.8	10.0	8.0	8.2	7.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.681			2.681		
21 V.M.A. (%)	20.7	20.8	21.0	20.3	20.4	19.7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	53.0	52.8	52.2	60.6	60.0	62.6
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.683			2.683		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0			0.0		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.0			5.5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	9.0	9.0	9.0	12.0	11.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	870.0	880.0	875.0	920.0	900.0	930.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	905.0	915.0	910.0	957.0	936.0	967.0



DMA (7/16)
meppjems
O.S. N°005



Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"

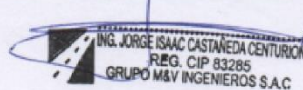
MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.00		6.50			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.60		37.40			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56.40		56.10			
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654		2.654			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700		2.700			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.4	64.1	65.4	64.9	65.6	64.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,230.0	1,231.2	1,231.5	1,235.2	1,235.2	1,236.2
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,232.4	1,233.2	1,233.2	1,236.2	1,237.2	1,238.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	693.4	692.6	693.2	702.4	702.3	703.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	539.0	540.6	540.0	533.8	534.9	535.1
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.4	2.0	1.7	1.0	2.0	1.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.45	0.37	0.31	0.19	0.37	0.36
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 23° C (kg/m³)	2275	2271	2274	2307	2302	2303
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.282	2.277	2.281	2.314	2.309	2.310
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.441		2.421			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6.5	6.7	6.6	4.4	4.6	4.6
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.681		2.681			
21 V.M.A.	20.0	20.1	20.0	19.3	19.5	19.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	67.5	66.7	67.2	77.1	76.3	76.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.684		2.681			
24 ASFALTO ABSORRIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0		0.0			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	6.0		6.5			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	13.0	12.0	15.0	15.0	14.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	980.0	990.0	980.0	1,050.0	1,100.0	1,075.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,019.0	1,030.0	1,019.0	1,092.0	1,144.0	1,118.0



DMA (7/16)
 mapp/jems
 O.S. N°005



Lima, 24 de Febrero del 2021.

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Ht. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA-PERU

mw.ingac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

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

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7.00					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.20					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	55.80					
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.654					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.700					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.3	64.9	65.7			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,235.9	1,235.1	1,236.2			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,237.2	1,236.2	1,237.8			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	698.7	698.3	699.8			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	538.5	537.9	538.0			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.3	1.1	1.6			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.24	0.20	0.30			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2288	2289	2291			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.295	2.296	2.298			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.403					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.5	4.5	4.4			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.681					
21 V.M.A.	20.4	20.3	20.3			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	78.0	78.1	78.4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.681					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	--					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	7.0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	17.0	17.0	16.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	975.0	980.0	990.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,014.0	1,019.0	1,030.0			

DMA (7/6)
mepp/jems
O.S. N°005

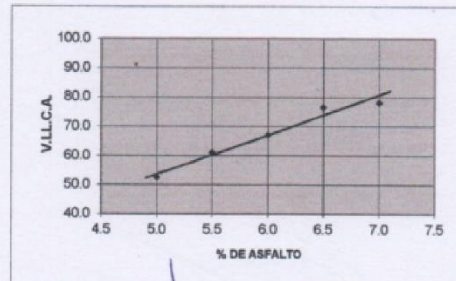
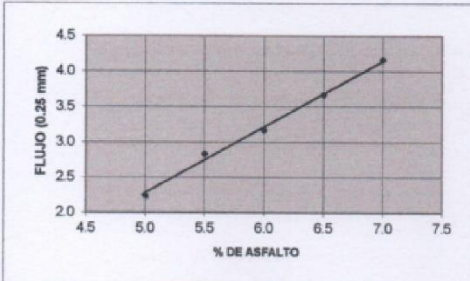
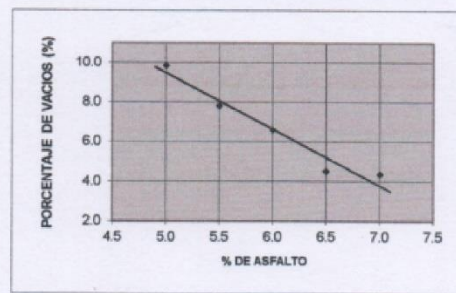
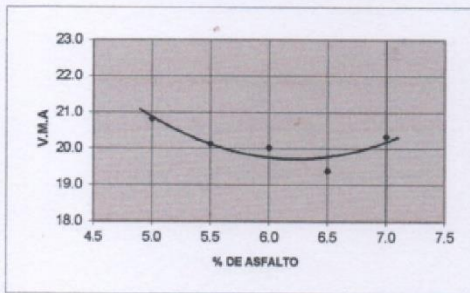
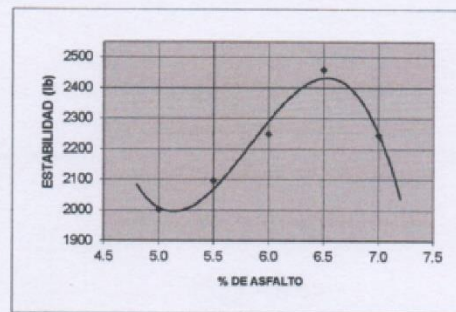
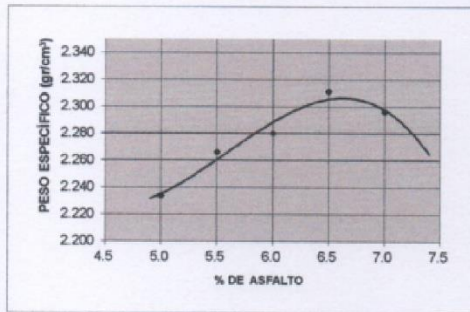


ING. JORGE ISAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C
Lima, 24 de Febrero del 2021.

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: JOSE CHOCHABOT PRENON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo - Lima - 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/02/10.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (7/B)
mepp/jems
O.S. N°005



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 24 de Febrero del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : JOSE CHOCHABOT PRENON
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabaylo – Lima – 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/02/10.
FECHA DE ENSAYO : 2021/02/10 al 2021/02/24.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6.5	6.7	6.9
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.301	2.303	2.300
- Vacíos, %	:	5.1	4.4	4.0
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	73.0	75.0	80.0
- V.M.A., %	:	19.8	19.9	20.1
- Estabilidad, lb (kN)	:	2420.0 (10.76)	2410.0 (10.72)	2320.0 (10.32)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	14.3 (3.6)	15.0 (3.8)	16.3 (4.1)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2882.8	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	40.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Carabaylo - Grava 1 (40%)
- Agregado fino	:	Cantera Carabaylo - Arena 1 (35%) Cantera Carabaylo - Arena 2 (25%)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/02/10.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

DMA (8/16)
mepp/jems
O.S. N°005



Lima, 24 de Febrero del 2021.