

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFÁLTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Itsuan Xavier Bernal Roman

Erickson Joseph Uriarte Navarro

Asesor:

Mg. Juan Miguel De La Torre Ostos

<https://orcid.org/0000-0001-8226-5376>

LIMA – PERÚ

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	José Alexander Ordoñez Guevara	40501603
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Alejandro Vildoso Flores	10712728
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Jorge Luis Canta Honores	10743048
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE

ORIGINALITY REPORT

20%	16%	0%	17%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	5%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Student Paper	4%
3	repositorio.uss.edu.pe Internet Source	3%
4	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	3%
5	hdl.handle.net Internet Source	2%
6	Submitted to Universidad Continental Student Paper	1%
7	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	1%
8	repositorio.unsch.edu.pe Internet Source	1%

DEDICATORIA

A Dios. A mis padres, Javier Bernal y Fabiola Huashuayo. A mis hijas: Khaleesi y Flavia por ser mi motor y motivo en las arduas noches de estudio. Dedico también este trabajo a mi casa de estudios, Universidad Privada del Norte por darme la oportunidad de desarrollarme académicamente.

I. Bernal

A Dios, por su guía, cuidado y enseñanza. A mi madre Fanny Navarro, por darme su enseñanza con su ejemplo y la calidad de valores que me inculco. A mi hermano, Cristopher Danilla; a mi abuela María Cayao por su apoyo incondicional durante mis estudios universitarios, a todas las personas que estuvieron durante todo mi desarrollo universitario en la Universidad Privada del Norte

E. Uriarte

AGRADECIMIENTO

A los Ingenieros Mg. Luis Maturrano e Ing. Augusto Cier Acevedo, quienes nos guiaron y brindaron asesoría para el desarrollo de nuestro trabajo de tesis.

I. Bernal

A nuestro docente de pavimentos, Ing. Roberto Carlos Carbajal, por su aporte en conocimientos para la elaboración de esta investigación.

E. Uriarte

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
RESUMEN	17
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Realidad problemática.....	19
1.2 Formulación del problema	37
1.2.1 Problema general.....	37
1.2.2 Problemas específicos	37
1.3 Objetivos	38
1.3.1 Objetivo general.....	38
1.3.2 Objetivos específicos	38
1.4 Hipótesis.....	39
1.4.1 Hipótesis general.....	39
1.4.2 Hipótesis específicas	39
1.5 Justificación.....	41
1.6 Variables	45
1.6.1 Descripción de las Variables.....	45
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	46
2.1. Tipo de investigación	46
2.1.1 Según su propósito	46
2.1.2 Según el enfoque.....	46
2.1.3 Según el nivel o alcance.....	46
2.1.4 Según el diseño	47
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	48
2.2.1 Población:.....	48
2.2.2 Muestra:	48
2.2.3 Muestreo:	48
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	50

2.3.1	Técnicas de Recolección.....	50
2.3.2	Instrumentos de Recolección	50
2.4.	Análisis de datos	78
2.5.	Procedimiento del desarrollo de los objetivos específicos.....	78
2.5.1.	Objetivo Especifico 1	78
2.5.2.	Objetivo Especifico 2.....	83
2.5.3.	Objetivo Especifico 3.....	85
2.5.4.	Objetivo Especifico 4.....	87
2.5.5.	Objetivo Especifico 5.....	89
2.6.	Aspectos éticos.....	91
2.7.	Juicio de expertos	92
CAPÍTULO III. RESULTADOS		93
3.1.	Resultados obtenidos por los objetivos	94
3.1.1.	Objetivo específico 1	94
3.1.2.	Objetivo específico 2	103
3.1.3.	Objetivo específico 3	119
3.1.1.	Objetivo específico 4	124
3.1.2.	Objetivo específico 5	125
3.2.	Hipótesis.....	131
	Hipótesis específica 1.....	131
	Hipótesis específica 2.....	142
	Hipótesis específica 3.....	149
	Hipótesis específica 4.....	159
2. CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y RESULTADOS		161
4.1	Limitaciones	161
4.2	Discusiones	161
4.3	Implicancias	163
4.4	Conclusiones	165
REFERENCIAS		169
ANEXOS		172

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Antecedentes nacionales e internacionales para la justificación teórica	41
Tabla 2 Variable Independiente.....	45
Tabla 3 Proyección de Muestras Realizadas al asfalto reciclado	49
Tabla 4 Proyección de Muestras Realizadas al asfalto patrón.....	49
Tabla 5 Norma DG-2013.....	64
Tabla 6 Cuadros resúmenes con las características mecánicas de los agregados suministrados	64
Tabla 7 DG-2013 parametros para el uso de mashall.....	66
Tabla 8 Parámetros para la Granulometría de Agregados Finos y Gruesos.....	67
Tabla 9 Análisis Granulométrico por Tamizado de Mezcla agregados pétreos, piedra de ¾”, arena chancada de ¼” y arena natural (zarandeada) de 3/8”	68
Tabla 10 Tamaño de muestra por el máximo nominal de la mezcla.	70
Tabla 11 Especificaciones para cementos asfálticos. Equivalencias entre grado de penetración y grado de viscosidad.....	87
Tabla 12 Especificaciones para cementos asfálticos. Clasificados por su grado de penetración.	88
Tabla 13 Especificaciones para cementos asfálticos. Equivalencias entre grado de penetración y grado de viscosidad.....	88
Tabla 14 Especificaciones para cementos asfálticos. Clasificados por su viscosidad.....	89
Tabla 15 Revisión y Evaluación de ensayos	93
Tabla 16 % Cemento Asfáltico vs Flujo para Asfalto Reciclado	95

Tabla 17 %Cemento Asfáltico vs Estabilidad para Asfalto Reciclado	96
Tabla 18 Resumen de resultados de los ensayos del asfalto reciclado	97
Tabla 19 % Cemento Asfáltico vs Índice de Rigidez para Asfalto Reciclado	98
Tabla 20 Resumen de resultado del ensayo “Índice de Rigidez” al asfalto reciclado	98
Tabla 21 Diseño Final Teórico de Asfalto reciclado	99
Tabla 22 Cemento Asfaltico vs Flujo para asfalto Convencional	100
Tabla 23 % Cemento Asfaltico vs Estabilidad para asfalto Convencional	101
Tabla 24 % Cemento Asfaltico vs Estabilidad para asfalto Convencional	102
Tabla 25 Resumen de resultado del ensayo “Índice de Rigidez” al asfalto convencional. ..	102
Tabla 26 Cuadro de Análisis Comparativo de Resistencias Bituminosas.	103
Tabla 27 Porcentaje de contenido de asfalto en la muestra	104
Tabla 28 Porcentaje de piedra y arena en la muestra.	104
Tabla 29 Datos de la muestra sin agregar liquido asfáltico.	105
Tabla 30 Datos de la muestra con el 0.4% liquido asfáltico adicionado.	105
Tabla 31 Datos de la muestra con el 0.8% liquido asfáltico adicionado.	106
Tabla 32 Datos de la muestra con el 1.2% liquido asfáltico adicionado	106
Tabla 33 Datos de la muestra con el 1.6% liquido asfáltico adicionado.	107
Tabla 34 Datos de las 5 muestras de dosificación de agregados en el Marshall.	107
Tabla 35 Muestra N°1 sin adición de líquido asfáltico del pavimento reciclado.	108
Tabla 36 Muestra N°2 con adición de 0.4% de líquido asfáltico del pavimento reciclado..	109
Tabla 37 Muestra N°3 con adición de 0.8% de líquido asfáltico del pavimento reciclado..	110
Tabla 38 Muestra N°4 con adición de 1.2% de líquido asfáltico del pavimento reciclado..	111
Tabla 39 Muestra N°5 con adición de 1.6% de líquido asfáltico del pavimento reciclado..	112

Tabla 40	Peso Unitario vs %Cemento Asfáltico para Asfalto Reciclado.....	114
Tabla 41	%Cemento Asfáltico vs % Vacíos para Asfalto Reciclado	115
Tabla 42	Peso Unitario vs % Cemento Asfáltico para asfalto Convencional	117
Tabla 43	% Cemento Asfáltico vs Vacíos para asfalto Convencional	118
Tabla 44	%Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Reciclado	120
Tabla 45	%Cemento Asfáltico vs VFA para Asfalto Reciclado	121
Tabla 46	%Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Reciclado	122
Tabla 47	% Cemento Asfáltico vs VFA para Asfalto Convencional	123
Tabla 48	Cuadro de Análisis Comparativo de Resistencias Bituminosas.....	123
Tabla 49	Especificaciones para cementos asfálticos. Resumen de resultados hallados a base de ensayos de laboratorio.	124
Tabla 50	Penetración a 25°C	124
Tabla 51	Viscosidad a 60 °C	125
Tabla 52	Viscosidad Cinemática a 135 °C	125
Tabla 53	Metrado y cálculo de Precios Unitarios para el Pavimento reciclado	126
Tabla 54	Metrado y cálculo de Precios Unitarios para los Materiales para el Pavimento Flexible	127
Tabla 55	(A.C.U.) del proceso de producción para el Pavimento Reciclado	128
Tabla 56	(A.C.U.) del proceso de producción para el Pavimento Flexible Convencional...	129
Tabla 57	Datos para cálculo de precios unitarios	130
Tabla 58	Análisis de materiales para la construcción de ambos pavimentos.....	131
Tabla 59	Resultados de la prueba de normalidad de la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado.....	133

Tabla 60 Resultados de la prueba de homogeneidad para la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado	136
Tabla 61 Resultados de la prueba de ANOVA para la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado.....	137
Tabla 62 Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la recuperación del flujo del pavimento reciclado.....	138
Tabla 63 Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la recuperación de la estabilidad del pavimento reciclado.....	140
Tabla 64 Resultados de la prueba de normalidad del incremento del peso unitario del pavimento reciclado.....	144
Tabla 65 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	145
Tabla 66 Resultados de la prueba de ANOVA para el incremento del peso unitario del pavimento reciclado.....	146
Tabla 67 Resultados de la prueba post hoc de Tukey al aumento del peso unitario del pavimento reciclado.....	147
Tabla 68 Resultados de la prueba de normalidad de la disminución del VMA y VFA del pavimento reciclado.....	151
Tabla 69 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	153
Tabla 70 Resultados de la prueba de ANOVA para la disminución del VMA y VFA del pavimento reciclado.....	154
Tabla 71 Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la disminución del VMA del pavimento reciclado.....	155

Tabla 72 Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la disminución del VFA del
pavimento reciclado.....157

Tabla 73 Descriptivos.....160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fresado de pavimento asfáltico.....	28
Figura 2 Corte transversal de un Pavimento Asfáltico	28
Figura 3 Producción de agregados en Canteras de Lima.....	30
Figura 4 Acopio de Materiales Fresado.....	31
Figura 5 Producción y Acopio de Cemento Asfáltico	31
Figura 6 Tamices para granulometría.....	32
Figura 7 Peso unitario de Muestra Asfáltica	34
Figura 8 Selección de Agregados Pétreos	35
Figura 9 Mezcla Asfáltica en caliente	35
Figura 10 Calzada Fernando Wisse Cuadra 8 - 9.	36
Figura 11 Procesos	51
Figura 12 Ubicación de Cuadras 8 -9 Fernando Wisse a Ensayar.....	52
Figura 13 Cantera Christopher - Selección de Agregado grueso.	53
Figura 14 Cantera Christopher - Selección de Agregado fino.....	54
Figura 15 Fresado de pavimento reciclado.....	55
Figura 16 Almacén de venta de Líquido Asfáltico MC-30	56
Figura 17 Especificaciones Técnicas (NTP 321.051.2002) – Cemento Asfálticos.....	57
Figura 18 Ensayo de Granulometría Agregados Nuevos	58
Figura 19 Ensayo de Granulometría.....	59
Figura 20 Ensayo de Contenido de Asfalto	59
Figura 21 Ensayo de Resistencia con Aparato Marshall	60
Figura 22 MANUAL DG- 2013.....	66

Figura 23 Colocación de material triturado para ser calentado	68
Figura 24 Fractura de la muestra de pavimento recuperado.....	69
Figura 25 Material recuperado distribuido para las muestras.....	70
Figura 26 Maquina centrifuga para el lavado	71
Figura 27 Colocado de la muestra para el ensayo el lavado asfáltico	72
Figura 28 Verificando la temperatura de la muestra.	73
Figura 29 Calentado del pavimento recuperado	74
Figura 30 Calculando el peso de la muestra	74
Figura 31 Colocación del líquido asfáltico.....	75
Figura 32 Utilizando la herramienta martillo de compactación.	75
Figura 33 Colocando la muestra para compactar.	76
Figura 34 Apuntes del número de probetas.....	76
Figura 35 Desmoldando las probetas de ensayo.....	77
Figura 36 Cuadro de evaluación de recolección de datos.	78
Figura 37 Acondicionamiento de probetas en baño maría.	80
Figura 38 Colocado de probeta en la mordaza de ensayo para ensayo Marshall	81
Figura 39 Obteniendo los cálculos de flujo mediante la máquina Marshall	82
Figura 40 Obteniendo los cálculos de estabilidad mediante la máquina Marshall.....	82
Figura 41 Probeta pesada saturada superficialmente seca.....	84
Figura 42 Probeta pesada en condición seca	84
Figura 43 Probeta pesada sumergida en agua.....	85
Figura 44 Parámetros para Análisis de Precios Unitarios del Pavimento Convencional	90
Figura 45 Parámetros para Análisis de Precios Unitarios del Pavimento Reciclado	91

Figura 46 Gráfico de %Cemento Asfáltico vs Flujo para Asfalto Reciclado.....	95
Figura 47 Gráfico de %Cemento Asfáltico vs Estabilidad para Asfalto Reciclado	96
Figura 48 Gráfico de %Cemento Asfáltico vs Índice de Rigidez para Asfalto Reciclado.....	97
Figura 49 Curva de % Cemento Asfaltico vs Flujo para asfalto Convencional	99
Figura 50 Curva de % Cemento Asfaltico vs Estabilidad para asfalto Convencional	100
Figura 51 Curva de % Cemento Asfaltico vs Índice de Rigidez para asfalto Convencional	101
Figura 52 Gráfico de Peso Unitario vs %Cemento Asfaltico para Asfalto Reciclado	114
Figura 53 Gráfico de %Cemento Asfáltico vs % Vacíos para Asfalto Reciclado.....	115
Figura 54 Análisis Granulométrico - Geo pavimentos S.R.L.....	116
Figura 55 Curva granulométrica de la combinación de agregados para pavimento.....	116
Figura 56 Curva de Peso Unitario vs % Cemento Asfaltico para asfalto Convencional.....	117
Figura 57 Curva de % Cemento Asfaltico vs Vacíos para asfalto Convencional	118
Figura 58 Gráfico de %Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Reciclado.....	119
Figura 59 Gráfico de %Cemento Asfáltico vs VFA para Asfalto Reciclado	120
Figura 60 Curva de % Cemento Asfaltico vs VMA para Asfalto Convencional.....	121
Figura 61 Curva de % Cemento Asfaltico vs VFA para Asfalto Convencional	122
Figura 62 Gráfico de Análisis de Costos Unitarios para el Asfalto Reciclado.....	126
Figura 63 Gráfico de Análisis de Costos Unitarios para el Asfalto Flexible	127
Figura 64 Mapa.....	130
Figura 65 Gráfico de la prueba de normalidad del flujo del pavimento reciclado	135
Figura 66 Gráfico de la prueba de normalidad de la estabilidad del pavimento reciclado...	135

Figura 67 Gráfico de Medias de la prueba de la recuperación del flujo del pavimento reciclado	139
Figura 68 Gráfico de Medias de la prueba de la recuperación de la estabilidad del pavimento reciclado	141
Figura 69 Gráfico de la prueba de normalidad del peso unitario del pavimento reciclado ..	145
Figura 70 Gráfico de Medias de la prueba del aumento del peso unitario del pavimento reciclado	148
Figura 71 Gráfico de la prueba de normalidad del VMA del pavimento reciclado	152
Figura 72 Gráfico de la prueba de normalidad del VFA del pavimento reciclado	152
Figura 73 Gráfico de Medias de la prueba de la disminución del VMA del pavimento reciclado	156
Figura 74 Gráfico de Medias de la prueba de la disminución del VFA del pavimento reciclado	158

RESUMEN

El Presente trabajo de investigación designado Influencia de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiese, san juan de Lurigancho – Lima, 2023. tiene como objetivo principal manifestar la mejor selección según las propiedades mecánicas del pavimento reciclado. Se tiene el uso de Pavimento asfaltico reciclado (RAP) como disyuntiva técnica en las obras de reposición vial, desarrolladas en la ciudad de Lima. Por consiguiente, en otras investigaciones según Leiva & Vargas (2018) especifica que actualmente el uso de RAP (Pavimento de Asfalto Recuperado) se ha convertido en una estrategia para ayudar a compensar el aumento de precio de las materias primas y mejorar la sostenibilidad de la infraestructura de transporte. En ese sentido el empleo de RAP reduciría el impacto ambiental por medio de la reutilización del pavimento asfaltico. En la actualidad la forma más ordinaria de que se realice el tratamiento de residuos es el de tomar todos los recursos reutilizándolo antes de que sea desechado, ya que esta acción beneficia la no contaminación del medio ambiente reduciendo el consumo de nuevos materiales. Este proyecto surge a raíz de tener una alternativa económica nueva, mediante el aprovechamiento del pavimento envejecido, evitando utilizar materiales nuevos y asimismo aminorar la utilización de canteras y el uso de materiales bituminosos. Nuestra línea de investigación se ubica en el Estudio de nuevas tecnologías en la eficiencia de materiales reciclados para construcción Sostenibles.

Palabras clave: Pavimento flexible reciclado, líquido asfaltico y propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The present research work designated Influence of the addition of asphalt liquid in proportions of 0.4%, 0.8%, 1.2% and 1.6% on the mechanical properties of the hot recycled pavement of blocks 8 – 9 of Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima, 2023. Its main objective is to manifest the best selection according to the mechanical properties of the recycled pavement. There is the use of Recycled Asphalt Pavement (RAP) as a technical dilemma in the road replacement works, developed in the city of Lima. Consequently, in other research according to Leiva & Vargas (2018) specifies that currently the use of RAP (Recovered Asphalt Pavement) has become a strategy to help offset the increase in the price of raw materials and improve the sustainability of the transportation infrastructure. In that sense, the use of RAP would reduce the environmental impact through the reuse of the asphalt pavement. Currently, the most common way to carry out waste treatment is to take all the resources and reuse them before they are discarded, since this action benefits the non-pollution of the environment by reducing the consumption of new materials. This project arises from having a new economic alternative, through the use of aged pavement, avoiding the use of new materials and also reducing the use of quarries and the use of bituminous materials. Our line of research is located in the Study of new technologies in the efficiency of recycled materials for Sustainable construction.

Keywords: Recycled flexible pavement, asphalt liquid and mechanical properties.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Martucci (2018) argumenta que el incremento social y económico en países de Latinoamérica ha hecho que sea indispensable que la acción sobre la infraestructura este acompañada con el desarrollo de múltiples disciplinas en procesos de trabajo constructivo. El crecimiento se hace notorio en el área de la construcción ya que la sustentabilidad se va incorporando cada vez más en sus proyectos.

Los deterioros sufridos por las carreteras son constantes y cada vez con más frecuencia en consecuencia a las cargas del tránsito, el poco mantenimiento y las condiciones climáticas del lugar, como también al poco presupuesto destinado por las instituciones competentes.

Rutas de Lima (2023) afirma que posee un fuerte compromiso con las comunidades donde laboran. En ese sentido, a través de este programa, se ha podido ayudar a mejorar la calidad de la infraestructura pública, en beneficio de los vecinos. Por ejemplo, en el 2021, gracias a la donación de 1800 m³ a la IE Pública de Gestión Privada Fe y Alegría N° 3 (San Juan de Miraflores), se logró mejorar las condiciones de las vías de desplazamiento interno de la institución educativa”, sostuvo Luis Carrión, Gerente de sostenibilidad en Rutas de Lima.

Como **antecedentes** tenemos que a **Nivel Internacional** Ortiz (2021) menciona que en países como Estados Unidos se han venido reutilizando todo las mezclas asfálticas retiradas o RAP por sus siglas en inglés (Reclaimed Asphalt Pavement) desde 1996, llegando al punto de poder ser utilizado en la elaboración de nuevas mezclas asfáltica que cumplan con las especificaciones y las propiedades exigidas para conformar capas asfálticas en una estructura de un pavimento nuevo o rehabilitado.

Reduciendo considerablemente los beneficios medioambientales y económicos que se podrían obtener al hacer uso de este material en capas de base asfáltica o de rodadura de la estructura de pavimento

Martucci (2018) argumenta que últimamente en Uruguay se ha suscitado un incremento del tránsito muy significativo por parte de los camiones que transportan productos forestales y agrícolas ya que dichas cargas que van desde el punto de recojo hasta los puertos donde se exportarán los productos transitan sobre pavimentos que no han sido realizados estructuralmente para soportar dichas cargas ocasionando con el tiempo un desgaste importante en el pavimento trayendo como consecuencia que en un corto plazo se tenga que rehabilitar muchos kilómetros de carretera.

Mejillones (2023) argumentan que la investigación busca ser aplicada en La Libertad Ecuador y se tiene como objetivo realizar una nueva mezcla asfáltica en caliente partiendo del material reciclado obteniendo los resultados utilizando la prueba Marshall en las cuales se busca determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que se agregan y materiales reciclados mediante los ensayos de laboratorio incorporando distintos porcentajes de líquido asfáltico para la elaboración de la mezcla asfáltica.

Se ha determinado que el pavimento reciclado contenía un 5.67% de líquido asfáltico y debido a esto era necesario ajustar la composición de la mezcla para poder alcanzar el porcentaje óptimo de líquido asfáltico en la mezcla, el cual se determinó que era el 5.5% determinado por el ensayo Marshall. Luego al realizar la mezcla de diseño se obtuvo que contenía 4.2% de cemento asfáltico. Con ese resultado se tenía que lograr el óptimo % que era el 5.5% así que se tuvo que adicionar el 1.3% de líquido asfáltico a la mezcla.

López (2022) argumenta que con el pasar de los años se ha podido identificar que en algunas de los pavimentos asfálticos se han presentado fallas estructurales generando inconvenientes a las personas, peatones y transportistas. Por tal motivo actualmente se intenta proponer opciones de rehabilitación de las carpetas asfálticas que sean más convenientes que los métodos convencionales ya que en México no tiene enormes presupuestos para la rehabilitación de vías terrestres haciendo que se busquen métodos más acordes al presupuesto designado. Además, el reciclado de pavimentos tiene innumerables ventajas como la económica, la preservación ambiental siendo esta la más reconocida y practicidad del proceso constructivo.

Batz (2020) expresa que la mayoría de reparaciones de avenidas y calles son realizados con concreto asfáltico en la ciudad de Guatemala haciendo que se produzca una gran demanda de la utilización de agregados y asfalto líquido teniendo una variación de 3% a 7% según su tipo de uso, por tanto al realizar las reparaciones de las carreteras quedan residuo de los materiales que fueron retirados generando desperdicios en las calles los cuales son denominados maquetas o tepes de asfalto teniendo como destino el botadero municipal generando contaminación ambiental o ser llevados a un predio donde se le pueda dar un

tratamiento de reciclaje. En este último caso se le realiza la separación de y respectiva clasificación de los residuos que fueron recogidos para así ser procesados y triturados para que de esta manera sean reutilizables en nuevas mezclas asfálticas.

A **Nivel Nacional**, Chuman (2017) expresa que la reutilización del pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta Carretera Central Margen Derecha, estableciéndose el periodo de recopilación a mediados del año 2014 y el 2015, periodo en la que se ejecutó trabajos de mantenimiento en dicha vía, ejecutadas por CONALVIAS, entidad encargada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, expresamente por PROVIAS NACIONAL a cargo de las Carreteras Nacionales, tal como es la Vía PE – 3S Oroya - Jauja y PE 3S Jauja – Huancayo Margen Derecha , para el análisis se utilizó la muestra de briquetas de la mezcla asfáltica, con el aporte de residuos de pavimento flexible envejecido en ciertos porcentajes de 15%, 20%, 25% porcentajes de aporte del asfalto a la nueva XVI mezcla asfáltica, una nueva dosificación y mezcla de agregados nuevos con los agregados del material reciclable, así como un diseño Marshall. La principal conclusión del presente proyecto de investigación es la utilización de material reciclable para el uso en mantenimiento de vías, construcción de pavimentos flexibles mediante la producción de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente, a fin de reducir costos, contaminación ambiental y depredación de las zonas de extracción de material; correspondan a condiciones adecuadas como si los agregados sean nuevos.

Crispín y Helguero (2020) mencionan que el reciclado de estructuras de pavimentos asfálticos se ha venido usando para la rehabilitación vial, pues es una alternativa que ya es usada por muchos países a nivel mundial ya que el reciclado del pavimento envejecido tiene

muchas ventajas, aunque en el Perú no se le ha dado la importancia necesaria pues las investigaciones a nivel nacional es muy básica, además no se ha realizado de manera concreta proyectos en la cual se pueda demostrar las innumerables ventajas ambientales, técnicas y económicas que el reciclaje del pavimento asfaltico envejecido ofrezca. Asimismo, los pocos trabajos de investigación acerca de la aplicación de este método de reutilización del pavimento hacen que no se encuentren dentro de las especificaciones técnicas generales vigentes haciendo que las normas técnicas y las nuevas técnicas se difieran creando así una diferencia abismal entre el avance de las técnicas de rehabilitación vial empleadas en el Perú y otros países.

También argumentan que se desarrolló la rehabilitación de la avenida Separadora Industrial en los distritos de Santa Anita y La Molina en los meses de abril y junio mediante la pavimentación asfáltica en la cual la comparación está realizada en base al uso de técnicas de reciclado con adición de materiales reciclados. La disminución de los costos al reutilizar el pavimento existente o envejecido fabricados in situ o no eliminando de esta manera el transporte y la compra de nuevo material. Asimismo, no se realizará el cierre total de la vía ya que la ejecución no interrumpirá el tránsito de los vehículos que circulan la vía ya que el proceso de reciclado y aplicación de la vía se realiza en un menor tiempo comparado Construir desde cero una pavimentación convencional.

Paccori (2018) expresa que en el territorio peruano se utiliza de manera constante los pavimentos flexibles para la realización de las vías urbanas debido a que su construcción es menos costoso, pero la desventaja de este tipo de pavimentación es que tiene más probabilidades de que presenten fallas estructurales dentro de un corto o mediano plazo. Por

tal motivo, se debe tener en consideración que para poder mantener el pavimento en un nivel de uso adecuado se deberá realizar el mantenimiento adecuados; sin embargo, las entidades encargadas de realizarlas y velar por su correcto mantenimiento como las diversas municipalidades permiten que el pavimento presenten deterioro llegando a estados críticos generando así muchos problemas en el servicio de transporte, la disminución de velocidad poniendo en riesgo la integridad de las personas y el deterioro de los vehículos que transitan disminuyendo la vida útil de los mismos.

El pavimento deteriorado no deberá ser corregido de manera superficial o ser parchado únicamente en los lugares en el que el pavimento presenta fallas, el pavimento deberá ser cambiado a través de una rehabilitación vial requiriendo mayor gasto en su reparación.

Aguilar e Infanzón (2020) argumentan que las vías rehabilitadas mediante el método de reciclado del pavimento asfáltico es una alternativa usada en distintos países teniendo en cuenta el desarrollo vial por el crecimiento del país haciendo más fácil la movilización e integración de los pobladores. El diseño estructural tiene que tener las características adecuadas como la superficie de rodadura en óptimas condiciones para el vehículo y el conductor como también el mantenimiento adecuado de la vía. Actualmente la industria de la construcción ha desarrollado innovadoras tecnologías que permiten el reciclaje de los residuos de los procesos constructivos para que puedan ser reutilizados luego de haber envejecido. Además, contar con estas tecnologías ayudan a preservar el medio ambiente haciendo que se mejoren en el proceso de construcción o rehabilitación de las carpetas asfálticas teniendo como consecuencia que los avances sean más factibles y prácticas.

También mencionan que las tecnologías que se han efectuado y elaborado son las del reciclado de mezcla asfáltica en caliente en planta y reciclado de mezcla asfáltica en caliente in-situ de carpetas asfálticas, que funcionan mediante trenes de trabajos que son constituidos de procedimientos definidos y maquinarias; asimismo, los beneficios que ofrecen estas tecnologías son muy variadas como la preservación del medio ambiente, la reducción de los materiales para la construcción del pavimento flexible y el incremento del rendimiento en obra. El pavimento reciclado por dichos métodos tiene como consecuencia la reducción del cemento asfáltico, materiales pétreos y la disminución del volumen de los desechos sólidos. Asimismo, en el Perú y países latinoamericanos el método más utilizado es el reciclado de pavimentos en planta que el reciclado en in-situ.

Santa Cruz (2021) argumenta que la iniciativa de la investigación es el realizar el análisis del comportamiento mecánico del pavimento reciclado en caliente utilizando la incorporación de distintos porcentajes de líquido asfáltico para de esa manera conseguir el óptimo porcentaje que cumpla con los parámetros que indique la norma. Este proceso permitiría la construcción sostenible de carreteras por considerar el uso del material asfáltico reciclado para la recuperación de nuevas vías de similar o mejor comportamiento mecánico en comparación de mezclas asfálticas convencionales.

En la fase experimental se elaboró 4 tipos de mezclas con un porcentaje de 0%, 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6% de líquido asfáltico en el material reciclado donde para cada mezcla se han fabricado 5 series que presenta un contenido de líquido asfáltico distinto con la finalidad de conseguir un adecuado material reciclado. Teniendo como resultado que a mayor contenido de material reciclado en una nueva mezcla asfáltica muestra mayor

densidad, rigidez, estabilidad, resistencia a compresión y pérdida por desgaste, y en el caso contrario disminuye el flujo, vacíos en el aire y el agregado mineral, disminuye la resistencia retenida. Teniendo como conclusión que el material reciclado hace más rígida a la mezcla por su aporte de asfalto haciéndola más resistente teniendo como resultado comprobado que se puede utilizar como máximo el 40% de una mezcla asfáltica para obtener un pavimento con características optimas.

Patiño (2023) argumenta que el fundamento de este trabajo de investigación es la necesidad de buscar alternativas para rehabilitar las vías, el cual se basa en realizar una mezcla asfáltica con porcentaje de material reciclado que llegue a cumplir con las normas de INVIAS. Se tendrá que cambiar los porcentajes que se utilizaran, teniendo en cuenta la obtención de los materiales sea en planta o en campo el cual se verificará por sus valores obtenidos en sus ensayos de granulometría cumpliendo con los requisitos necesarios para la elaboración de las muestras asfálticas que serán ensayadas en laboratorio. En el proyecto se utilizaron 4 porcentajes de líquido asfáltico, 5.0%, 5.4%, 5.8% y 6.2%, de las cuales por cada porcentaje se fabricaron 3 briquetas para posteriormente realizar el ensayo de Marshall para así obtener los resultados de la densidad, flujo, etc., de cada briqueta de mezcla asfáltica.

Base Teórica

El asfalto es un material impermeable. Se utiliza principalmente en el diseño de pavimento, para evitar la filtración de agua y de humedad, y prevenir así las grietas que se producen en las vías. El asfalto tiene la característica de adherencia y cohesión, por lo cual se lo utiliza para mezclarlo con los agregados pétreos, en donde forman una mezcla asfáltica

resistente a las cargas vehiculares y al desgaste que producen estas, ayudan a aumentar la capacidad portante de estas superficies. (Yanez, 2018)

El **Asfalto** envejecido o deteriorado: Las propiedades del asfalto tienen a cambian con el tiempo, es por este motivo que las especificaciones de diseño iniciales para sus propiedades físicas no prometen seguir manteniendo un estado optimo después de realizar la mezcla del asfalto con los agregados. (Valero, 2022)

La Base está ubicada bajo la carpeta de rodamiento, se encarga de absorber la mayor parte de los esfuerzos, debido a las solicitudes del tránsito, es por ello que para solicitudes bajas o medias se usan bases granulares tradicionales, mientras que, para tránsito pesado, se utilizan bases tratadas con algún cementante. (Rojas, 2019)

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (Escobar, L. M., Vásquez, L. G., & Gaviria, J. M. (2018)

El Fresado es la remoción mecánica y controlada de una carpeta asfáltica, con el fin de obtener una superficie adecuada para su posterior tratamiento superficial. (Sánchez, 2019)

Figura 1

Fresado de pavimento asfáltico



Nota. Material fresado de la muestra

La Subrasante Debe ser constituido por suelos compactables, tal que se obtenga al menos un 95% de compactación, ya que debe de brindar estabilidad a las otras capas y absorber los esfuerzos que le lleguen. (Rojas, 2019)

Figura 2

Corte transversal de un Pavimento Asfáltico



Nota. Imagen muestra las partes de un pavimento asfáltico. (Ortiz, 2017)

La Subbase se encuentra entre la base y la subrasante, encargada de brindar un apoyo uniforme y permanente. (Rojas, 2019)

El **Pavimento de asfalto reciclado (RAP)** son los materiales de pavimento retirados o reprocesados que contienen asfalto y agregados. Estos materiales se generan cuando se extrae el concreto asfáltico para la reconstrucción, repavimentación, o para obtener acceso a los servicios públicos que se encuentra dentro de la estructura de pavimento. (Socha & Castellanos, 2014)

El reciclado en caliente se aplica a las capas asfálticas removiendo mediante la técnica de fresado a la capa asfáltica a reciclar, por lo cual el material es llevado para procesar en planta o in situ donde se adiciona agregado virgen, asfalto y agentes rejuvenecedores, con la finalidad de producir una nueva mezcla en caliente. (Jugo, 2015)

La Trabajabilidad se refiere a la facilidad que tiene una mezcla de pavimentación para ser colocada u compactada, es decir que las mezclas asfálticas que tienen una buena trabajabilidad con mucho más fáciles de colocar y compactar a diferencia de las que tienen mala trabajabilidad ya que estas son difíciles de colocar y compactar. Para mejorar este factor se modifican los parámetros de diseño que tiene la mezcla, el tipo de agregado y la granulometría. (Bernal, 2023)

Los **agregados gruesos** son aquellos que quedan retenidos hasta la malla número 4 o tamiz de 4.75 mm, pues es el tamiz más cercano al tamaño de 6.35mm; los cuales pueden derivar de distintos procesos de formación geológica. (Anaya, B., & Gustavo, R. 2018).

Los **agregados finos** son aquellos que pasan la malla número 4 o tamiz de 4.75 mm y quedan retenidos en la malla número 200 o tamiz de 75 μ m. (Anaya, B., & Gustavo, R. 2018).

En el documental de Discovery Chanel (s.f.) se menciona que: **La cantera** es el lugar de producción de agregados, donde los operarios utilizan maquinaria pesada para recoger las rocas que caen tras volar las paredes de roca. Los camiones transportan las rocas a la fábrica o planta de pavimentos ubicada cercana a la propia cantera, depositando su carga en la trituradora, una maquina cuyas mandíbulas de acero transforman las rocas en fragmentos de unos 20cm. La trituradora principal descarga los fragmentos, a través de una cinta transportadora, hacia una zona de almacenamiento; posteriormente los fragmentos de roca viajan hacia un edificio de criba en donde es clasificada por tamaños; las piedras más grandes se envían a un segundo proceso de trituración para ser molidas y que sus tamaños no sobrepasen los 10cm, después se envían a otros procesos de trituración hasta que finalmente se obtengan fragmentos de 2cm o menos. (Anaya & Gustavo 2018).

Figura 3

Producción de agregados en Canteras de Lima



Nota. Los materiales fueron adquiridos de la cantera Christopher

Es necesario cuidar bien el almacenamiento de los materiales para la producción de la mezcla asfáltica. En el caso de los agregados, su **acopio** debe realizarse mediante métodos que garanticen que no exista contaminación ni segregación. (Anaya, & Gustavo, 2018).

Figura 4

Acopio de Materiales Fresado

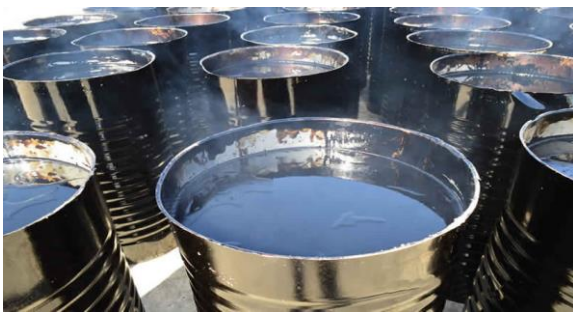


Nota. Material obtenido de la cantera Christopher.

El **cemento asfáltico** es definido como “un material virtualmente no volátil, adhesivo e impermeable derivado del crudo de petróleo, o presente en asfalto natural, el cual es totalmente o casi completamente soluble en tolueno, y muy viscoso o casi sólido a temperatura ambiente”. Además de esas características, este material es termoplástico, durable, modificable y reciclable; convirtiéndose en un material ideal de ingeniería y construcción (Eurobitume and The Asphalt Institute, 2015).

Figura 5

Producción y Acopio de Cemento Asfáltico



Nota: Imagen tomada de la empresa COVIMECO.

La **granulometría** es una propiedad del suelo íntimamente relacionada con el comportamiento de este, ya que tiene especial influencia sobre la aireación, retención y movimiento de agua, retención y disponibilidad de nutrientes, trabajabilidad y erosionabilidad del mismo. (Gabriels & Lobo 2014)

Figura 6

Tamices para granulometría



Tamaño máximo nominal		Masa Mínima
Pulg.	mm	kg
No. 4	4,75	0,500
3/8	9,50	1,500
1/2	12,50	2,00
3/4	19,00	5,00
1	25,00	4,00
1 1/2	37,50	6,00
2	50,00	8,00
2 1/2	63,00	10,00
3	75,00	13,00

Nota: Tamices utilizados en el laboratorio Geo pavimentos S.R.L.

El Reciclaje se refiere a la reutilización de materiales de la estructura en servicio con el fin de mejorar su resistencia estructural. (Restrepo & Stephens. 2015).

El Recapeo Asfáltico es la acción de colocar una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura con el fin de recuperar condiciones superficiales y estructurales.

Así mismo, el recapeo es la sustitución de la capa, por otra nueva capa asfáltica, del área malogrado en el pavimento, con acciones de evitar su absoluto inservible. (Carvajal 2018).

La estabilidad de una mezcla asfáltica es la capacidad para resistir un desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito, esto depende de la fricción interna y de la cohesión que está ligado a la viscosidad y temperatura del asfalto. Para que un pavimento sea estable debe tener la capacidad de mantener su forma y su lisura bajo cargas repetidas; un pavimento inestable desarrolla roderas (canales), ondulaciones (corrugación) y otras señas que indican cambios en la mezcla (Huamancayo & Saavedra, 2020).

El Diseño de Mezclas asfálticas en caliente por el método Marshall es un método de diseño para mezclas asfálticas originalmente desarrollado por Bruce Marshall y mejorado en investigaciones realizadas por el cuerpo de ingenieros de USA en el año 1943. Esta estandarizado por la norma ASTM-D 6926, ASTM-D 6927 y AASHTO T 225 y consiste en la elaboración de una serie briquetas estandarizadas con diferentes porcentajes de asfaltos con la finalidad de obtener un porcentaje de asfalto óptimo. (Macías & Sánchez 2023)

El Peso Unitario según la Norma Técnica Peruana 400.017, es aquella que establece la determinación de la densidad de masa del agregado en su condición compactado, describe el peso por unidad de volumen teniendo consigo U.M Peso unitario (kg/m³). (Ríos 2023).

Figura 7

Peso unitario de Muestra Asfáltica



Nota. En la figura muestra el cálculo del peso de la probeta.

Porcentaje de Vacíos: Obtenido el contenido de vacíos en las briquetas ensayadas, podremos lograr tener resultado para poder controlar nuestra mezcla asfáltica y tener un resultado de curva positivo. También estos son mayores en comparación con las mezclas asfálticas en caliente, ayudando a mejorar la sensibilidad al agrietamiento por temperatura; sin embargo, se genera la imperiosa necesidad de una superficie protectora que ayude a prevenir el ingreso de agua al interior de dichos vacíos. (Contreras 2022)

El **agregado pétreo** este compuesto por diversas partes tales como (gravas, arenas y finos), estos materiales juegan un rol muy importante para la dosificación de mezcla asfáltica. Teniendo el mayor % de material en mezclas bituminosas. (Cardona, López, Horta & Hernández 2023)

Figura 8

Selección de Agregados Pétreos



Nota. Separación de agregados gruesos de los agregados finos.

Las **mezclas asfálticas** en caliente se conocen como la combinación del 95 % de agregados pétreos gruesos y finos secados y 5% de ligante asfáltico, los agregados de dicha mezcla son calentados antes del mezclado para que el asfalto no se enfríe, esta mezcla debe alcanzar temperaturas elevadas en el rango de los 150 °C para arriba dependiendo de la viscosidad del ligante (Dávalos, 2015).

Figura 9

Mezcla Asfáltica en caliente



Nota. En esta figura muestra la toma de temperatura para la mezcla asfáltica en caliente reciclado.

Las Carretera de Segunda Clase son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (Manual de Carreteras, 2018).

Figura 10

Calzada Fernando Wisse Cuadra 8 - 9.



Nota. En esta figura muestra la toma de medida para la clasificación de Tipo de Carretera.

El Terreno Plano tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo. (Manual de Carreteras, 2018).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho?

1.2.2 Problemas específicos

¿En qué medida influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?

¿Cómo afecta la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?

¿De qué manera impacta la adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?

¿De qué manera impacta la adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la viscosidad del asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?

¿Como influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho.

1.3.2 Objetivos específicos

O1: Calcular como influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

O2: Determinar cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

O3: Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

O4: Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la viscosidad del asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

O5: Calcular como influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La adición de líquido asfáltico influye positivamente en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho.

1.4.2 Hipótesis específicas

H1:

Hipótesis Alterna 1 (Ha1): La adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Hipótesis Nula 1 (Ho1): La adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% **No** recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

H2:

Hipótesis Alterna 2 (Ha2): La incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% incrementa el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Hipótesis Alterna 2 (Ho2): La incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% **No** incrementa el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

H3:

Hipótesis Alterna 3 (Ha3): La adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% sufre una disminución porcentual en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Hipótesis Nula 3 (Ho3): La adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% **No** sufre una disminución porcentual en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

H4:

Hipótesis Alterna 4 (Ha4): La viscosidad se encuentra en los valores normados para el asfalto de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Hipótesis Nula 4 (Ho4): La viscosidad no se encuentra en los valores normados para el asfalto de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

H5:

Hipótesis Alterna 4 (Ha4): La inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% aumenta el costo unitario (soles/m³) del asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Hipótesis Nula 4 (Ho4): La inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% **No** aumenta el costo unitario (soles/m³) del asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación Teórica

La adición de líquido asfáltico en porcentajes de 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6% influye en la mejora de las propiedades mecánicas del pavimento reciclado.

Los porcentajes del líquido asfáltico adicionados al pavimento reciclado determinaran el porcentaje óptimo de líquido asfáltico que se deberá agregar el pavimento recuperado.

Tabla 1

Antecedentes nacionales e internacionales para la justificación teórica

Antecedentes nacionales				
Autores	Título de la investigación	Año	Dosificación de la adición	Característica de mejora
Salazar Zela, Walther Gabriel.	Evaluación de mezcla asfáltica con aplicación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019	2019	0.5 1.0 1.5	En el ensayo con adición del 0.5% de cemento asfáltico se obtuvo una variación positiva en el flujo
Paolo Luis Santa Cruz Veliz	Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020	2021	0.4 0.8 1.2 1.6	el 20% de material asfáltico reciclado, aporta aproximadamente 1.16% de líquido asfáltico a la mezcla.

Taipe	Uso de mezcla reciclada en el diseño	2023	0.5	En el ensayo con
Alanya,	de pavimentos en las calles del		1.0	adición del 1.5%
Juan	cercado de El Tambo Huancayo.		1.5	de líquido asfáltico
Henry			2.0	usando el 6%
				como el óptimo %
				de líquido asfáltico
				en el pavimento
				reciclado y se
				obtuvo una
				variación positiva
				en el flujo.

Antecedentes internacionales

Autores	Título de la investigación	Año	Dosificación de la adición	Característica de mejora
			0.5	
Kleber	Análisis de nueva mezcla asfáltica a	2023	1.0	El método
Mauricio	partir de material asfáltico reciclado		1.5	Marshall
Mejillones	mediante la prueba Marshall.		2.0	estableció que
Panchana			2.5	adicionando el
&			3.0	2.5% de líquido
Diego				asfáltico el
Alexander				porcentaje óptimo
Ponce del				es de 5,5% de
Peso				líquido asfáltico de
				la muestra.
				El porcentaje
José Luis	Estudio del uso de pavimento asfáltico	2020	0.5	óptimo de asfalto
Batz Samol	recuperado en mezclas asfálticas en		1.0	de 6,51 % de
	caliente, reciclado en la ciudad de		1.5	líquido asfáltico
	Guatemala.		2.0	en relación la

				estabilidad y
				fluencia que es
				240.
Humberto	Diseño de Mezcla Asfáltica con Adición	2023	0.4	El diseño de
Patiño Vera	de Pavimento Asfáltico Reciclado		0.8	mezcla con óptimo
			1.2	porcentaje de
				líquido asfáltico es
				5.4% tomando en
				cuenta que esta
				tuvo el mejor
				desempeño en el
				ensayo Marshall
				teniendo la mejor
				estabilidad.

1.5.2 Justificación Metodológica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento sobre la influencia de la adición del líquido asfáltico en el pavimento reciclado en las cuales se ha requerido la utilización del método científico y la realización de ensayos de laboratorio donde se utilizan instrumentos de medición como el aparato Marshall para identificar por ejemplo la estabilidad y la fluencia del pavimento reciclado. Asimismo, se rige por normas nacionales e internacionales como la norma MTC E 504 – Resistencia de Mezclas Bituminosas, MTC E 503 – Análisis Extraídos de Mezclas Asfálticas, MTC E 502 – Extracción cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos, MTC E 107- Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado.

Asimismo, este proyecto de investigación contiene un aporte al conocimiento que implicará como base a futuras trabajos de investigación que sean similares.

1.5.3 Justificación Practica

En la actualidad los parámetros más destacados para planificar y realizar una construcción es que se pueda cumplir con Innovación, tecnología, productividad y cuidado del medio ambiente.

Ubicándonos en el rubro de pavimentación, nuestro Perú, a la fecha cuenta con muy pocas construcciones utilizando el método de reciclaje asfáltico en caliente, a pesar de que este procedimiento esta normado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG - 2013).

En las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, actualmente vienen resanando y rehabilitando algunos puntos deteriorados por los años. Sin embargo, la empresa Servicios Generales J.B.C. quien viene realizando este servicio de reparaciones no tiene como especificación en el Termino de Referencia (T.D.R) utilizar el procedimiento de la aplicación de Pavimento asfáltico Reciclado.

Por lo tanto, es de mucho interés demostrar y analizar la importancia de desarrollar la influencia de la adición del líquido asfáltico en el pavimento reciclado. Esto se justifica también en el costo de la ejecución, la durabilidad del pavimento y sus mejoras utilizando el reciclado de materiales como el pavimento envejecido haciéndolas más económica, en efecto, disminuir el proceso de eliminación de materiales recuperados del fresado para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

1.6 Variables

1.6.1 Descripción de las Variables

- ✓ Variable Dependiente: Pavimento asfáltico reciclado.
- ✓ Variable Independiente: Líquido Asfáltico

Tabla 2

Variable Independiente

Variable Independiente	
LIQUIDO ASFÁLTICO	
Resistencia con aparato Marshall	Ensayo MTC E 504 – Resistencia de Mezclas Bituminosas.
Granulometría del Pavimento Asfáltico Reciclado	Ensayo MTC E 503 – Análisis Extraídos de Mezclas Asfálticas
Contenido de Asfalto	Ensayo MTC E 502 – Extracción cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos.
Granulometría de Agregados nuevos	Ensayo MTC E 107- Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado.
Análisis de Precios Unitarios	Comparación de Costos – Revista Costos y Presupuesto 2023

Nota. Los distintos análisis que se tendrán en cuenta en la presente tesis.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1 Según su propósito

El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada de acuerdo con, Pereyra (2020) la investigación aplicada se refiere al estudio y la investigación científica que busca resolver problemas prácticos que tiene por objetivo hallar conocimiento que puedan ser aplicados para la solución de problemas, (pág. 21).

2.1.2 Según el enfoque

De acuerdo con, Pereyra (2020) el enfoque cuantitativo usa técnicas matemáticas y estadísticas para demostrar la incidencia de una acción, las cuales sirven para comprobar las hipótesis. Se utilizan instrumentos de medición, manipulación de variables y se representan en cantidades, probabilidades y porcentajes, (pág. 22).

Este tipo de investigación se basa a un enfoque cuantitativo para investigar la influencia de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente. Se recogerán los datos mediante ensayos para realizar la mejor selección de opciones de pavimentación para las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiese.

2.1.3 Según el nivel o alcance

De acuerdo con, Pereyra (2020) el nivel o alcance explicativo permite conocer las causas de los hechos, las circunstancias en que suceden un fenómeno y teniendo por objetivo

la justificación de por qué acontece algo, pues tiene como finalidad la exploración explicación correlación o asociación, (pág. 22).

La presente investigación es de nivel explicativo dirigido a la explicación de hechos medibles mediante Ensayos Normados que se realizan en laboratorio que arrojan los valores y características de las variables de estudio.

2.1.4 Según el diseño

De acuerdo con Pereyra (2020) el diseño cuasi- experimental es la encargada de estudiar la relación de causa y efecto que son observadas dentro de un fenómeno determinado, este diseño tiene como propósito comprobar la veracidad de la hipótesis, predecir y controlar hechos en la cual la selección de los elementos que son participes son elegidos de manera conveniente, (pág. 23).

Este trabajo tiene un diseño de investigación de tipo experimental dentro de la modalidad cuasi experimental ya que los resultados y valores numéricos se obtuvieron mediante ensayos de laboratorio, además es prospectivo ya que los datos obtenidos son analizados mediante valores numéricos en la cual se expresan en cuadros y tablas.

Asimismo, es una investigación transversal pues se basa de manera específica en un caso para un proyecto con fecha y nombre.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1 Población:

En esta investigación se tiene como población la mezcla asfáltica constituida con el material reciclado del pavimento recuperado de las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiesse de San Juan de Lurigancho región Lima con la adición de líquido asfáltico.

2.2.2 Muestra:

Para la presente investigación, la muestra son 60 probetas cilíndricas obtenidas que son fabricadas con la mezcla asfáltica constituidas por el pavimento reciclado adicionando un porcentaje de 0%, 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6% de líquido asfáltico en cada 6 probetas.

2.2.3 Muestreo:

En el presente proyecto de investigación, el muestreo es no probabilístico intensional, quiere decir que los elementos seleccionados para la muestra fueron elegidos por el criterio de los investigadores, obteniendo los datos más representativos posibles para la comprensión de la población que se estudia en esta tesis.

Tabla 3
Proyección de Muestras Realizadas al asfalto reciclado

Ensayo Marshall		
Muestras	ADICION DE LIQUIDO ASFALTICO	Total, de Probetas
Asfalto Reciclado		
Alfesto Reciclado +0.0%		03 Probetas
Alfesto Reciclado +0.4%		03 Probetas
Alfesto Reciclado +0.8%		03 Probetas
Alfesto Reciclado +1.2%		03 Probetas
Alfesto Reciclado +1.6%		03 Probetas
Total, de Probetas		15 probetas

Tabla 4
Proyección de Muestras Realizadas al asfalto patrón

Ensayo Marshall		
Muestras	ADICION DE LIQUIDO ASFALTICO	Total, de Probetas
Asfalto Patrón		
Alfesto Patrón + 0.0%		03 Probetas
Alfesto Patrón +0.4%		03 Probetas
Alfesto Patrón +0.8%		03 Probetas
Alfesto Patrón +1.2%		03 Probetas
Alfesto Patrón +1.6%		03 Probetas
Total, de Probetas		15 probetas

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En el presente proyecto de tesis, se realizarán ensayos teniendo un enfoque cuantitativo, de tal manera obtener datos reales en base a la norma obteniendo testigos acerca del pavimento flexible reciclado que se obtuvo del pavimento envejecido de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho para luego verificar sus propiedades mecánicas luego de adicionarle el líquido asfáltico en distintos porcentajes. Estos procedimientos serán realizados con diferentes variables para luego mediante un análisis tipo cuantitativo, sacar las conclusiones correspondientes de los ensayos obteniendo los resultados del pavimento reciclado.

2.3.1 Técnicas de Recolección

Las principales Técnicas usadas en este estudio es la observación directa, análisis de documentos y los ensayos con la briqueta cilíndrica con porciones de mezclas asfálticas diseñadas y recicladas en caliente.

Entre los instrumentos requeridos que se llevó a cabo el presente estudio, se encuentran:

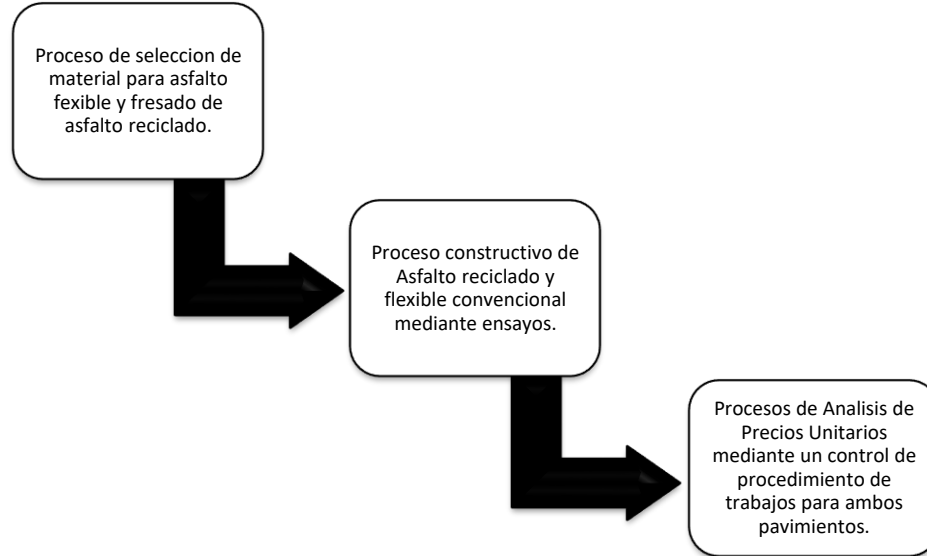
- Implementos para la realización de las pruebas (cuchara metálica, termómetros, moldes, mallas, probetas, mezcladora, etc.).
- Equipos en el laboratorio (balanzas, pisón, prensa de compresión, Horno, Fuente metálica, combas, etc.).

2.3.2 Instrumentos de Recolección

A continuación, se mencionará el proceso y los instrumentos que fueron necesarios para realizar y responder a nuestros objetivos del proyecto.

Figura 11

Procesos



Recolección de materiales

Se realizará la recolección de los materiales, para la elaboración de un diseño de pavimento flexible, como también se fresará muestras de pavimento envejecido con la finalidad de adicionarle distintos porcentajes de líquido asfáltico, luego realizar los respectivos ensayos de laboratorio a fin de obtener la información necesaria para conseguir el porcentaje óptimo de líquido asfáltico que se le adicione para conseguir el mejor comportamiento mecánico del pavimento reciclado como posible opción de pavimentación en las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima.

Figura 13

Cantera Cristopher - Selección de Agregado grueso.



Nota. La imagen muestra el lugar donde se extrae el agregado grueso de la cantera Cristopher.

Agregado fino.

Sera todo el material pasante del tamiz No.4 (4.75mm) y retenido en el tamiz No. 200, resultante de la combinación de todos los materiales ya que Proceden de la misma fuente, estos se caracterizan por tener granos duros, limpios, de superficie rugosa y angular. Se encuentran libres de cualquier sustancia que impida la adhesión del ligante y cumplen satisfactoriamente con los requisitos establecidos en la Especificación Particular N° 001.

Figura 14

Cantera Christopher - Selección de Agregado fino.



Nota. La imagen muestra el lugar donde se extrae el agregado fino de la cantera Christopher.

Fresado del pavimento envejecido

Sera el material asfáltico fresado en cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, designando en campo 04 zonas equivalentes en todo el tramo, para en efecto obtener muestras de 10 kg proporcionalmente para posterior a ello realizarle los ensayos correspondientes estipulados en la norma CE - 0.10 para el proceso de análisis comparativo.

Este material fresado, conto con porciones de alrededor de 2 a 3 kg con apariencia irregular en su geometría, siendo de gran apoyo manipulable al carguío manual.

Figura 15

Fresado de pavimento reciclado



Nota. Pavimento fresado de la cuadra 8 - 9 de la Av. Fernando Wiese.

Suministro del líquido asfáltico

El líquido asfáltico es un producto formado por mezclas de cementos asfálticos y solventes de hidrocarbonados de diferentes rangos de destilación, que imparten a los asfaltos diluidos sus distintos tiempos de corte o curado. Son productos líquidos a temperatura ambiente y que se aplican en caliente.

Para la presente tesis se utilizará el líquido asfáltico Curado Medio MC 30 (Medium Curing) para el diseño de mezclas convencional y para el pavimento reciclado.

Estos serán utilizados en diferentes tipos de dosificaciones para la evaluación técnico económica, así mismo llegar a un análisis comparativo para la mejor elección para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Figura 16

Almacén de venta de Líquido Asfáltico MC-30



Nota. Líquido asfáltico para adicionar al pavimento reciclado.

Especificaciones de Cementos Asfálticos

Según la Norma Técnica Peruana Cementos Asfálticos (NTP 321.051.2002), nos presenta la siguiente tabla como especificaciones a tener en consideración para los parámetros mínimos y máximos para nuestro diseño.

En la presente tesis, se realizó el procedimiento con el cemento asfáltico 60/70, donde en nuestros ensayos se evidenciará lo plasmado.

Figura 17

Especificaciones Técnicas (NTP 321.051.2002) – Cemento Asfálticos

NOMBRE COMERCIAL				CEMENTO ASFÁLTICO 40/50 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 60/70 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 120/150 RELAPASA	
PARÁMETROS	Métodos			Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
	NTP / ASTM	AASHTO	Otros								
PENETRACION											
Penetración a 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	D5	T49		40	50	60	70	85	100	120	150
DUCTILIDAD											
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51		100		100		100		100	
VOLATILIDAD											
Punto de Inflamación, °C	D92	T48		232		232		232		220	
Gravedad Específica a 15.6°C	D70	T228		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
FLUIDEZ											
Punto de Ablandamiento, °C	D36			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D445			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D2170	T201		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
SOLUBILIDAD											
Solubilidad en tricloroetileno, %m	D2042	T44		99.0		99.0		99.0		99.0	
ENSAYOS DE PELICULA FINA 3.2 mm; 163°C; 5 horas											
Pérdida por calentamiento, %m	D1754	T179			0.8		0.8		1.0		1.3
Penetración retenida, 100g, 5s, 0.1 mm, % del original	D5	T49		58		54		50		46	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51				50		75		100	
OTROS											
Índice de Penetración			UNE 104-281	Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Ensayo de la Mancha (Spot Test) ^(Nota 1)		T102		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	

Nota. Esta tabla muestra el tipo de cemento asfáltico que tiene el pavimento (60/70).

Ensayo de Granulometría Agregados Nuevos (MTC E 503)

Para la realización de los ensayos de granulometrías se utilizan tamices de diferentes mallas.

Las mallas requeridas fueron las mallas 1 ½”, 1”, ¾”, ½” y 3/8”, N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°60, N°70, N°80, N°100, N°200.

Este ensayo de análisis granulométrico se realiza para separar los agregados finos de los gruesos extraídos de la cantera obteniendo las medidas exactas de agregado grueso y de finos para ser usados en el diseño del nuevo pavimento flexible.

Figura 18

Ensayo de Granulometría Agregados Nuevo



Nota: Ensayo realizado en laboratorio Geo Pavimentos S.R.L.

Ensayo de Granulometría Agregado Recuperado (MTC E 503)

Para la realización de los ensayos de granulometrías del agregado recuperado se utilizan al igual que el agregado nuevo los tamices de diferentes mallas.

Las mallas requeridas para este ensayo fueron las mallas 1 ½”, 1”, ¾”, ½” y 3/8”, N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°60, N°70, N°80, N°100, N°200 y el plato de fondo.

Este ensayo de análisis granulométrico se realiza para separar con los tamices los agregados finos de los gruesos que se obtuvo de la separación de los agregados del pavimento envejecido que se obtuvo mediante el fresado del lugar de estudio.

Figura 19

Ensayo de Granulometría



Nota. En la figura se muestra la separación del agregado fino del agregado grueso.

Ensayo de Contenido de Asfalto (MTC E 502)

En este ensayo será realizado realizando el lavado de la muestra para conocer la cantidad de betún asfáltico usando el instrumento de centrifuga de extracción de bitumen asfáltico

Mediante este instrumento y usando el tricloroetileno se extrae el betún asfáltico adherido a los agregados.

Figura 20 *Ensayo de Contenido de Asfalto*



Nota. En la figura, se observa la maquina centrifuga para realizar el ensayo de lavado.

Ensayo de Resistencia con Aparato Marshall (MTC E 504)

En este ensayo se describirá la medición de la resistencia a la deformación plástica de las probetas cilíndricas de mezclas asfálticas haciendo uso del aparato Marshall.

Este ensayo tiene como fin someter las muestras a un esfuerzo en la prensa Marshall para así poder determinar su estabilidad y su fluencia.

Figura 21

Ensayo de Resistencia con Aparato Marshall



Nota. En la figura, se observa la maquina Marshall para realizar los ensayos de estabilidad y flujo.

Diseño de mezcla del pavimento flexible

En primer lugar, para iniciar con el proceso de fabricación de la mezcla asfáltica, se analiza y prepara un diseño de mezclas asfálticas. Tomando en consideración la zona, el tipo del terreno y ubicación a pavimentar.

Parámetros Principales:

- Para este diseño, se planteó utilizar MAC2 Diseño Asfáltico en Caliente.
- Zona de Ubicación para pavimentación:

Las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.
- Cemento asfáltico PEN 60/70.
- Agregados suministrados de la Cantera Christopher.

Suministro de Materiales

A continuación, se da un marco detallado de los materiales que componen la mezcla asfáltica diseñada.

Agregado Grueso

El agregado grueso que es utilizado en la mezcla asfáltica es extraído de la cantera “Christopher” que se encuentra ubicada en 4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo. Mediante una primera selección mecánica del material integral es decir un pre zarandeo, obteniendo 3 productos roca > 3 “, roca entre 3” a 3/8 “y arena natural zarandeada. El fin de ese proceso es obtener piedra entre 3” a 3/8 “de diámetro y limpia, la cual es transportada a una chancadora Secundaria ubicado en la misma cantera.

El agregado grueso proviene de la trituración del material de roca maciza, y otros minerales en menores proporciones, los que luego del chancado para obtener el huso granulométrico del diseño de asfalto flexible la cual determinar si será una buena elección para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho teniendo alturas entre 200 a 300 msnm.

Estos agregados deberán presentar una o más caras planas provenientes de la fractura. Además, los mismos deberán estar limpios, compactos, durables y libres de arcillas e impurezas orgánicas adheridas. Su forma deberá tender a ser cúbica y de elongación. Asimismo, deberá poseer suficiente resistencia al desgaste por fricción mecánica y resistencia a la desintegración por durabilidad química.

Agregado Fino

El agregado fino que es utilizado en la mezcla asfáltica es extraído de la cantera “Christopher” que se encuentra ubicada en 4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo, el cual se encuentra conformado por un porcentaje de arenas naturales zarandeadas y por arenas chancada. Para el caso de la arena chancada el producto obtenido es mejorado en su porcentaje de finos con accesorios estáticos, dinámicos, protector de aire y aspersores de agua implementados en la línea de zarandeado antes de la salida de material.

Con ello se garantiza el contenido de finos cumpliendo con la suficiente cantidad de finos para que la mezcla asfáltica alcance la densidad suficiente que le permita una adecuada compactación y un nivel de vacíos dentro de especificado

Cemento Asfáltico PEN 60/70

El cemento asfáltico es un sólido a temperatura ambiente que se clasifican por su consistencia de acuerdo al grado de penetración y/o viscosidad.

Son recomendados para la construcción de carreteras, autopistas, caminos y demás vías y forman parte de la capa estructural de una vía, brindando propiedades de impermeabilidad, flexibilidad y durabilidad aún en presencia de los diferentes agentes externos tales como el clima, la altura, la temperatura ambiental y condiciones severas de tráfico.

Es importante tener en cuenta el tipo de cemento asfáltico a ser utilizado, de acuerdo a las condiciones de temperaturas en las que trabajará en obra. De esta manera, el cemento asfáltico será clasificado por penetración, considerando como factores las temperaturas medias anuales, mínimas anuales y máximas anuales que influyen en la variación de las propiedades de iniciales del cemento asfáltico, mostrando tendencia al endurecimiento y consecuentemente a restar flexibilidad a la estructura, promoviendo fisuraciones.

Conforme a los alcances definidos para este contrato, se ha determinado la utilización de cemento asfáltico de grado de penetración PEN 60/70. De acuerdo a lo indicado por las Normas EG-2013 – Capítulo IV Pavimentos – Pavimentos Flexibles – Sección 415 Disposiciones generales, el empleo de cada tipo de cemento asfáltico será según las características climáticas de la región, la correspondiente carta de viscosidad del cemento asfáltico y tal como lo indica la Tabla 415-01.4.

Tabla 5
Norma DG-2013
Tabla 415-01
Selección del tipo de cemento asfáltico

	Temperatura Media Anual			
	24°C o más	24°C – 15°C	15°C – 5°C	
40-50 o 60-70 o modificado		60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Nota. En la tabla se muestra la selección del mejor tipo de cemento asfáltico de acuerdo a la temperatura del lugar.

Características Mecánicas físico-químicas de los materiales pétreos suministrados

A continuación, se presentan cuadros resúmenes con las características mecánicas físico-químicas de los áridos que se utilizaron en el diseño y que conformarán la mezcla asfáltica en caliente, para la mejor elección en las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – lima. los certificados de calidad se presentan en los anexos de la presente tesis.

Tabla 6
Cuadros resúmenes con las características mecánicas de los agregados suministrados

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	ESPECIFICACIÓN	OBTENIDO	EVALUACIÓN	NORMA
Agregado Grueso				
Análisis Granulométrico Por Tamizado	Huso gran. MAC-2	Huso gran. MAC-2	APROBADO	MTC E-202
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	18% max.	0.95 %	APROBADO	MTC E-209
Abrasión los Ángeles	40% max.	14.7 %	APROBADO	MTC E-207
Adherencia	+95	+95 %	APROBADO	MTC E-517/E521
Índice de Durabilidad	35 % min.	68.2	APROBADO	MTC E 214

		%		
Partículas Chatas Y Alargadas	10 % max.	4.8 %	APROBADO	ASTM 4791
Caras Fracturadas	> 85 / > 50	94.3% / 91.5%	APROBADO	MTC E 210
Sales Solubles Totales	0.5% max	0.0549%	APROBADO	MTC E-219
Agregado fino				
Análisis Granulométrico Por Tamizado	Huso gran. MAC-2	Huso gran. MAC-2	APROBADO	MTC E-204
Equivalente de Arena	60% Min.	88% (1) 89% (2)	APROBADO	MTC E 114
Angularidad Del Agregado	30 % Min.	47.8 %	APROBADO	MTC E 222
Azul de Metileno	8% Max.	5.6 %	APROBADO	AASHTO TP 57
Índice de Plasticidad (Malla N.º 40)	NP	NP (1) NP (2)	APROBADO	MTC E 111
Durabilidad Al Sulfato De Magnesio	18 % Max.	1.97 %	APROBADO	MTC E 209
Índice De Durabilidad	35% Min.	65.3 %	APROBADO	MTC E 214
Índice De Plasticidad (Malla N.º 200)	4 máx.	NP (1) NP (2)	APROBADO	MTC E 111
Sales Solubles Totales	0.5% Max	0.407	APROBADO	MTC E 219
Adherencia (Riedel Weber)	4 % Min.	EN PROCESO	EN PROCESO	MTC E 220
Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables (Arena)	1 % Max	0.54 %	APROBADO	ASTM C-142
Ensayo Lottman	80% Min.	92.6 %	APROBADO	ASTM D 4867

(1) Ensayos realizados al agregado fino chancado

(2) Ensayos realizados al agregado fino zarandeado

(3) Ensayos realizados al agregado grueso chancado TM 3/4"

Análisis de Características de Mezcla asfáltica en caliente.

El comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente para el tráfico de diseño y espesor definido de 80 mm, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto deberá ser evaluada utilizando el método ASTM D-1559 /MTC E 504 “Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el aparato Marshall”, indicado en nuestra norma el EG-2013 y en las Especificaciones Técnicas de la presente tesis.

Se ha procedido a elegir la gradación MAC-2 para la mezcla asfáltica en caliente como se muestra en la siguiente tabla.

Figura 22
MANUAL DG- 2013

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Nota. En la figura muestra el porcentaje de agregados que pasan por los tamices

Tabla 7
DG-2013 parámetros para el uso de Marshall

PARÁMETROS MARSHALL	ESPECIFICACIÓN
COMPACTACIÓN, Número de Golpes	75
OPTIMO CONTENIDO DE C.A. %	-
PESO UNITARIO (grs/cc)	-
VACÍOS (%)	3 – 5*
V.M.A. (%)	MIN 14
VFA (%)	65 - 78
FLUJO (mm)	8 – 14
ESTABILIDAD (kgs)	MIN 815
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	1700 – 4000
ESTABILIDAD RETENIDA (%)	MIN 70
INDICE DE COMPACTABILIDAD	MIN 5
RESISTENCIA CONSERVADA EN LA PRUEBA DE TRACCIÓN INDIRECTA AASHTO T 283 (%)	MIN 80

Nota. Esta tabla muestra los valores de los parámetros para evaluar la calidad de la mezcla asfáltica

Parámetros para la Granulometría de los agregados

Con referencia al Huso granulométrico de la combinación de agregados obedecerá al siguiente:

Tabla 8
Parámetros para la Granulometría de Agregados Finos y Gruesos

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27 (mm)	ESPECIFICACIÓN MAC 2		TOL.
		MIN	MAX	
3/4"	19.050	100	100	±5%
1/2"	12.500	80	100	±5%
3/8"	9.500	70	88	±5%
Nº 4	4.750	51	68	±5%
Nº 10	2.000	38	52	±4%
Nº 40	0.425	17	28	±3%
Nº 80	0.180	8	17	±3%
Nº 200	0.075	4	8	±2%
ASFALTO		---	---	±0.2%

Nota. La variación permisible se refiere a la fórmula de trabajo que tiene que estar dentro del Huso MAC-2.

Procedimiento de Diseño de Mezcla en caliente.

Con los acopios al pie de la línea de Chancado y Zarandeo de la producción de agregados pétreos, piedra de 3/4", arena chancada de 1/4" y arena natural (zarandeada) de 3/8", se tomaron muestras representativas, procediendo a realizar las granulometrías de cada agregado por separado.

De cada agregado se realizaron ensayos de Granulometría por Tamizado, luego de lo cual se obtuvieron las curvas granulométricas promedio para cada árido.

Los resultados del Análisis Granulométrico realizado a la mezcla de los 3 tipos de agregados en las proporciones propuestas en este diseño se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 9

Análisis Granulométrico por Tamizado de Mezcla agregados pétreos, piedra de ¾”, arena chancada de 1/4” y arena natural (zarandeada) de 3/8”

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27 (mm)	% que pasa	ESPECIFICACIÓN MAC 2		
			MIN	MAX	TOL.
¾"	19.050	100.0	100	100	±5%
½"	12.500	91.0	80	100	±5%
⅜"	9.500	79.4	70	88	±5%
Nº 4	4.750	56.4	51	68	±5%
Nº 10	2.000	40.9	38	52	±4%
Nº 40	0.425	21.9	17	28	±3%
Nº 80	0.180	11.2	8	17	±3%
Nº 200	0.075	4.2	4	8	±2%

Nota. En esta tabla se muestra las especificaciones del % de agregados para una MAC 2.

Pavimento reciclado en caliente

Para la obtención de las características y propiedades de la utilización de un pavimento recuperado se procede a realizar ensayos específicos que nos darán los resultados que buscamos.

Para esto se obtuvo la muestra del pavimento de las cuadras 8-9 de la av. Fernando Wiese mediante el fresado de la misma.

Esta muestra sirve para empezar los ensayos que se realizarán en el laboratorio.

En el laboratorio se empieza los trabajos con la fractura y trituración de pavimento recuperado para que así se puedan realizar los ensayos de manera más efectiva.

Figura 23

Colocación de material triturado para ser calentado



Nota. En la figura se recoge el material que ha sido triturado.

Figura 24

Fractura de la muestra de pavimento recuperado



Nota. En la figura fracturamos el pavimento fresado para proceder a los ensayos.

Figura 25

Material recuperado distribuido para las muestras



Nota. En la figura se recoge el material que ha sido triturado.

Ensayo de contenido de asfalto

Para este ensayo se tiene que coger una porción de la muestra del pavimento recuperado y proceder con la trituración de la misma.

Luego se tendrá que hacer cuarteo para tener una muestra representativa del MAC para realizar el lavado asfáltico y de esta manera determinar cuánto contenido de asfalto tiene dicho pavimento.

Tabla 10

Tamaño de muestra por el máximo nominal de la mezcla.

Tamaño nominal máximo del agregado		Masa mínima de la muestra
mm	pulg	kg
4,75	(N° 4)	0,5
9,5	3/8"	1,0
12,5	1/2"	1,5
19,0	3/4"	2
25,0	1"	3
37,5	1 1/2"	4

Nota. Obtenido de (MTC E 502, Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos).

Después de tener la muestra lista se procede a colocar el material en la bandeja de la centrifuga para pesarlo al igual que el filtro de la centrifuga.

Asimismo, se vierte el solvente tricloroetileno para de esta manera poder iniciar el lavado asphaltico. Antes de prender la centrifuga se coloca el papel filtro, tapa y seguro del recipiente de la centrifuga para comenzar el centrifugado.

Mediante el uso del tricloroetileno se extrae el betún asphaltico que se encuentra adherido en los agregados. La centrifuga separa el betún asphaltico por la parte posterior y los agregados se quedan dentro.

Figura 26

Maquina centrifuga para el lavado



Nota. En la figura muestra cómo se agrega el material recuperado en la centrifuga

Figura 27

Colocado de la muestra para el ensayo el lavado asfáltico



Nota. En la figura se preparará la maquina centrifuga para el ensayo de contenido de asfalto

Ensayo Marshall

Para este ensayo se tendrá que fabricar probetas cilíndricas para someterlas a un esfuerzo en la prensa Marshall para determinar la deformación y estabilidad.

Los equipos y materiales utilizados son:

- Maquina Marshall
- Martillo de compactación
- Pedestal de compactación
- Moldes de compactación ($\varnothing < 101,6 \pm 0,1\text{mm}$ – h: 80mm)
- Extractor de probetas
- Sujetador de moldes
- Mordaza de ensayo

- Baño de agua o baño maría. (150mm de profundidad)
- Horno
- Herramientas de apoyo: espátula, recipiente, termómetro, balanza, etc.

Para este ensayo se tomaron 5 muestras de pavimento reciclado y por cada muestra se prepararon 3 probetas.

La muestra dividida en 3 partes iguales a la cantidad de la muestra de contenido de asfalto evaluado.

Las muestras son colocadas en un recipiente metálico en la cual se pondrá sobre la cocina para calentar la muestra, teniendo ya la temperatura deseada que vendría a ser entre 145°C a 150°C.

Figura 28

Verificando la temperatura de la muestra.



Nota. En la figura se muestra la toma de temperatura para poder agregar el líquido asfáltico

Figura 29

Calentado del pavimento recuperado



Nota. En la figura muestra el proceso de calentamiento del pavimento recuperado.

Luego se procederá a colocar el porcentaje de ligante asfáltico a cada muestra para cada probeta, aumentando el porcentaje de ligante asfáltico en cada muestra para que al momento de realizar el ensayo con el aparato Marshall se pueda demostrar que porcentaje de ligante es el adecuado para que el pavimento reciclado adquiera las características adecuadas para que pueda ser reutilizado.

Figura 30

Calculando el peso de la muestra



Nota. En la figura se pesa la muestra obtener el peso exacto de todas las muestras

Figura 31

Colocación del líquido asfáltico



Nota. En la figura se procede a aplicar los porcentajes de líquido asfáltico.

Luego de que se aplicó el líquido asfáltico se procede a colocar las mezclas en los moldes de compactación y moldear las probetas.

Para su compactación se utilizará la herramienta martillo de compactación el cual le aplicará 75 impactos por cada lado no superando los 90 segundos.

Figura 32

Utilizando la herramienta martillo de compactación.



Nota. En la figura se procede a realizar los 75 impactos con la herramienta martillo.

Figura 33

Colocando la muestra para compactar.



Nota. En la figura se procede a agregar la muestra para ser compactada

Luego de compactados y moldeados las probetas se esperará a que enfríen para que puedan ser desmoldados utilizando un extractor de probetas.

Figura 34

Apuntes del número de probetas.



Nota. En la figura se contabiliza las probetas según su % de líquido asfáltico

Figura 35

Desmoldando las probetas de ensayo.



Nota. En la figura se procedió a desmoldar las probetas de los moldes.

Asimismo, se determina la densidad de las probetas compactadas mediante el cálculo de su masa.

Ensayo de rice

El método utilizado en este ensayo arroja como resultado los valores exactos de porcentajes de vacíos totales en la mezcla asfáltica.

Los parámetros que se toman es el contenido de vacíos totales y el porcentaje de compactación en la colocación del concreto asfáltico los cuales son controlados por medio de la gravedad máxima teórica.

Este ensayo se realiza para establecer controles de calidad en la colocación del concreto asfáltico.

Los equipos utilizados en este ensayo fueron:

- Horno
- Bomba de vacío

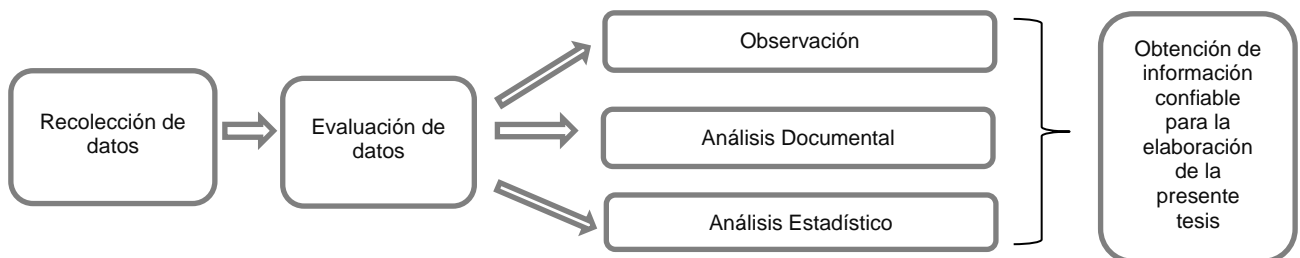
- Termómetro
- Balanza
- Lamina de vidrio
- Tamiz de ¼
- Herramientas de apoyo

2.4. Análisis de datos

En este apartado se procederá a realizar el análisis respectivo de toda la información obtenida en la recolección de datos, a continuación, se presentará el proceso de evaluación de datos.

Figura 36

Cuadro de evaluación de recolección de datos.



Nota. Procedimiento de recolección y evaluación de datos.

2.5. Procedimiento del desarrollo de los objetivos específicos

2.5.1. Objetivo Especifico 1

Determinar cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Procedimiento del objetivo

Para realizar el siguiente procedimiento para dicho objetivo, se requiere cuantificar todo el proceso que influirá la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado, mediante trabajos de ubicación, selección, recolección y realización de ensayos. A continuación, se mostrará paso a paso como se realizó todo el procedimiento para dar respuesta al nuestro objetivo específico.

Para realizar el siguiente procedimiento para dicho objetivo, se requiere los siguientes materiales y equipos:

- Probetas de asfalto reciclado (muestra patrón y con la adición de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% de Pavimento reciclado)
- Máquina Marshall
- Mordaza de ensayo

Para poder realizar el ensayo debemos acondicionar las probetas.

El acondicionamiento consiste en sumergir las probetas sobre el fondo del equipo baño a maría en un tiempo de 30 min en el cual dicho equipo mantendrá las probetas a una temperatura de 60° C.

Figura 37

Acondicionamiento de probetas en baño maría.



Nota. En la figura muestra a las probetas colocadas en el baño maría ya que tienen que tener una temperatura adecuada para el ensayo de Marshall

Pasado los 30 min precedemos a retirar las probetas del baño maría para secarlos de manera superficial.

Después de realizado este proceso se preparará la maquina Marshall para realizar las pruebas de flujo y estabilidad. Para este se debe de haber acondicionado de manera adecuada la mordaza de ensayo el cual acondicionamos a una temperatura de 35°C

Figura 38

Colocado de probeta en la mordaza de ensayo para ensayo Marshall



Nota. En la figura se procede a colocar las probetas en la mordaza de ensayo para para la maquina Marshall y obtener los resultados de estabilidad y flujo.

Luego se coloca las probetas en la mordaza de ensayo para someterlo a carga a una velocidad constante con la maquina Marshall a una velocidad constante de 50 ± 1 mm/min hasta que llegue a producirse la falla en la probeta de mezcla asfáltica, obteniendo de esta manera los parámetros de la carga máxima es decir la estabilidad y de igual manera la deformación a carga máxima es decir el flujo.

Figura 39

Obteniendo los cálculos de flujo mediante la máquina Marshall



Nota. En la figura se muestra el desarrollo de ensayo Marshall para obtener el flujo

Figura 40

Obteniendo los cálculos de estabilidad mediante la máquina Marshall



Nota. En la figura se muestra el desarrollo de ensayo Marshall para obtener la estabilidad.

2.5.2. Objetivo Especifico 2

Calcular como influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima 2023.

Procedimiento del objetivo

Para responder a nuestro siguiente objetivo N°2, se necesita calcular y evaluar los resultados de nuestros ensayos, a fin de poder finalmente hallar, como estos datos trabajaran como factor primordial en el peso unitario de la muestra patrón y la adición de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% de líquido asfáltico del pavimento reciclado en las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, mediante análisis de procedimientos de trabajo, ensayos de laboratorio, etc. A continuación, se mostrará paso a paso como se realizó todo el procedimiento para dar respuesta al nuestro objetivo específico 1.

Para iniciar con el procedimiento de cálculo del peso unitario para nuestras muestras patrón, se tendrá que organizar las herramientas a necesitar:

- Balanza digital calibrada
- Recipiente de agua
- Probetas de asfalto reciclado (muestra patrón y con la adición de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% de Pavimento reciclado)

Iniciando con el proceso, las probetas procederán a ser pesadas al aire en condición seca, también serán pesadas sumergida en el agua y finalmente será pesada saturada superficialmente seca.

Evaluando también, teóricamente con la siguiente forma:

VOLUMEN

DE LA BRIQUETA

$$\text{POR DEPLAZAMIENTO} = \frac{\text{PESO DE LA BRIQUETA SATURADA}}{\text{PESO DE LA BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA}}$$

$$\text{PESO UNITARIO} = \frac{\text{PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE}}{\text{VOLUMEN X DESPLAZAMIENTO}}$$

Figura 41

Probeta pesada saturada superficialmente seca



Nota. En la figura se procede a pesar la muestra luego de mojada.

Figura 42

Probeta pesada en condición seca



Nota. En la figura muestra la probeta pesada sin ningún tipo de humedad

Figura 43

Probeta pesada sumergida en agua.



Nota. En la figura muestra a la briqueta siendo pesada sumergida totalmente en agua

2.5.3. Objetivo Especifico 3

Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Procedimiento del objetivo

Para responder a nuestro siguiente objetivo N°3, se necesita cuantificar todo el proceso constructivo que conllevara utilizar el pavimento flexible y reciclado en las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, evaluando el porcentaje de vacíos, vacíos minerales y vacíos llenos de asfalto que contienen las probetas de asfalto reciclado. A continuación, se mostrará paso a paso como se realizó todo el procedimiento para dar respuesta al nuestro objetivo específico 3.

- El porcentaje de vacíos se calcula a partir del peso específico bulk total de cada probeta compactada en este caso el peso unitario de cada probeta y del peso específico máximo de la mezcla de pavimentación (sin vacíos) que se ha obtenido del ensayo de Rice.

$$100 * \frac{\text{peso específico máximo de la mezcla} - \text{peso unitario de cada probeta}}{\text{peso específico máximo de la mezcla}}$$

- Luego de obtenido el valor del porcentaje de vacíos se obtendrá los valores de los vacíos del agregado mineral (VMA) que se conoce como los vacíos que están alojados entre las partículas del agregado de la briqueta de asfalto reciclado.

$$100 - \frac{G_{mb} * P_s}{G_{sb}}$$

Donde:

VMA: vacíos en el agregado mineral, porcentaje del volumen bulk

Gsb: peso específica bulk del agregado total

Gmb: peso específica bulk de la mezcla compactada (AASHTO T166; ASTM D1188 o D2726)

Ps: contenido de agregado, porcentaje del peso total de la mezcla

- Los vacíos llenos de asfalto (VFA) son el porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado que se sitúan en este caso en el asfalto reciclado

En este caso el VFA se calcula al restar el porcentaje de vacíos y los vacíos de aire del VMA y luego para ser divididos por el VMA expresándolo finalmente en forma porcentual.

$$VFA = 100 * \frac{(VMA - Va)}{VMA}$$

Donde:

VFA vacíos llenados con asfalto, porcentaje de VMA.

VMA: vacíos en el agregado mineral, porcentaje del volumen bulk.

Va: vacíos de aire en mezcla compactada, porcentaje del volumen total.

2.5.4. Objetivo Especifico 4

Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la viscosidad del asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima.

Procedimiento del Objetivo

Evalúamos los ensayos, unidades y que métodos utilizaremos para calcular, la viscosidad y penetración en 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% para el asfalto reciclado.

Tabla 11

Especificaciones para cementos asfálticos. Equivalencias entre grado de penetración y grado de viscosidad.

CARACTERÍSTICA	UNIDADES	MÉTODO ASTM
Viscosidad, 60°C	N s/m ²	D-2171
Viscosidad, 135°C, mínimo	mm ² /s	D.2170
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s, mínimo	1/10 mm	D-5

Nota Las tablas indicadas son especificación de la normativa ASTM.

Teniendo como resultado 62.68 a un grado de penetración a 25°C, clasificamos nuestro resultado obtenido a base de 15 muestras ensayadas, ubicándonos según ASTM -D 5 dentro de los parámetros de 60 – 70 indicados en la Norma, a continuación, mostramos la tabla de ubicaciones de resultados.

Tabla 12

Especificaciones para cementos asfálticos. Clasificados por su grado de penetración.

CARACTERÍSTICA	UNIDADES	MÉTODO ASTM	GRADO DE PENETRACIÓN									
			40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s	---	D-5	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300

Nota Las tablas indicadas son especificación de la normativa ASTM D-5.

Una vez obtenido en que parámetros se encuentra nuestro grado de penetración (60 – 70), según ASTM D. 2170 ubicamos la tabla N°3, en que grado de viscosidad para nuestro cemento asfáltico se encuentra, señalando el AC-20.

Tabla 13

Especificaciones para cementos asfálticos. Equivalencias entre grado de penetración y grado de viscosidad.

Grado de Penetración	Grado de Viscosidad AC (Asphalt Cement)
40-50	AC-40
60-70	AC-20
85-100	AC-10
120-150	AC-5
200-300	AC-2.5

Nota Las tablas indicadas son especificación de la normativa ASTM D. 2170

Finalmente, con las muestras ensayadas comenzamos a clasificar nuestros resultados a fin de poder ubicarlos en nuestros parámetros indicados por las Especificaciones para C.A, según la ASTM 2170 Y 2171.

Tabla 14

Especificaciones para cementos asfálticos. Clasificados por su viscosidad

CARACTERÍSTICA	UNIDADES	MÉTODO ASTM	Grado de viscosidad					
			AC- 25	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60°C	N s/m ²	D-2171	250 ± 50	500 ± 100	1000 ± 200	2000 ± 400	3000 ± 600	4000 ± 800
Viscosidad Cinemática, 135°C	mm ² /s	D.2170	125	175	250	300	350	400
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s, mínimo	1/10 mm	D-5	220	140	80	60	50	40

Nota Las tablas indicadas son especificación de la normativa ASTM D. 2170

2.5.5. Objetivo Especifico 5

Calcular como influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

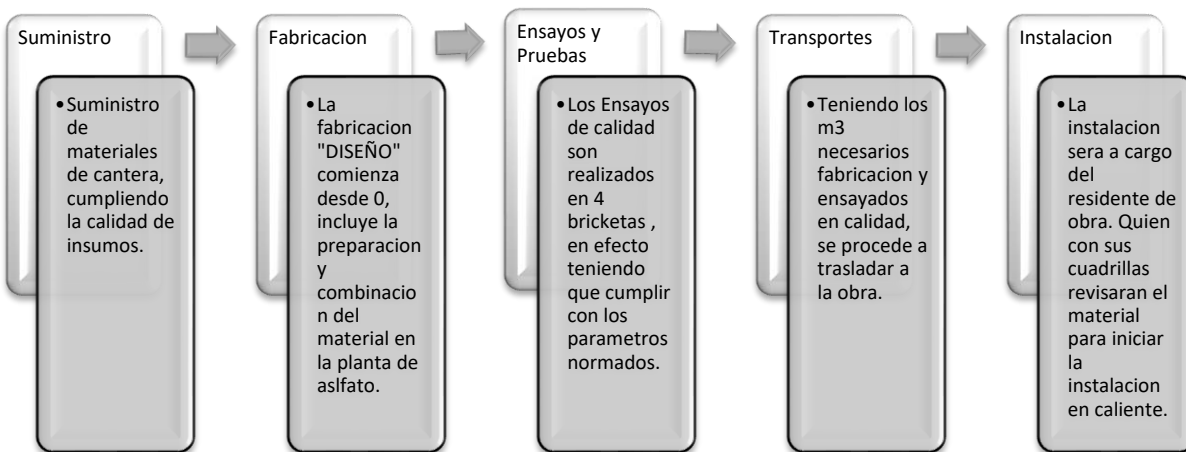
Procedimiento del Objetivo

En este análisis económico se calculan los precios unitarios de los materiales, agregados, herramientas, equipos y mano de obra teniendo en cuenta el costo del proceso de fabricación del pavimento.

A continuación, se muestran los parámetros para analizar los precios unitarios, tales como suministro de materiales para el pavimento convencional como para el reciclado, su proceso de fabricación (HH, Control de materiales, control de personal, etc. A fin de terminar en una evaluación y poder tener costos y ratios finales para la toma de decisiones como pavimentación en las cuabras 8 – 9 de la av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima. Convencional y reciclado.

Figura 44

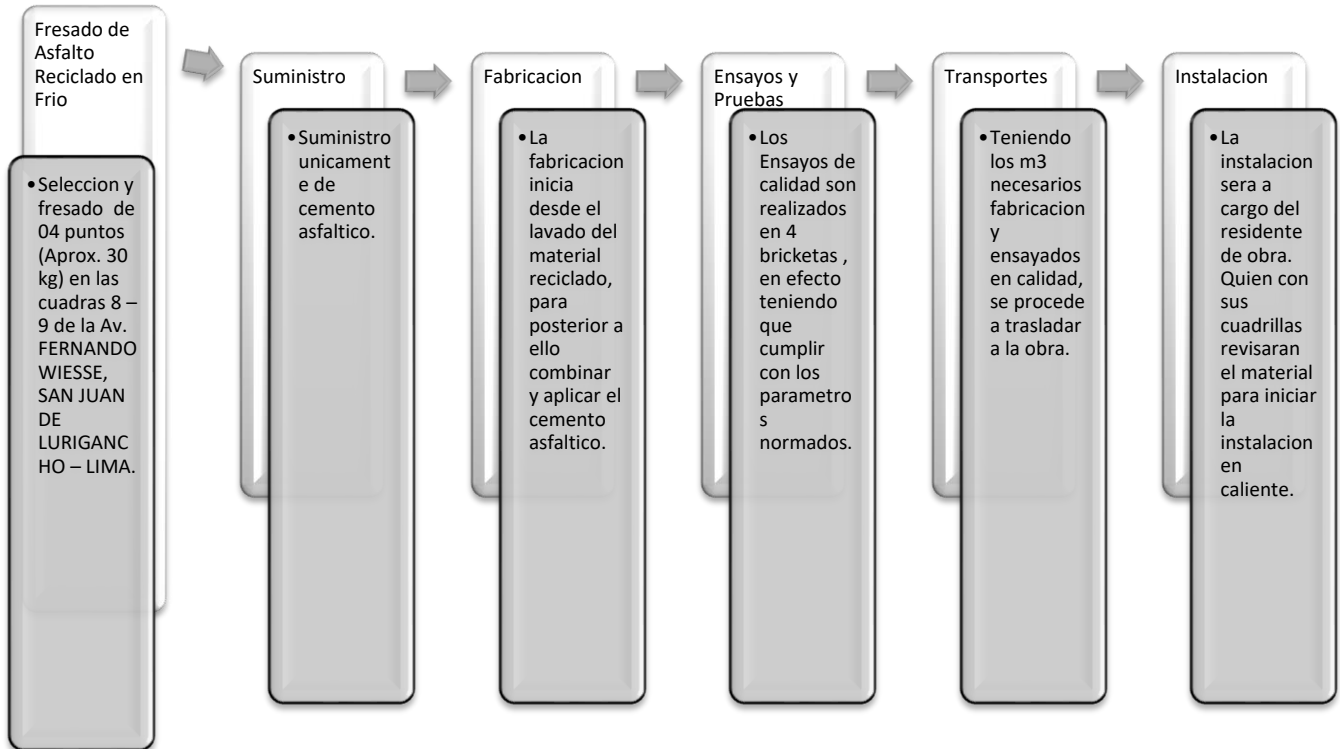
Parámetros para Análisis de Precios Unitarios del Pavimento Convencional



Nota. Esta tabla muestra los puntos tomados para el análisis de precios unitarios para el pavimento flexible.

Figura 45

Parámetros para Análisis de Precios Unitarios del Pavimento Reciclado



Nota. Esta tabla muestra los puntos tomados para el análisis de precios unitarios para el pavimento reciclado.

2.6. Aspectos éticos

En la presente tesis se obtenida información la cual fueron citados con la norma ISO 690:2010(E) que se ha aplicado en la redacción de citas y referencia bibliográficas utilizando el estilo APA y asimismo el uso de programas anti-plagios a fin de mostrar información original y fidedigna. Por tal motivo se puede afirmar que este trabajo de investigación cumple con los respectivos aspectos éticos necesarios.

2.7. Juicio de expertos

- El Ing. Augusto Cier Acevedo con DNI 73967333 y CIP 252830, indica que el presente proyecto de tesis se nota bastante interesante y con buena aplicación para la mejora del país.
- El Ing. Luis Maturrano Martínez con DNI 46723513 y CIP 200341, indica que los procedimientos y ensayos realizados brindan un gran aporte al conocimiento técnico y constructivo, teniendo resultados muy importantes para la consideración de utilizar pavimento reciclado.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo, se realizará la revisión de resultados obtenidos a través de Ensayos de Laboratorio y análisis estadístico, en efecto continuar analizar en base a datos el aporte que conllevará la influencia de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiese, san juan de Lurigancho – Lima, 2023.

Para ello los ensayos requeridos para el control de calidad (Técnicamente) al pavimento flexible reciclado, se establecen en el Manual de Carreteras EG – 2013. En síntesis, validar la información de los resultados para luego ser comparados y de esta manera responder y obtener conclusiones de los objetivos e hipótesis planteados.

Para ello se elaborará una comparación del pavimento convencional y reciclado en caliente, basados en los resultados de los siguientes ensayos.

Tabla 15

Revisión y Evaluación de ensayos

ENSAYOS	NORMAS
Resistencia con aparato Marsha	Ensayo MTC E 504 – Resistencia de Mezclas Bituminosas.
Granulometría del Pavimento Asfáltico Reciclado	Ensayo MTC E 503 – Análisis Extraídos de Mezclas Asfálticas
Granulometría de Agregados nuevos	Ensayo MTC E 107- Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado
Contenido de Asfalto	Ensayo MTC E 502 – Extracción cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos
Ensayo de rice	MTC E 508 – ASTM D -2041 - Gravedad específica máxima teórica (Gmm)

Nota. Relación de ensayos realizados con las normas según el MTC y ASTM.

En esta tesis se realizó los ensayos mostrados en la tabla siguiendo las normas establecidas y paramétricas para cada uno de las muestras que se requirió analizar las características mecánicas y económica del pavimento flexible y reciclado.

3.1. Resultados obtenidos por los objetivos

3.1.1. Objetivo específico 1

Determinar cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

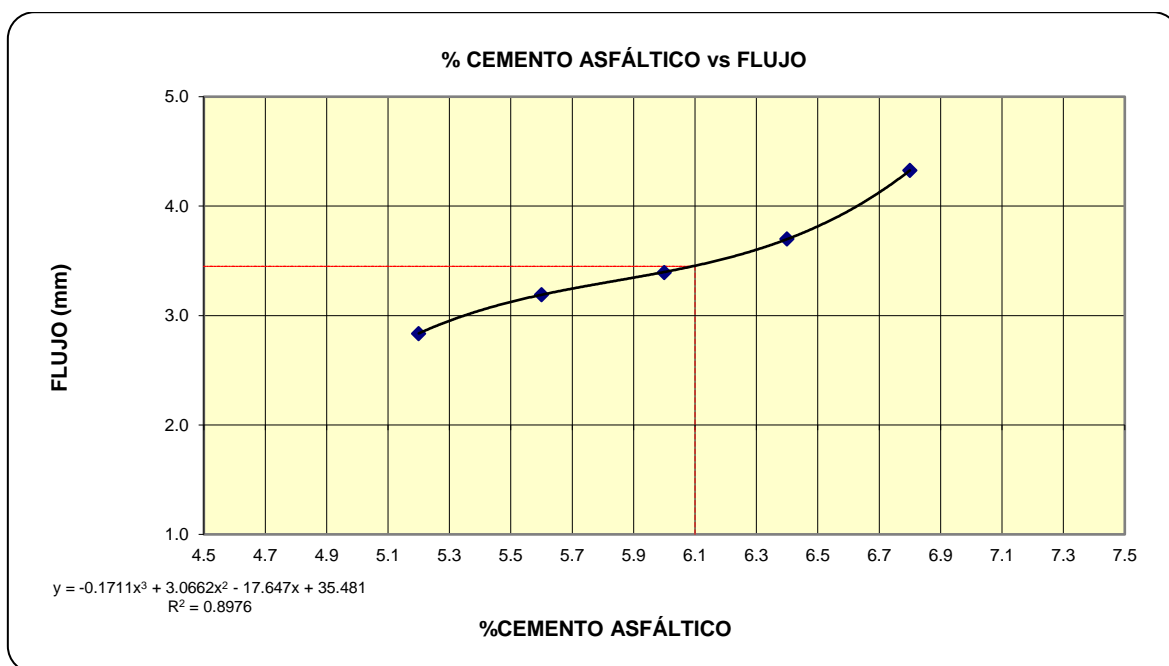
En la presente, se evaluarán los resultados obteniendo a raíz de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Estos resultados están hechos a base de las muestras fresadas de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima., así mismo se verifico con una muestra patrón convencional, a fin de poder obtener resultados dentro del rango normativo.

A continuación, se desarrollan los resultados obtenidos para nuestro presente objetivo.

Figura 46

Gráfico de %Cemento Asfáltico vs Flujo para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra como la curva de flujo asciende mientras se le adiciona mas líquido asfáltico a la mezcla de pavimento reciclado.

Tabla 16 %

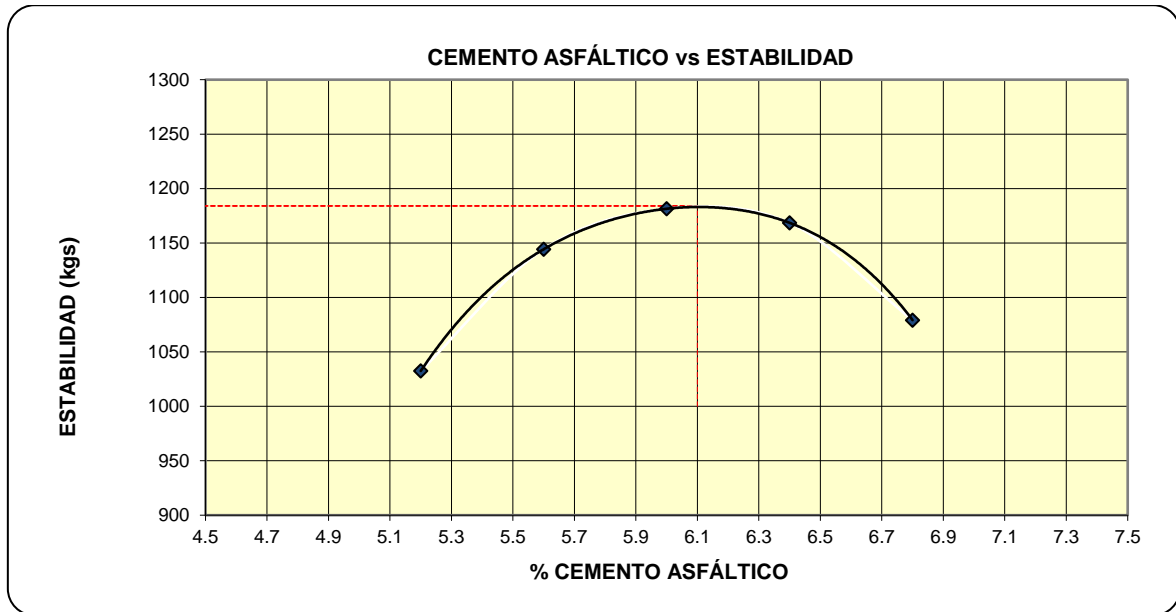
Cemento Asfáltico vs Flujo para Asfalto Reciclado

ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
5.2	2.8
5.6	3.2
6.0	3.4
6.4	3.7
6.8	4.3
FLUJO	
3.5	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia al flujo que es 3.5mm.

Figura 47

Gráfico de %Cemento Asfáltico vs Estabilidad para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra que en la estabilidad la curva va de manera ascendente mientras aumenta el líquido asfáltico, sin embargo, cuando llega a su punto máximo empieza a descender.

Tabla 17

%Cemento Asfáltico vs Estabilidad para Asfalto Reciclado

ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
5.2	1032.5
5.6	1144.3
6.0	1181.4
6.4	1168.5
6.8	1079.2
ESTABILIDAD (kg)	
1184	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia a la estabilidad que es 1184 kg.

Tabla 18

Resumen de resultados de los ensayos del asfalto reciclado

MEZCLA ASFÁLTICA			
ESPECIFICACIONES MARSHA LL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
FLUJO 0.01” (025 rpm)	13.6	8 a 14	APROBADO
ESTABILIDAD (kgs)	1184	MIN 815	APROBADO

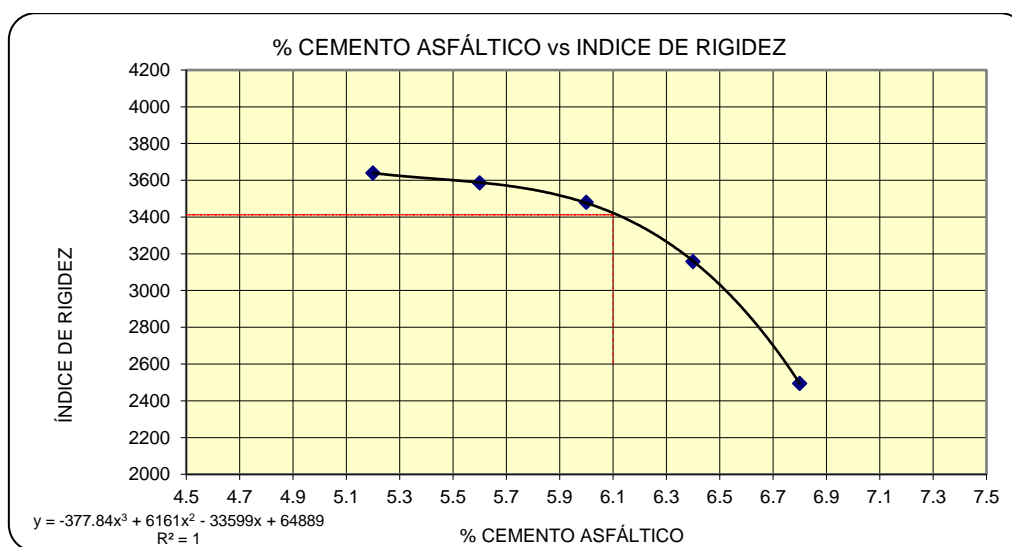
Nota. Los resultados obtenidos en la siguiente tabla, es producto de ensayos de laboratorio.

Teniendo los resultados del ensayo realizado “Estabilidad y Flujo”, se verificará lo obtenido en el índice de rigidez en porcentajes de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Estos resultados están hechos a base de las muestras fresadas de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima., así mismo se verifico con una muestra patrón convencional, a fin de poder obtener resultados dentro del rango normativo.

Figura 48

Gráfico de %Cemento Asfáltico vs Índice de Rigidez para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra que el índice de rigidez desciende mientras se le adicione más líquido asfáltico, el cual al 6.1% de l. asfáltico el índice de rigidez se encuentra dentro del rango permitido por la norma.

Tabla 19

% Cemento Asfáltico vs Índice de Rigidez para Asfalto Reciclado

ASFALTO	INDICE DE RIGIDEZ
(%)	(kg/cm)
5.2	3640.1
5.6	3585.6
6.0	3479.9
6.4	3157.9
6.8	2494.5
INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	
3412	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia al índice de rigidez que es 3412 kg/cm.

Tabla 20

Resumen de resultado del ensayo “Índice de Rigidez” al asfalto reciclado

MEZCLA ASFÁLTICA			
ESPECIFICACIONES MARSHA LL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
INDICE DE RIGIDEZ	3412	1700-4000	APROBADO

Nota. Valores finales del ensayo de Marshall en el pavimento recuperado.

Tabla 21

Diseño Final Teórico de Asfalto reciclado

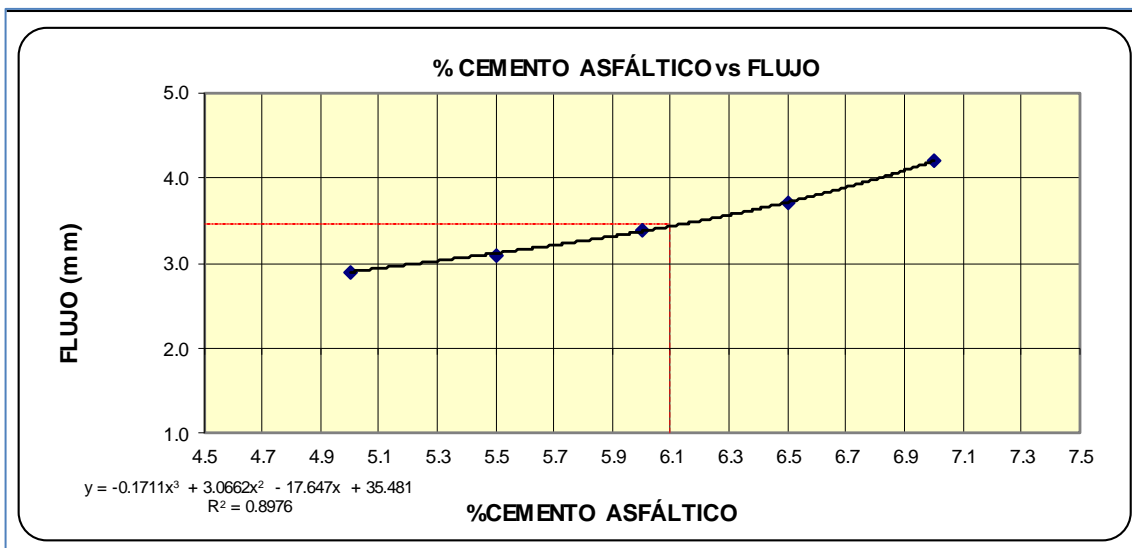
MATERIAL	TIPO	% DE PROPORCION
- Cemento Asfáltico	PEN 60/70 REPSOL	6.1 %
- Agregado grueso chancado de ¾"	material Roca Maciza	40.0 %
- Arena chancada de ¼"	material Roca Maciza	20.0 %
- Arena natural, zarandeada 3/8"	material Aluvial	40.0 %
- Mejorador de Adherencia	Quimibond Advance	-

Nota. Los resultados obtenidos, son productos de los ensayos realizado en la presente tesis.

MUESTRA PATRON:

Figura 49

Curva de % Cemento Asfáltico vs Flujo para asfalto Convencional



Nota. En la figura se muestra como la curva de flujo asciende mientras se le adiciona más líquido asfáltico a la mezcla de pavimento flexible convencional.

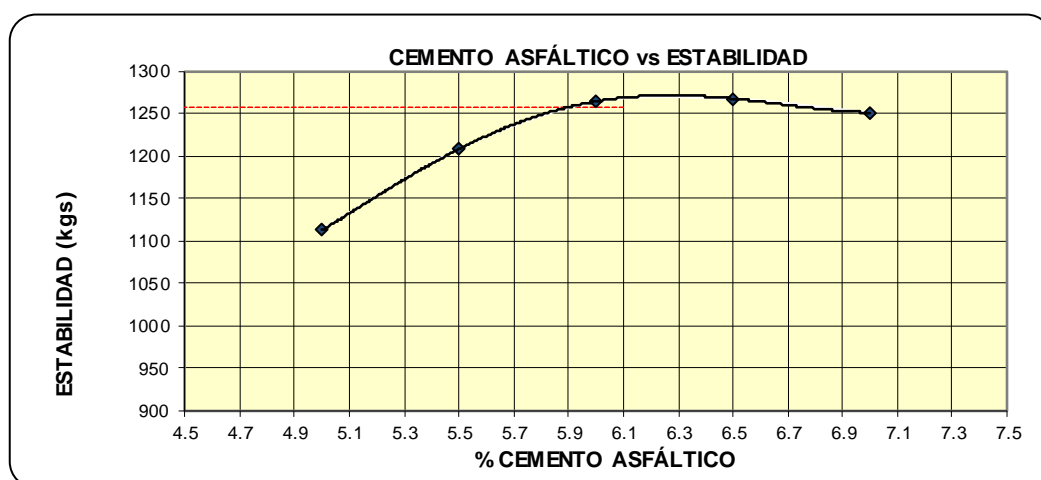
Tabla 22 *Cemento Asfáltico vs Flujo para asfalto Convencional*

Asfalto %	Flujo (mm)
5.0	2.9
5.5	3.1
6	3.4
6.5	3.7
7	4.2
% Flujo	
3.3	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia al flujo que es 3.3mm.

Figura 50

Curva de % Cemento Asfáltico vs Estabilidad para asfalto Convencional



Nota. En la figura se muestra que en la estabilidad la curva va de manera ascendente mientras aumenta el líquido asfáltico, sin embargo, cuando llega a su punto máximo empieza a descender.

Tabla 23 %

Cemento Asfáltico vs Estabilidad para asfalto Convencional

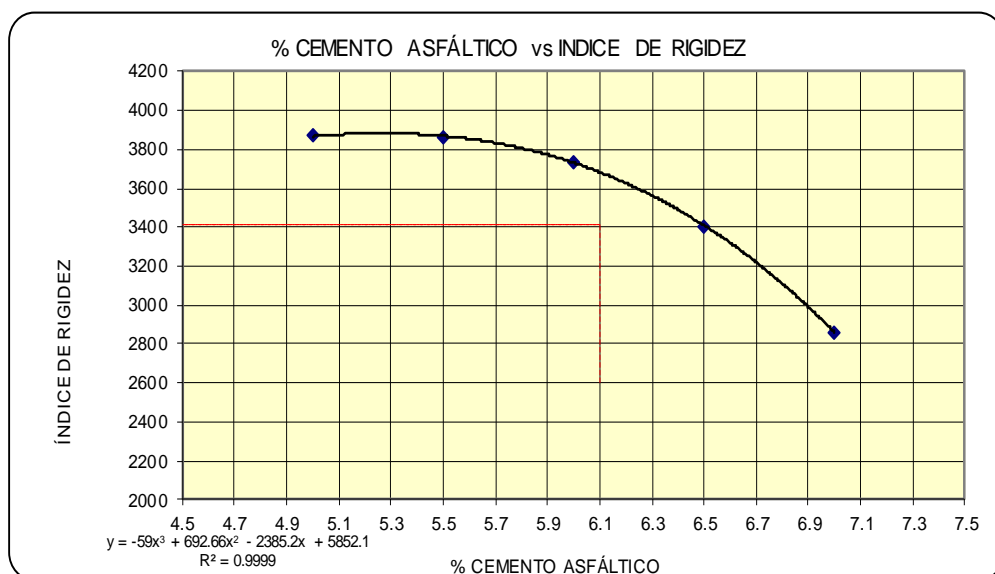
Asfalto (%)	Estabilidad (kgs)
5	1112.8
5.5	1208.6
6	1264.7
6.5	1268.0
7	1251.7
Estabilidad (kgs)	
1258	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia a la estabilidad que es 1258 kg.

MUESTRA PATRON:

Teniendo los resultados del ensayo realizado “Estabilidad y Flujo”, se verificará lo obtenido en el índice de rigidez en porcentajes de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en un pavimento convencional, a fin de tener resultados óptimos según lo indicado en la norma.

Figura 51 *Curva de % Cemento Asfáltico vs Índice de Rigidez para asfalto Convencional*



Nota. En la figura se muestra que el índice de rigidez desciende mientras se le adicione más líquido asfáltico, el cual al 5.9% de l. asfáltico el índice de rigidez se encuentra dentro del rango permitido por la norma.

Tabla 24 %

Cemento Asfáltico vs Estabilidad para asfalto Convencional

Asfalto (%)	Índice de rigidez (kg/cm)
5	3868.4
5.5	3865.8
6	3738.7
6.5	3405.7
7	2859.7
Índice de rigidez (kg/cm)	
3760	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia al índice de rigidez que es 3760 kg/cm.

Tabla 25

Resumen de resultado del ensayo “Índice de Rigidez” al asfalto convencional.

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA			
ESPECIFICACIONES MARSHALL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3760	1700 – 4000	APROBADO

Nota. En la tabla se muestra que el valor obtenido se encuentra dentro de la especificación.

Análisis comparativo de las resistencias bituminosas

En síntesis, se mostrará una tabla resumen con la información final obtenida a base de los ensayos. Estos datos, darán respuesta a nuestra hipótesis planteada inicialmente siendo positiva o negativa la respuesta.

Tabla 26

Cuadro de Análisis Comparativo de Resistencias Bituminosas.

MEZCLA ASFÁLTICA				
Ensayos Realizado	DATOS		ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
	PAV. FLEXIBLE	PAV. RECICLADO		
FLUJO 0.01 “(0.25 mm)	13.1	13.6	8 - 14	APROBADO
ESTABILIDAD (kgs)	1257	1184	MIN 815	APROBADO
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3760	3412	1700 - 4000	APROBADO

Nota. Obteniendo estos resultados, podemos apreciar que ambos pavimentos cumplen con las Especificaciones técnicas mencionadas en la DG -2013 (Guía de Carreteras – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)).

3.1.2. Objetivo específico 2

Calcular como influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Pavimento Flexible reciclado en caliente

El pavimento fresado en las cuadras 8-9 de la av. Fernando Wiese de San Juan de Lurigancho, se le realizó los ensayos respectivos, el cual nos arrojó las características que tenía ya ese pavimento envejecido.

Realizado el ensayo de contenido de asfalto (MTC E – 502) se encontró la cantidad de líquido asfáltico que tenían las muestras que se utilizó del pavimento recuperado.

Se encontró que de cada muestra de 1200g tenía una cantidad de 5.2% de líquido asfáltico. Teniendo así un total de agregado fino y grueso de 94.8% en la muestra.

Tabla 27

Porcentaje de contenido de asfalto en la muestra

Muestra	Peso	% de contenido de asfalto	% Total (piedra arena)
RAP	1200g	5.20%	94.8%

Nota. Es el resultado del ensayo de Extracción cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos.

El 94.8% de la muestra es la suma de arena y piedra, también conocemos cuanto porcentaje de arena y de piedra hay en la muestra independientemente.

Tabla 28

Porcentaje de piedra y arena en la muestra.

Cantidad de piedra y arena de la muestra	% Distribución
% PIEDRA EN LA CURVA	34.7%
% ARENA EN LA CURVA	65.3%

Nota. En la tabla se porcentaje de piedra y arena en la curva granulométrica.

Se tiene en cuenta que del 100% de piedra y arena que hay en la muestra de 1200g, de acuerdo al cálculo granulométrico pasando los sólidos por los tamices separando los agregados finos con los gruesos se contempla que el porcentaje de arena que tiene es del 65.3% y el porcentaje de piedra es del 34.7%.

Datos obtenidos de las muestras.

El líquido asfáltico se agregó de manera porcentualmente equivalente a las 05 muestras que se analizaron el cual se va a adicionar el 0.4% de líquido asfáltico de manera ascendente, eso quiere decir que cada muestra va a tener el 0.4% más al porcentaje anterior del líquido asfáltico.

La primera muestra se tomó sin agregar líquido asfáltico para tener como referencia frente a las 4 muestras restantes. Obteniendo como datos los valores que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 29

Datos de la muestra sin agregar líquido asfáltico.

COMBINACIÓN	UTILIZANDO EL 5.2%
TOTAL (%)	100%
ASFALTO (%)	5.2%
CAL (%)	0.0%
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	94.8%
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	32.9%
(%) ARENA EN EL MARSHALL	61.9%

Nota. Porcentaje de arena más piedra es 94.8% de la muestra

Para la segunda muestra se agregó el 0.4% de líquido asfáltico al porcentaje base de 5.2% de líquido asfáltico que tenía la muestra.

Obteniendo como datos los valores que se muestran en la siguiente% tabla:

Tabla 30

Datos de la muestra con el 0.4% líquido asfáltico adicionado.

COMBINACIÓN	UTILIZANDO EL 5.6%
TOTAL (%)	100%
ASFALTO (%)	5.6%
CAL (%)	0.0%
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	94.4%
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	32.8%
(%) ARENA EN EL MARSHALL	61.6%

Nota. Porcentaje de arena más piedra es 94.4% de la muestra.

Para la tercera muestra se agregó el 0.8% de líquido asfáltico al porcentaje base de 5.2% de líquido asfáltico que tenía la muestra.

Obteniendo como datos los valores que se muestran en la siguiente% tabla:

Tabla 31

Datos de la muestra con el 0.8% líquido asfáltico adicionado.

COMBINACIÓN	UTILIZANDO EL 6.0%
TOTAL (%)	100%
ASFALTO (%)	6.0%
CAL (%)	0.0%
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	94.0%
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	32.6%
(%) ARENA EN EL MARSHALL	61.4%

Nota. Porcentaje de arena más piedra es 94.0% de la muestra.

Para la cuarta muestra se agregó el 1.2% de líquido asfáltico al porcentaje base de 5.2% de líquido asfáltico que tenía la muestra.

Obteniendo como datos los valores que se muestran en la siguiente% tabla:

Tabla 32

Datos de la muestra con el 1.2% líquido asfáltico adicionado

COMBINACIÓN	UTILIZANDO EL 6.4%
TOTAL (%)	100
ASFALTO (%)	6.4
CAL (%)	0.0
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	93.6
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	32.5
(%) ARENA EN EL MARSHALL	61.1

Nota. Porcentaje de arena más piedra es 93.6% de la muestra.

Para la quinta muestra se agregó el 1.6% de líquido asfáltico al porcentaje base de 5.2% de líquido asfáltico que tenía la muestra.

Obteniendo como datos los valores que se muestran en la siguiente% tabla:

Tabla 33

Datos de la muestra con el 1.6% líquido asfáltico adicionado.

COMBINACIÓN	UTILIZANDO EL 6.8%
TOTAL (%)	100%
ASFALTO (%)	6.8%
CAL (%)	0.0%
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	93.2%
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	32.3%
(%) ARENA EN EL MARSHALL	60.9%

Nota. Porcentaje de arena más piedra es 93.2% de la muestra.

Al tener los datos de cada una de las muestras con el porcentaje de líquido asfáltico requerido. Se muestra a continuación la tabla con los datos contrastados de las 5 muestras:

Tabla 34

Datos de las 5 muestras de dosificación de agregados en el Marshall.

COMBINACIÓN	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8
TOTAL (%)	100%	100%	100%	100%	100%
ASFALTO (%)	5.2%	5.6%	6.0%	6.4%	6.8%
CAL (%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	94.8%	94.4%	94.0%	93.6%	93.2%
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	32.9%	32.8%	32.6%	32.5%	32.3%
(%) ARENA EN EL MARSHALL	61.9%	61.6%	61.4%	61.1%	60.9%

Nota. En la tabla se muestra los porcentajes de líquido asfáltico de cada muestra.

Luego de realizado el ensayo Marshall de las 5 muestras se obtuvo los resultados de cada una de las probetas que fueron analizadas.

Por cada muestra se ensayaron 3 probetas con diferente porcentaje de líquido asfáltico.

Tabla 35
Muestra N°1 sin adición de líquido asfáltico del pavimento reciclado.

ITEM	ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.20	5.20	5.20	5.20
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32.90	32.90	32.90	
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61.90	61.90	61.90	
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.020	1.020	1.020	
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2.725	2.725	2.725	
6	Peso específico agregado fino - bulk	2.705	2.705	2.705	
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195.8	1194.7	1195.3	
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1197.2	1196.1	1196.8	
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	684.0	683.5	685.2	
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	513.2	512.6	511.6	
11	Peso específico bulk de la briqueta	2.330	2.331	2.336	2.332
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.506	2.506	2.506	
13	% de vacíos	7.0	7.0	6.8	6.9
14	Peso específico bulk del agregado total	2.712	2.712	2.712	
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	18.55	18.53	18.33	18.5
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	62.15	62.23	63.07	62.5
17	Peso específico del agregado total	2.724	2.724	2.724	
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0.16	0.16	0.16	
19	% de asfalto efectivo	5.05	5.05	5.05	
20	Flujo (mm)	2.84	2.82	2.84	2.84
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1114.7	1061.7	1050.1	
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1115	1062	1050	
23	Factor de estabilidad (Tabla)	0.96	0.96	0.96	

24	Estabilidad corregida: (kgs)	1070	1019	1008	1032
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3762	3615	3544	3640
26	Relación Polvo Asfalto	0.83	0.83	0.83	0.83

Tabla 36

Muestra N°2 con adición de 0.4% de líquido asfáltico del pavimento reciclado

ITEM	ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.60	5.60	5.60	5.60
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32.76	32.76	32.76	
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61.64	61.64	61.64	
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.020	1.020	1.020	
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2.725	2.725	2.725	
6	Peso específico agregado fino - bulk	2.705	2.705	2.705	
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.5	1195.3	1195.7	
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195.6	1196.5	1196.9	
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	687.2	688.2	689.2	
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	508.4	508.3	507.7	
11	Peso específico bulk de la briqueta	2.350	2.352	2.355	2.352
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.487	2.487	2.487	
13	% de vacíos	5.5	5.5	5.3	5.4
14	Peso específico bulk del agregado total	2.712	2.712	2.712	
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	18.21	18.14	18.02	18.1
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	69.63	69.96	70.55	70.0
17	Peso específico del agregado total	2.719	2.719	2.719	
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0.10	0.10	0.10	
19	% de asfalto efectivo	5.51	5.51	5.51	

20	Flujo (mm)	3.20	3.18	3.20	3.19
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1099.6	1206.7	1126.7	
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1100	1207	1127	
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1.00	1.00	1.00	
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1100	1207	1127	1144
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3436	3801	3520	3586
26	Relación Polvo Asfalto	0.76	0.76	0.76	0.76

Tabla 37

Muestra N°3 con adición de 0.8% de líquido asfáltico del pavimento reciclado

ITEM	ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.00	6.00	6.00	6.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32.62	32.62	32.62	
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61.38	61.38	61.38	
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.020	1.020	1.020	
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2.725	2.725	2.725	
6	Peso específico agregado fino - bulk	2.705	2.705	2.705	
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195.9	1196.1	1195.8	
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196.5	1196.6	1196.5	
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	692.2	693.5	692.4	
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	504.3	503.1	504.1	
11	Peso específico bulk de la briqueta	2.371	2.377	2.372	2.374
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.487	2.487	2.487	
13	% de vacíos	4.7	4.4	4.6	4.6
14	Peso específico bulk del agregado total	2.712	2.712	2.712	
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17.80	17.59	17.78	17.7

16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	73.83	74.90	73.96	74.2
17	Peso específico del agregado total	2.739	2.739	2.739	
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0.37	0.37	0.37	
19	% de asfalto efectivo	5.65	5.65	5.65	
20	Flujo (mm)	3.40	3.38	3.40	3.40
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1182.1	1185.1	1177.1	
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1182	1185	1177	
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1.00	1.00	1.00	
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1182	1185	1177	1181
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3473	3508	3458	3480
26	Relación Polvo Asfalto	0.74	0.74	0.74	0.74

Tabla 38
Muestra N°4 con adición de 1.2% de líquido asfáltico del pavimento reciclado

ITEM	ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.40	6.40	6.40	6.40
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32.48	32.48	32.48	
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61.12	61.12	61.12	
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.020	1.020	1.020	
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2.725	2.725	2.725	
6	Peso específico agregado fino - bulk	2.705	2.705	2.705	
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194.6	1195.0	1195.7	
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195.1	1195.5	1196.2	
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	696.0	694.0	697.2	
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	499.1	501.5	499.0	
11	Peso específico bulk de la briqueta	2.394	2.383	2.396	2.391
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.455	2.455	2.455	

13	% de vacíos	2.5	2.9	2.4	2.6
14	Peso específico bulk del agregado total	2.712	2.712	2.712	
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17.39	17.76	17.30	17.5
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	85.58	83.43	86.13	85.0
17	Peso específico del agregado total	2.716	2.716	2.716	
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0.06	0.06	0.06	
19	% de asfalto efectivo	6.34	6.34	6.34	
20	Flujo (mm)	3.71	3.68	3.71	3.70
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1179.0	1140.7	1185.7	
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1179	1141	1186	
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1.00	1.00	1.00	
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1179	1141	1186	1168
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3179	3097	3197	3158
26	Relación Polvo Asfalto	0.66	0.66	0.66	0.66

Tabla 39
Muestra N°5 con adición de 1.6% de líquido asfáltico del pavimento reciclado

ITEM	ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.80	6.80	6.80	6.80
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32.34	32.34	32.34	
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	60.86	60.86	60.86	
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.020	1.020	1.020	
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2.725	2.725	2.725	
6	Peso específico agregado fino - bulk	2.705	2.705	2.705	
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195.6	1194.0	1195.1	
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195.7	1194.2	1195.2	
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	699.2	698.2	697.2	

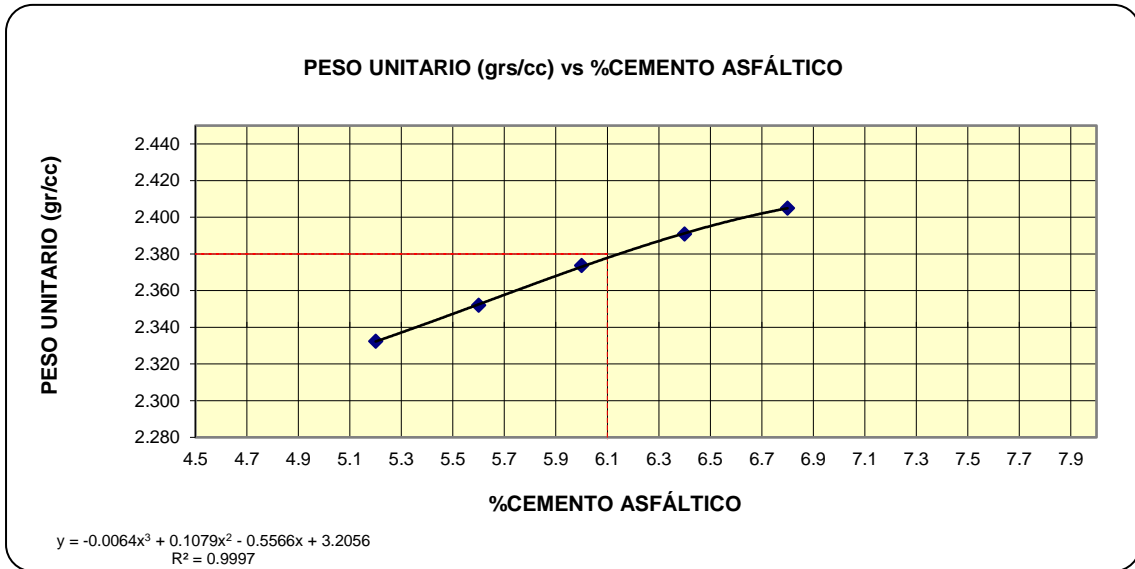
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	496.5	496.0	498.0	
11	Peso específico bulk de la briqueta	2.408	2.407	2.400	2.405
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.438	2.438	2.438	
13	% de vacíos	1.2	1.2	1.5	1.3
14	Peso específico bulk del agregado total	2.712	2.712	2.712	
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17.24	17.27	17.53	17.3
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	92.98	92.80	91.16	92.3
17	Peso específico del agregado total	2.713	2.713	2.713	
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0.01	0.01	0.01	
19	% de asfalto efectivo	6.79	6.79	6.79	
20	Flujo (mm)	4.32	4.34	4.32	4.33
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1090.0	1063.0	1084.6	
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1090	1063	1085	
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1.00	1.00	1.00	
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1090	1063	1085	1079
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2524	2447	2512	2495
26	Relación Polvo Asfalto	0.62	0.62	0.62	0.62

Con los datos obtenidos en el ensayo de Marshall se pueden realizar los gráficos que nos mostrarán los resultados de las muestras de cuál contiene las mejores características y es la óptima de acuerdo a los parámetros requeridos.

Gráficos de los resultados de los ensayos del pavimento reciclado en caliente

Figura 52

Gráfico de Peso Unitario vs %Cemento Asfáltico para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra que mientras más líquido asfáltico se adiciona de la misma manera incrementa el peso unitario de las muestras de pavimento reciclado.

Tabla 40

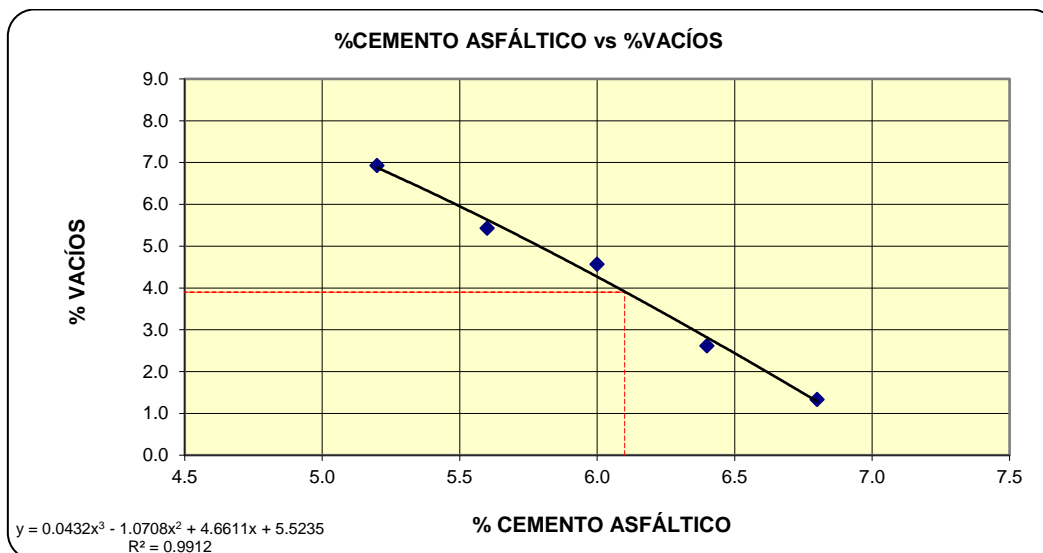
Peso Unitario vs %Cemento Asfáltico para Asfalto Reciclado

ASFALTO %	P.U grs/cc
5.2	2.332
5.6	2.352
6.0	2.374
6.4	2.391
6.8	2.405
CEMENTO ASFÁLTICO %	
6.1	
PESO UNITARIO (gr/cc)	
2.38	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia al peso unitario que es 2.38gr/cc.

Figura 53

Gráfico de %Cemento Asfáltico vs %Vacíos para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra el porcentaje de vacíos con respecto al cemento asfáltico y se puede apreciar que disminuye el porcentaje de vacíos conforme aumenta el porcentaje de líquido adicionado en la muestra de pavimento reciclado

Tabla 41

%Cemento Asfáltico vs %Vacíos para Asfalto Reciclado

ASFALTO (%)	VACÍOS (%)
5.2	6.9
5.6	5.4
6.0	4.6
6.4	2.6
6.8	1.3
%PORCENTAJE DE VACÍOS	
3.9	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia al porcentaje de vacíos que es 3.9%.

Diseño de Mezcla de pavimento flexible convencional

Para el presente diseño de mezcla convencional, como posible elección en las cuadras 8 – 9 de la av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima, los ensayos necesarios fueron realizados el Laboratorio Geo Pavimentos S.R.L.

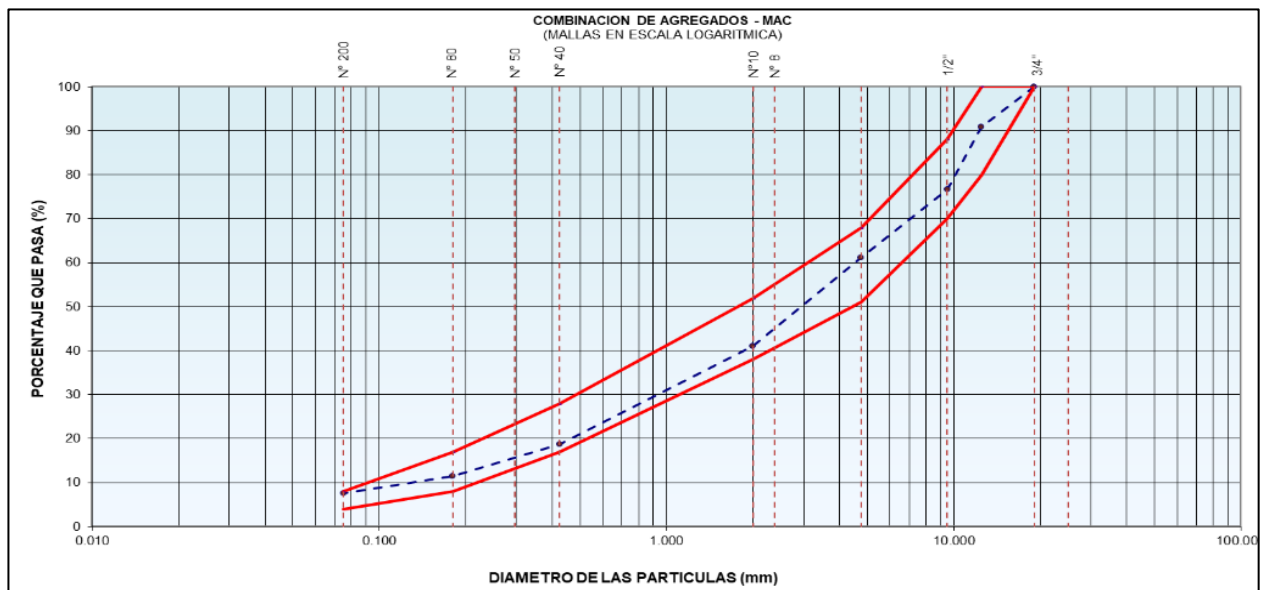
Análisis Granulométrico por Tamizado de Mezcla agregados pétreos

Figura 54

Análisis Granulométrico - Geo pavimentos S.R.L.

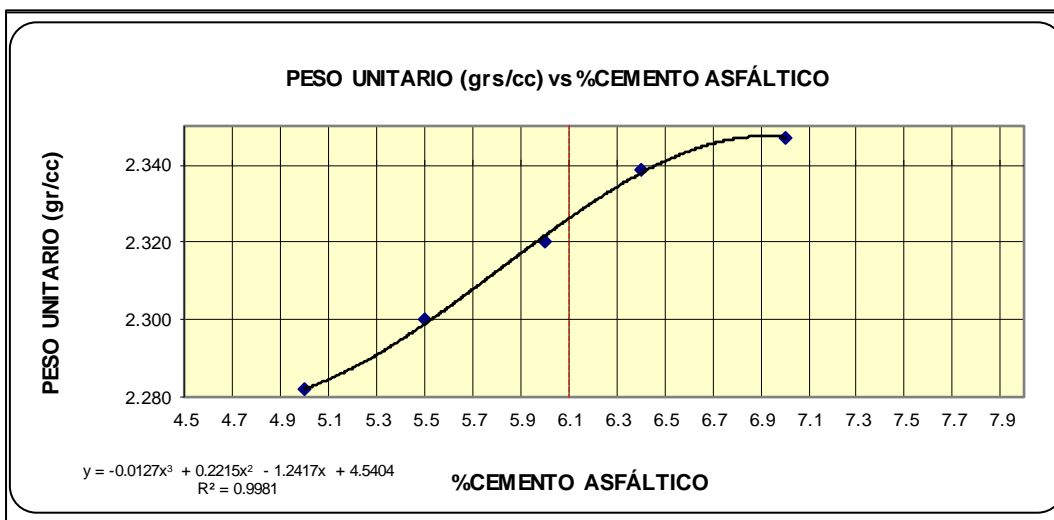
TAMIZ	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	ESPECIF. MAC -02		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
						MIN	MAX			
1"	25.000							TAMAÑO MAX.:	3/4"	
3/4"	19.050				100.0	100	100	PESO TOTAL:	13553.0	grs.
1/2"	12.500	1233.0	9.1	9.1	90.9	80	100	FRACCIÓN:	988.8	grs.
3/8"	9.500	1929.0	14.2	23.3	76.7	70	88			
N° 4	4.750	2105.0	15.5	38.9	61.1	51	68			
N° 10	2.000	326.5	20.2	59.0	41.0	38	52			
N° 40	0.425	358.8	22.2	81.2	18.8	17	28			
N° 80	0.180	117.2	7.2	88.5	11.5	8	17			
N° 200	0.075	63.6	3.9	92.4	7.6	4	8			
> N° 200	FONDO	122.7	7.6	100.0						

Figura 55 Curva granulométrica de la combinación de agregados para pavimento



Gráficos de los resultados de los ensayos del pavimento flexible

Figura 56 Curva de Peso Unitario vs % Cemento Asfáltico para asfalto Convencional



Nota. En la figura se muestra que mientras más líquido asfáltico se adiciona de la misma manera incrementa el peso unitario de las muestras de pavimento convencional.

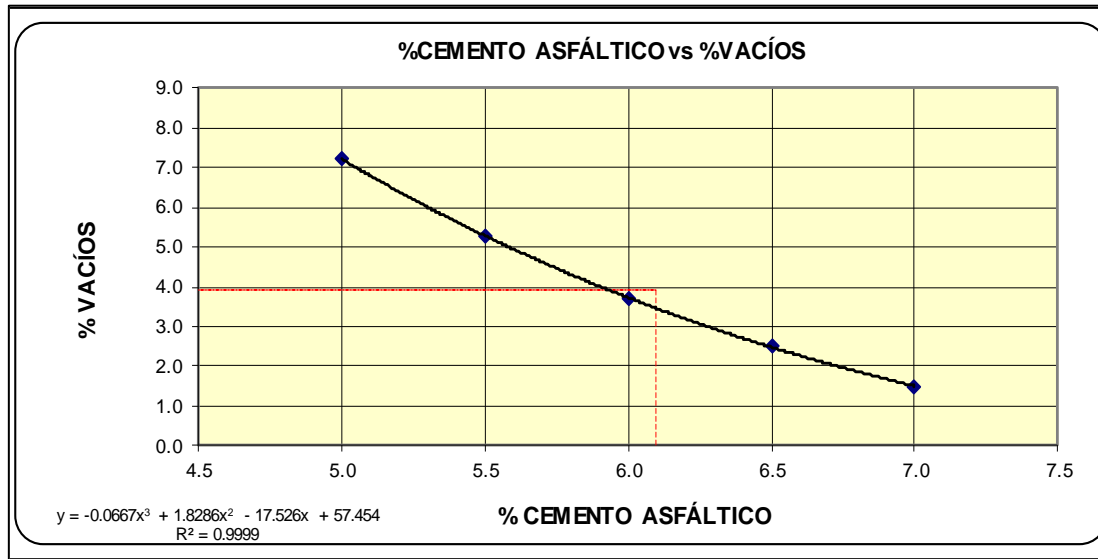
Tabla 42 Peso Unitario vs % Cemento Asfáltico para asfalto Convencional

Asfalto %	P.U. grs/cc
5.0	2.282
5.5	2.3
6.0	2.32
6.4	2.339
7.0	2.347
Cemento Asfáltico %	
5.9	
Peso Unitario (gr/cc)	
2.317	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia al peso unitario que es 2.317gr/cc.

Figura 57

Curva de % Cemento Asfáltico vs Vacíos para asfalto Convencional



Nota. En la figura se muestra el porcentaje de vacíos con respecto al cemento asfáltico y se puede apreciar que disminuye el porcentaje de vacíos conforme aumenta el porcentaje de líquido adicionado en la muestra de pavimento convencional.

Tabla 43

% Cemento Asfáltico vs Vacíos para asfalto Convencional

Asfalto	Vacíos
(%)	(%)
5.0	7.2
5.5	5.3
6.0	3.7
6.5	2.5
7.0	1.5
Porcentaje de vacíos	
4.0	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia al porcentaje de vacíos que es 4%.

3.1.3. Objetivo específico 3

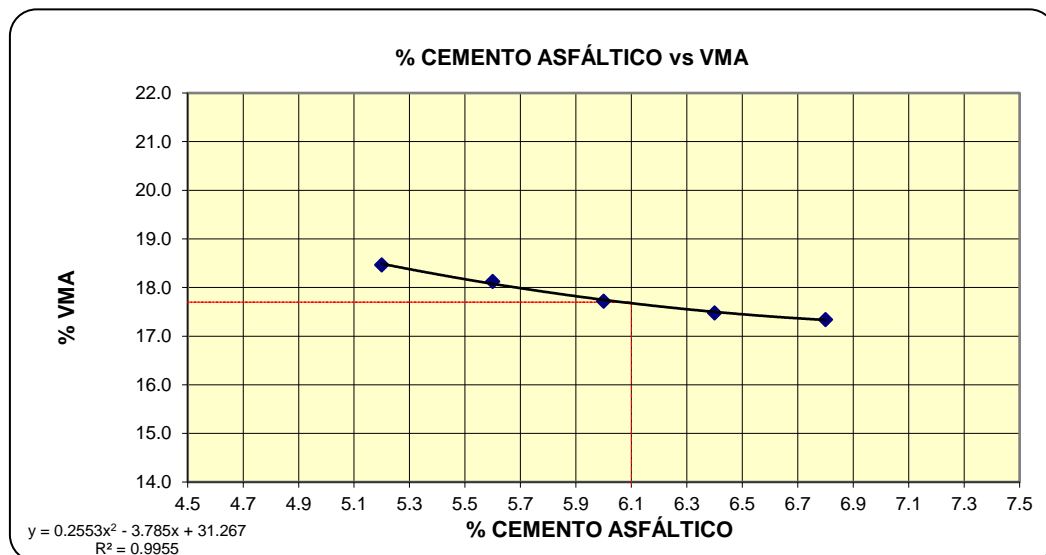
Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

En la presente, se evaluarán los resultados obteniendo a raíz de la influencia de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Estos resultados están hechos a base de las muestras fresadas de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima., así mismo se verifico con una muestra patrón convencional, a fin de poder obtener resultados dentro del rango normativo.

Figura 58

Gráfico de %Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra la curva del %VMA que desciende a manera que aumenta el % de líquido asfáltico que se adiciona al pavimento reciclado ya que los espacios de llenos de aire se van llenando de asfalto del pavimento reciclado.

Tabla 44

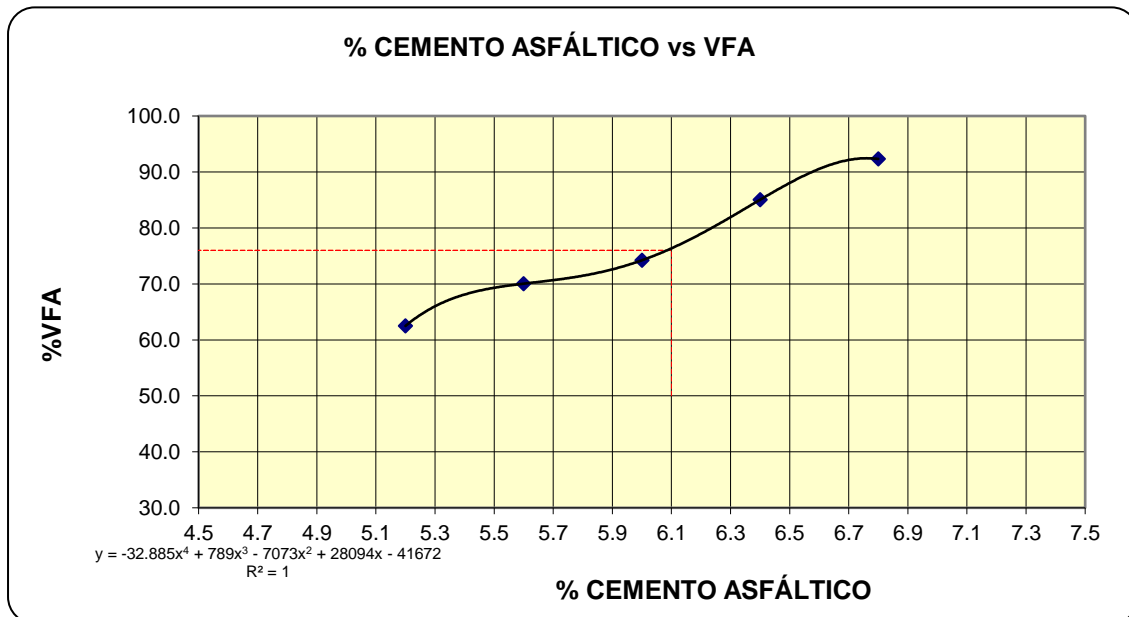
%Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Reciclado

ASFALTO (%)	VMA (%)
5.2	18.5
5.6	18.1
6.0	17.7
6.4	17.5
6.8	17.3
%VMA	
17.7	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia al VMA que es el 17.7%.

Figura 59

Gráfico de %Cemento Asfáltico vs VFA para Asfalto Reciclado



Nota. En la figura muestra la curva de %VFA va de manera ascendente cuando aumenta el % de líquido asfáltico ya que aumenta el porcentaje de vacíos intergranulares entre las partículas de agregado (VMA) que se encuentran llenos de asfalto cuando adicionamos liquido asfáltico.

Tabla 45

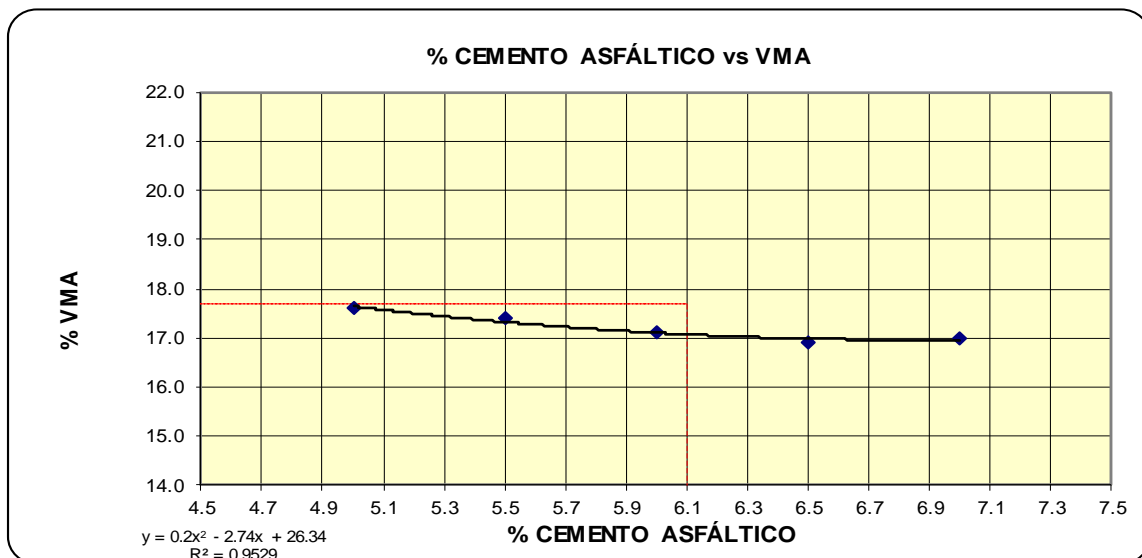
%Cemento Asfáltico vs VFA para Asfalto Reciclado

ASFALTO (%)	VFA (%)
5.2	62.5
5.6	70.0
6.0	74.2
6.4	85.0
6.8	92.3
%VFA	
76	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 6.1% en referencia al VFA que es el 76%.

Figura 60

Curva de % Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Convencional



Nota. En la figura se muestra la curva del % VMA que desciende a manera que aumenta el % de líquido asfáltico que se adiciona al pavimento reciclado ya que los espacios de llenos de aire se van llenando de asfalto del pavimento reciclado.

Tabla 46

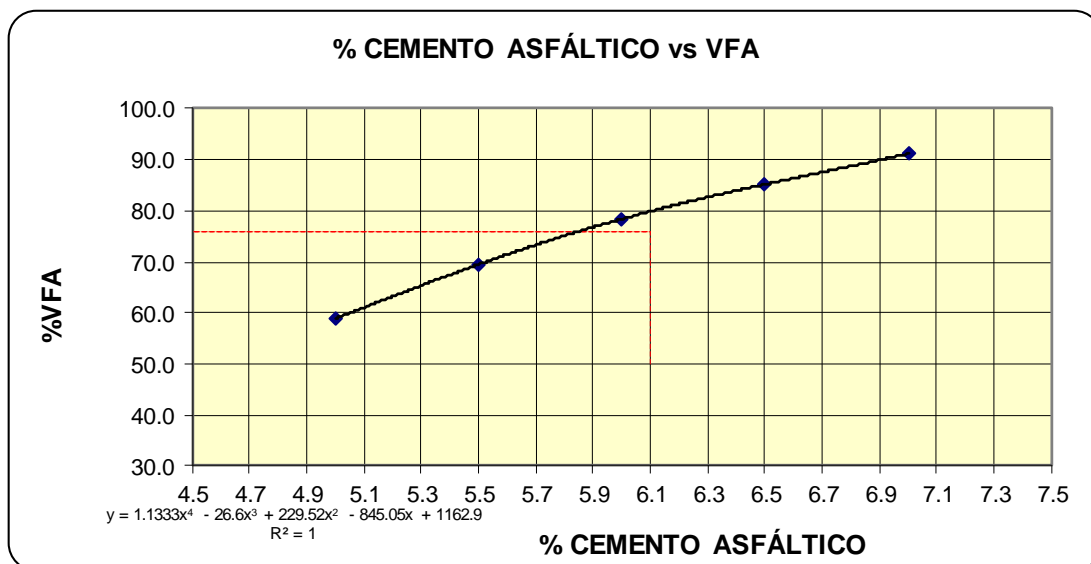
%Cemento Asfáltico vs VMA para Asfalto Reciclado

ASFALTO (%)	VMA (%)
5.0	17.6
5.5	17.4
6.0	17.1
6.5	16.9
7.0	17.0
%VMA	
17.1	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia al VMA que es 17.1%.

Figura 61

Curva de % Cemento Asfáltico vs VFA para Asfalto Convencional



Nota. En la figura se muestra la curva de %VFA va de manera ascendente cuando aumenta el % de líquido asfáltico ya que aumenta el porcentaje de vacíos intergranulares entre las

partículas de agregado (VMA) que se encuentran llenos de asfalto cuando adicionamos liquido asfaltico.

Tabla 47

% Cemento Asfaltico vs VFA para Asfalto Convencional

ASFALTO	VFA
(%)	(%)
5.0	58.9
5.5	69.5
6.0	78.4
6.5	85.2
7.0	91.2
%VFA	
76.8	

Nota. En la tabla se muestra el valor obtenido sobre el óptimo porcentaje de cemento asfáltico que es el 5.9% en referencia al VFA que es 76.8%.

Análisis comparativo de las resistencias bituminosas

En síntesis, se mostrará una tabla resumen con la información final obtenida a base de los ensayos. Estos datos, darán respuesta a nuestra hipótesis planteada inicialmente siendo positiva o negativa la respuesta.

Tabla 48

Cuadro de Análisis Comparativo de Resistencias Bituminosas.

MEZCLA ASFÁLTICA				
Ensayos Realizado	DATOS		ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
	PAV. FLEXIBLE	PAV. RECICLADO		
V.M.A. (%)	17.1	17.7	MIN 14	APROBADO
VFA (%)	77.1	76.0	65 - 78	APROBADO

Nota. Obteniendo estos resultados, podemos apreciar que ambos pavimentos cumplen con las Especificaciones técnicas mencionadas en la DG -2013 (Guía de Carreteras – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)).

3.1.1. Objetivo específico 4

Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la viscosidad del asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Tabla 49

Especificaciones para cementos asfálticos. Resumen de resultados hallados a base de ensayos de laboratorio.

MEZCLA ASFÁLTICA						
ESPECIFICACIONES DE CEMENTO ASFÁLTICO	METODO ASTM	UNIDADES	MINIMO	MAXIMO	OBTENIDO	EVALUACIÓN
Penetración a 25°C	D-5	mm	40	70	63	APROBADO
Viscosidad a 60 °C	D - 2171	N s/m ²	400	2000	1896,0	APROBADO
Viscosidad Cinemática a 135 °C	D - 2170	N s/m ²	300	SEGÚN DISEÑO	300	APROBADO

Nota. Las tablas indicadas son resultados propios de ensayos de los tesisistas

Tabla 50

Penetración a 25°C

ASFALTO %	PENETRACION a 25°C
5.2	56.433
5.6	58.322
6.0	63.150
6.4	66.237
6.8	69.300
CEMENTO ASFÁLTICO %	
6.1	
PENETRACION a 25°C	
62.688	

Tabla 51
Viscosidad a 60 °C

ASFALTO (%)	Viscosidad a 60 °C
5.2	1876.667
5.6	1895.667
6.0	1895.667
6.4	1904.667
6.8	1909.667
Viscosidad a 60 °C	
1896.467	

Tabla 52
Viscosidad Cinemática a 135 °C

ASFALTO (%)	Viscosidad Cinemática a 135 °C
5.2	301.0
5.6	301.0
6.0	301.0
6.4	300.7
6.8	300.0
Viscosidad Cinemática a 135 °C	
300.917	

3.1.2. Objetivo específico 5

Calcular como influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima.

Análisis de Precios Unitarios para el Pavimento Reciclado

Tabla 53

Metrado y cálculo de Precios Unitarios para el Pavimento reciclado

Unidad: m3

Descripción	(A.C.U) M. Asfalto Reciclado		P.U S/.	TOTAL, S/.
	Unidad	Metrado		
Cemento Asfáltico 60/70	Gln	25.24	S/ 6.15	S/ 155.28
Arena Granulada	m3	0.653	S/ 83.00	S/ 54.20
Piedra Chancada	m3	0.347	S/ 97.00	S/ 33.66
				S/ 243.13

Nota. Costos finales del Análisis de Precios Unitarios en el pavimento recuperado.

Figura 62 Gráfico de Análisis de Costos Unitarios para el Asfalto Reciclado



Nota. En la figura se muestra de manera gráfica las proporciones de arena granulada, piedra chancada y de cemento asfáltico de 60/70 que tiene el pavimento reciclado para su respectivo análisis de precios unitarios.

Análisis de Precios Unitarios para el Pavimento Flexible

Tabla 54

Metrado y cálculo de Precios Unitarios para los Materiales para el Pavimento Flexible

Unidad: m3

(A.C.U) M. Asfalto Convencional en Caliente					
Descripción	Unidad	Metrado	P.U S/.		TOTAL, S/.
Cemento Asfáltico 60/70	Gln	35.230	S/	6.15	S/ 216.73
Arena Granulada	m3	0.600	S/	83.00	S/ 49.80
Piedra Chancada	m3	0.400	S/	97.00	S/ 38.80
					S/ 305.33

Figura 63

Gráfico de Análisis de Costos Unitarios para el Asfalto Flexible



Nota. En la figura se muestra de manera gráfica las proporciones de arena granulada, piedra chancada y de cemento asfáltico de 60/70 que tiene el pavimento convencional para su respectivo análisis de precios unitarios.

Análisis Técnico en el Proceso de Producción de Pavimentos

Análisis de Costos Unitario (A.C.U.) del proceso de producción para el Pavimento Reciclado

Tabla 55

(A.C.U.) del proceso de producción para el Pavimento Reciclado

Partida	FABRICACION DE ASFALTO RECICLADO	CU	S/ 822.82
Rendimiento	50 m3/jorn	Costo unitario directo por:	M3
Jornada	8 hrs		

Análisis de Costos Unitarios Técnico- Pavimento Reciclado

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.UNIT	P.TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				S/ 6,200.00
1.1	TRASLADO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	GLB	1.00	S/ 2,800.00	S/ 2,800.00
1.2	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB	1.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
1.3	EPPS EN OBRA.	PERSONAL	4.00	S/ 350.00	S/ 1,400.00
2	RECAPEO DE ASFALTO				S/ 1,870.00
2.1	M M.O DE PERSONAL OPERATIVO	H.H	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
2.2	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA CON ROTOMARTILLO	HMAQ	1.00	S/ 250.00	S/ 250.00
2.3	ALQUILER DE BOBCAT	HMAQ	1.00	S/ 120.00	S/ 120.00
2.4	ALQUILER DE CAMION DE ZONA RECAPEO A PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO	HMAQ	1.00	S/ 500.00	S/ 500.00
3	MAQUINARIA				S/ 5,886.40
3.1	INSTALACION Y SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN LBY-20B MINI PLANTA MÓVIL MEZCLADORA DE ASFALTO	HMAQ	8.00	S/ 550.00	S/ 4,400.00
3.2	GRUPO ELECTROGENO 220 HP	HMAQ	8.00	S/ 185.80	S/ 1,486.40
4	Ensayos Generales				S/ 2,500.00
4.1	Ensayos Generales y Marshall	GLB	1.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
Costo Directo					S/ 16,456.40

	soles/m3	S/ 16.46
Ratio	m3/día	50.00
Costo	Soles/día	S/ 822.82

Nota: Realizando el análisis de Costos para Producción de Pavimento reciclado, destacamos que nos cuesta S/ 822.82 soles/día con un Ratio de 50 m3/día.

Análisis de Costos Unitario (A.C.U.) del proceso de producción para el Pavimento Flexible

Convencional

Tabla 56

(A.C.U.) del proceso de producción para el Pavimento Flexible Convencional

Partida	FABRICACION DE ASFALTO FLEXIBLE CONVENCIONAL	CU	S/ 843.50
Rendimiento	50m3/Jorn	Costo unitario directo por:	M3
Jornada	hrs		

Análisis de Costos Unitarios Técnico - Pavimento Flexible

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.UNIT	P.TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				S/ 6,200.00
1.1	TRASLADO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	GLB	1.00	S/ 2,800.00	S/ 2,800.00
1.2	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB	1.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
1.3	EPPS EN OBRA.	PERSONAL	4.00	S/ 350.00	S/ 1,400.00
2	RECAPEO DE ASLFATO				S/ 1,370.00
2.1	M.O DE PERSONAL OPERATIVO	H.H	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
2.2	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA CON ROTOMARTILLO	HMAQ	1.00	S/ 250.00	S/ 250.00
2.3	ALQUILER DE BOBCAT	HMAQ	1.00	S/ 120.00	S/ 120.00
3	ELIMINACION DE MATERIAL EXC.				S/ 6,800.00
3.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXC.	FLETE	6.00	S/ 800.00	S/ 4,800.00
3.2	LIMPIEZA PRODUCTO DE CARGA	GLB	1.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
4	Ensayos Generales				S/ 2,500.00
4.1	Ensayos Generales y Marshall	GLB	1.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
				Costo Directo	S/ 16,870.00

	soles/m3	S/	16.87
Ratio	m3/dia		50.00
Costo	Soles/dia	S/	843.50

Nota: Realizando el análisis de Costos para Producción de Pavimento reciclado, destacamos que nos cuesta S/ 843.50 soles/día con un Ratio de 50 m³/día.

ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO ENTRE EL PAVIMENTO FLEXIBLE Y RECICLADO EN CALIENTE EN LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA.

Figura 64

Mapa



Tabla 57

Datos para cálculo de precios unitarios

PARAMETROS	DATOS	UNIDAD
Longitud de Tramo Cuadra 8 & 9:	240	m.
Altura del diseño de Pavimento:	0.08	m.
Ancho de Calzada:	5.6	m.
M3 de Asfalto en el Tramo:	107.52	m ³

OBJETIVO: ANALISIS TECNICO ECONOMICO EN EL PROCESO CONSTRUCCION DE AMBOS PAVIMENTOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNIT	P. TOTAL
1	Pavimentación con asfalto Flexible convencional en las Cuadras 8 y 9	m ³	107.52	S/ 843.50	S/ 90,693.12

	Fernando Wiese - San Juan de Lurigancho.				
2	Pavimentación con asfalto Reciclado en las Cuadras 8 y 9 Fernando Wiese - San Juan de Lurigancho.	m3	107.52	S/ 822.82	S/ 88,469.61

AHORRO TECNICO: +S/ 2,223.51
% AHORRO: 2.45%

Nota. Podemos evidenciar que utilizar técnicamente pavimento reciclado, nos brinda un ahorro del 2% para nuestro tramo 8- 9 en las cuadras 8-9 Fernando Wiese - San Juan de Lurigancho.

OBJETIVO: ANALISIS DE MATERIALES
 PARA LA CONSTRUCCION DE
 AMBOS PAVIMENTOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.UNIT	P.TOTAL
1	Materiales a utilizar para pavimentar con asfalto Flexible convencional en las Cuadras 8 y 9 Fernando Wiese - San Juan de Lurigancho.	m3	107.52	S/ 305.33	S/ 32,829.08
2	Materiales a utilizar para pavimentar con asfalto Reciclado en las Cuadras 8 y 9 Fernando Wiese - San Juan de Lurigancho	m3	107.52	S/ 243.13	S/ 26,141.34

AHORRO EN MATERIALES S/6,687.74
% AHORRO 20.37%

Nota. Podemos evidenciar que utilizar técnicamente pavimento reciclado, nos brinda un ahorro del 20.37% en la optimización de materiales para nuestro tramo 8- 9 en las cuadras 8-9 Fernando Wiese - san juan de Lurigancho.

3.2. Hipótesis

Hipótesis específica 1

La adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Resultado de la hipótesis 1

- **Planteamiento de la prueba de hipótesis :**

- ✓ Hipótesis nula (H_0): La adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% **No** recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

- ✓ Hipótesis alterna (H_a): La adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Estadístico de Prueba

Para esta hipótesis las propiedades a analizar son la estabilidad y flujo, en tanto como dichas variables dependientes son cuantitativas, la variable independiente llamado factor con cuatro niveles es de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable dependiente, entonces aplicaremos la técnica paramétrica del análisis de varianza de un factor llamado ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey o de Duncan para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA de un factor

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk, debido a que el tamaño de la muestra es pequeña igual a tres y el supuesto de homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.26.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA de un factor.

En caso no se cumpla el supuesto de la igualdad de varianzas se aplicará la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Valor de significancia y criterio de decisión:

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

El valor de significancia es el máximo error permitido que estamos dispuesto a asumir.

Análisis inferencial para la estabilidad y flujo

Los datos de la muestra que se obtuvieron en el laboratorio de los diferentes diseños para realizar en análisis inferencial tanto para el flujo como para la estabilidad se encuentran en las tablas 16 y 17 respectivamente.

Prueba del supuesto de normalidad para la estabilidad y flujo.

Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 59

Resultados de la prueba de normalidad de la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado

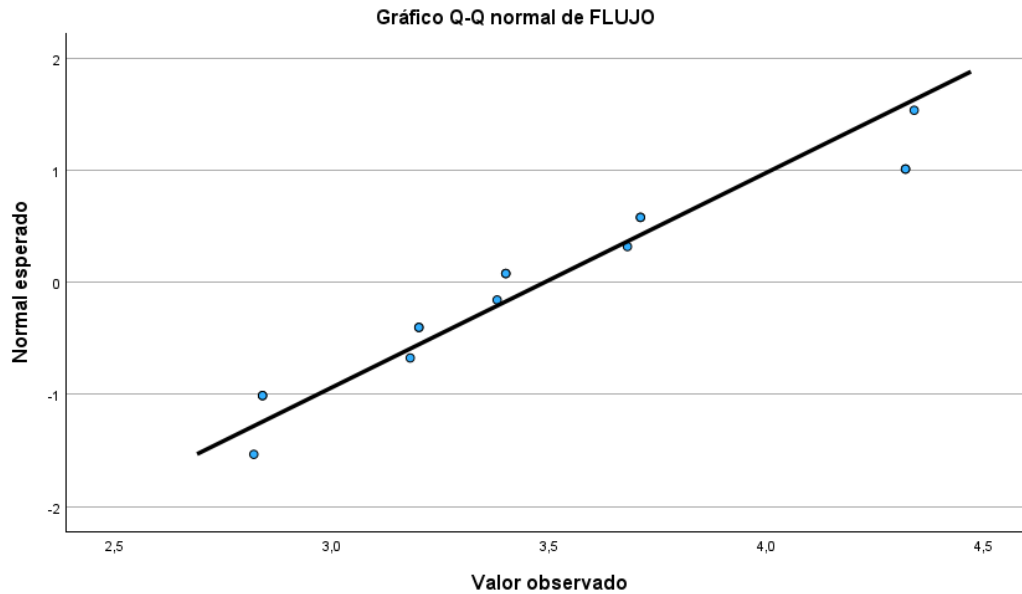
Pruebas de normalidad		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESTABILIDAD DEL PAVIMENTO RECICLADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 0.4% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000

	Diseño al 0.8% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.2% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.6% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 0.4% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
FLUJO DEL PAVIMENTO RECICLADO	Diseño al 0.8% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.2% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.6% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Teniendo los resultados de la prueba de normalidad de la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado, podemos apreciar que todos los valores obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk para cada diseño son mayores a 0.05, por tal motivo se acepta la hipótesis nula y se concluye en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, los datos obtenidos proceden de una distribución normal.

Figura 65

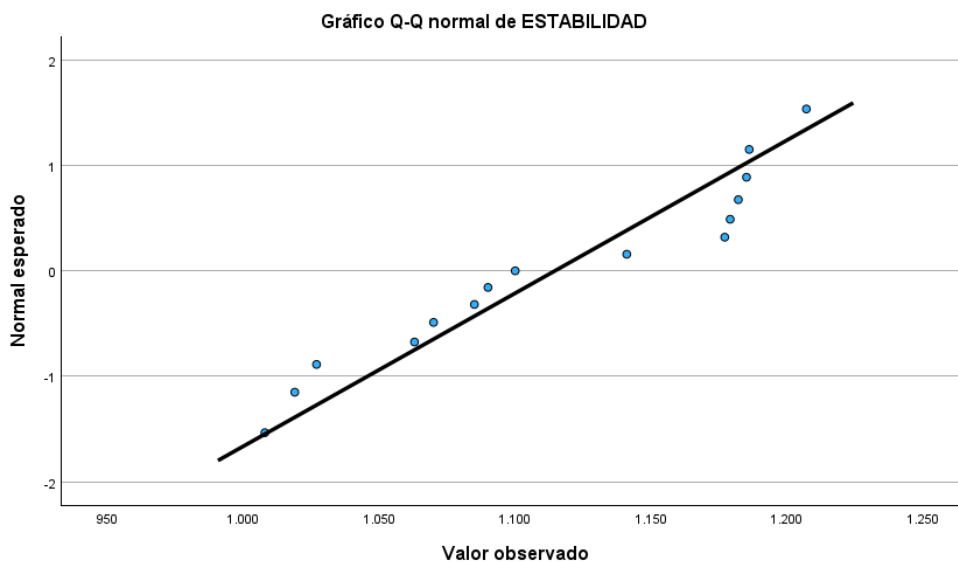
Gráfico de la prueba de normalidad del flujo del pavimento reciclado



Nota. En la figura se puede apreciar la representación de la gráfica normal del flujo del pavimento reciclado.

Figura 66

Gráfico de la prueba de normalidad de la estabilidad del pavimento reciclado



Nota. En la figura se puede apreciar la representación de la gráfica normal de la estabilidad del pavimento reciclado.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la estabilidad y flujo.

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: Si hay igualdad de las varianzas entre los grupos

H_a: No hay igualdad de las varianzas entre los grupos

Tabla 60

Resultados de la prueba de homogeneidad para la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
ESTABILIDAD DEL PAVIMENTO RECICLADO	Se basa en la media	,430	4	10	,784
	Se basa en la mediana	,430	4	10	,784
FLUJO DEL PAVIMENTO RECICLADO	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,430	4	7,787	,783
	Se basa en la media recortada	,430	4	10	,784
ESTABILIDAD DEL PAVIMENTO RECICLADO	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
FLUJO DEL PAVIMENTO RECICLADO	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	4	10,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	4	10	1,000

Según los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que, los valores de significancia (sig) para la estabilidad y flujo son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre todos los diseños.

Luego se realizó el análisis estadístico utilizando la prueba de Anova de un factor. Esto nos permitirá comparar todos los diseños y determinar si son iguales entre sí o si los porcentajes agregados los han afectado significativamente. Asimismo, realizamos un análisis

utilizando la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de las muestras tiene el comportamiento más efectivo.

Prueba ANOVA de un factor para la estabilidad y flujo.

Se llevo a cabo la evaluación de las diferencias en las medias del flujo y la estabilidad entre las diferentes muestras con diferentes porcentajes de líquido asfáltico. De esta manera, se busca verificar las hipótesis planteadas y verificar los resultados mediante los criterios mencionados.

Tabla 61

Resultados de la prueba de ANOVA para la recuperación del flujo y estabilidad del pavimento reciclado

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
FLUJO	Entre grupos	3.804	4	0.951	380.400	0.000
	Dentro de grupos	0.025	10	0.002		
	Total	3.829	14			
ESTABILIDAD	Entre grupos	48079.884	4	12019.971	76075.766	0.000
	Dentro de grupos	1.580	10	0.158		
	Total	48081.464	14			

Los resultados de la prueba indican que, en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% aceptamos la hipótesis del investigador para la estabilidad y flujo, debido a que sus valores de significancias entre grupos son menores a 0.05, determinando de esa manera se concluye que, la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado.

Asimismo, se realiza la prueba post hoc de Tukey donde se verificará cuáles de las muestras tienen similitud entre sí, debido a que no todas las muestras tienen las mismas características y demostrar las diferencias que existen entre ellas.

Tabla 62

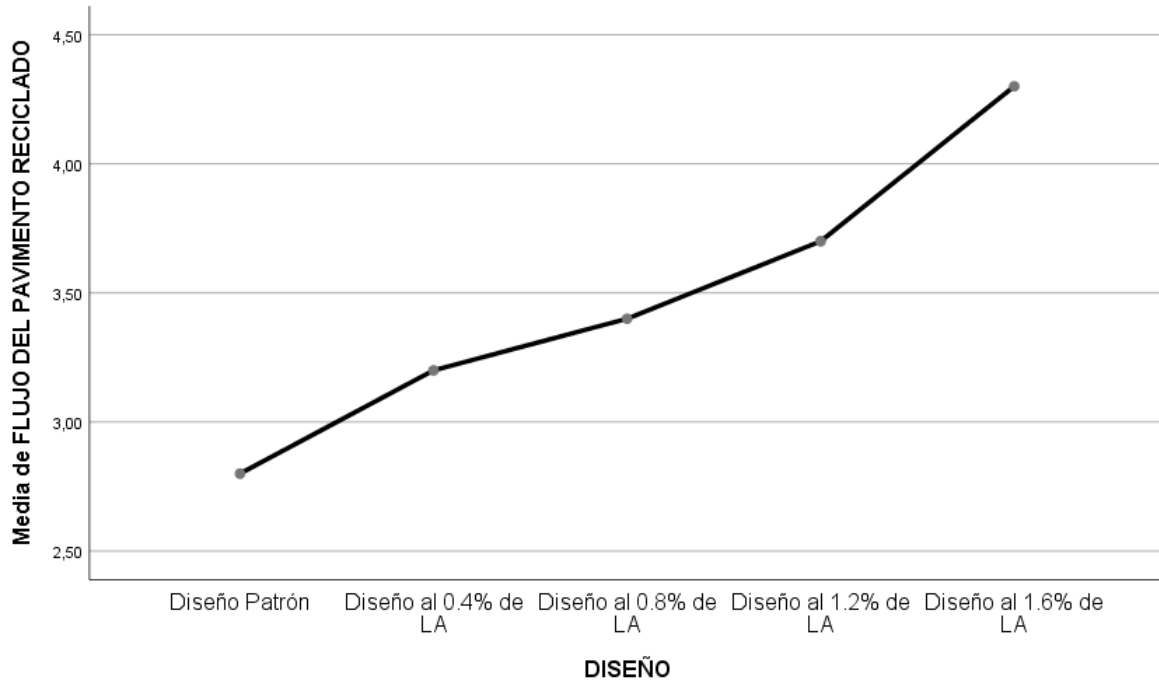
Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la recuperación del flujo del pavimento reciclado

FLUJO DEL PAVIMENTO RECICLADO						
HSD Tukey ^a						
DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Diseño Patrón	3	2,8000				
Diseño al 0.4% de LA	3		3,2000			
Diseño al 0.8% de LA	3			3,4000		
Diseño al 1.2% de LA	3				3,7000	
Diseño al 1.6% de LA	3					4,3000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 67

Gráfico de Medias de la prueba de la recuperación del flujo del pavimento reciclado



Del gráfico de medias podemos observar que la media del flujo del diseño patrón es menor que los demás diseños y la media del diseño al 1.6% de L.A es el mayor de todos, ahora con la prueba de Tukey veremos si son significativas estas diferencias.

Los resultados de la prueba de Tukey nos muestra cinco sub grupos, en donde la regla indica que los diseños que caen en un mismo sub grupo no tendrán diferencias significativas, mientras que los que caen en diferentes sub grupos ahí, si existen diferencias significativas y el aumento de la media va entre los sub grupos de izquierda a derecha, ahora bien, podemos observar que cada diseño se encuentran en diferentes sub grupos y el diseño patrón está en el primer sub grupo, por lo tanto concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, la adición parcial del líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% influyen significativamente en la recuperación del flujo del pavimento reciclado según las especificaciones que indica el manual de

carreteras para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, siendo el diseño con el 1.6% la más significativa.

Tabla 63

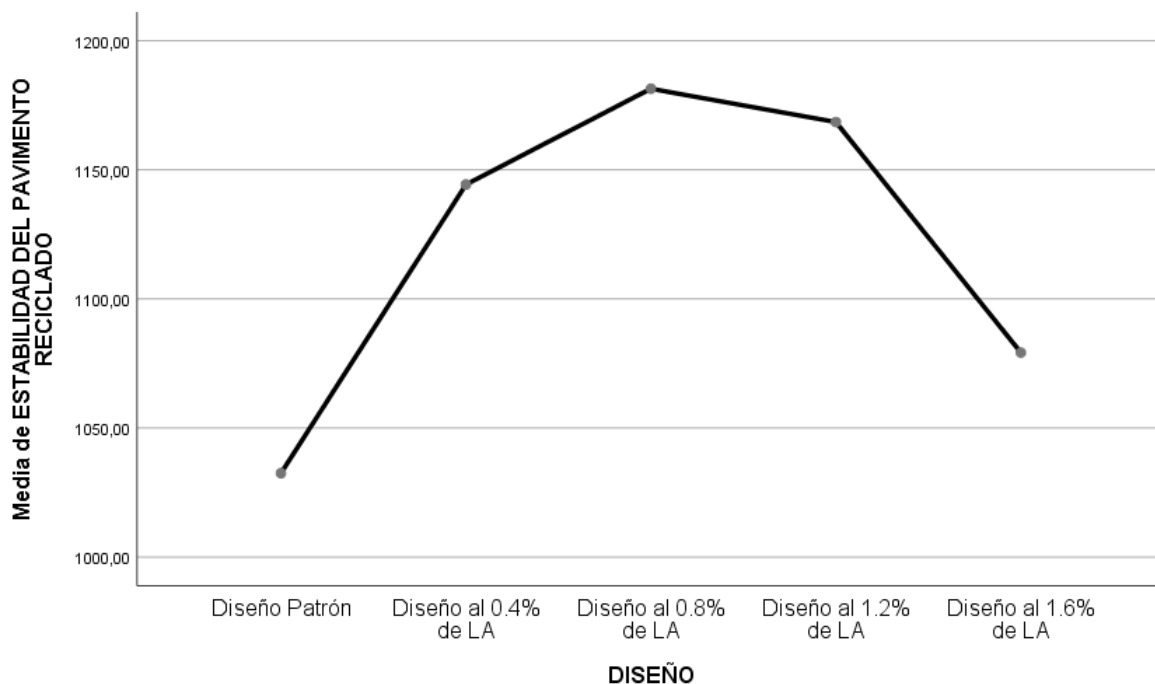
Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la recuperación de la estabilidad del pavimento reciclado

ESTABILIDAD DEL PAVIMENTO RECICLADO						
HSD Tukey ^a						
DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Diseño Patrón	3	1032,50				
Diseño al 1.6% de LA	3		1079,20			
Diseño al 0.4% de LA	3			1144,30		
Diseño al 1.2% de LA	3				1168,50	
Diseño al 0.8% de LA	3					1181,40
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 68

Gráfico de Medias de la prueba de la recuperación de la estabilidad del pavimento reciclado



Del gráfico de medias podemos observar que la media de la estabilidad del diseño patrón es menor que los demás diseños y la media del diseño al 0.8% de L.A es el mayor de todos, ahora con la prueba de Tukey veremos si son significativos estas diferencias.

Los resultados de la prueba de Tukey nos muestra cinco sub grupos, en donde la regla indica que los diseños que caen en un mismo sub grupo no tendrán diferencias significativas, mientras que los que caen en diferentes sub grupos ahí, si existen diferencias significativas y el aumento de la media va entre los sub grupos de izquierda a derecha, ahora bien, podemos observar que cada diseño se encuentran en diferentes sub grupos y el diseño patrón está en el primer sub grupo, por lo tanto concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, la adición parcial del líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% influyen significativamente en la recuperación de la estabilidad del pavimento reciclado según las especificaciones que indica el manual de

carreteras para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, siendo el diseño con el 0.8% la más significativa.

3.2.1. Hipótesis específica 2

La incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% No afecta el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima

Resultado de la hipótesis 2

- **Planteamiento de la prueba de hipótesis :**

- ✓ Hipótesis nula (H_0): La incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% No incrementa el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima

- ✓ Hipótesis alterna (H_a): La incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% incrementa el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima

Estadístico de Prueba

Para esta hipótesis la propiedad a analizar es el peso unitario, en tanto como dicha variable dependiente es cuantitativa, la variable independiente llamado factor con cuatro niveles es de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable dependiente, entonces aplicaremos la técnica paramétrica del análisis de varianza de un factor llamado ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey o de Duncan para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA de un factor

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk, debido a que el tamaño de la muestra es pequeña igual a tres y el supuesto de homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.26.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA de un factor.

En caso no se cumpla el supuesto de la igualdad de varianzas se aplicará la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Valor de significancia y criterio de decisión:

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

El valor de significancia es el máximo error permitido que estamos dispuesto a asumir.

Análisis inferencial para el peso unitario

Los datos de la muestra que se obtuvieron en el laboratorio de los diferentes diseños para realizar en análisis inferencial para el peso unitario se encuentran en la tabla 40.

Prueba del supuesto de normalidad para el peso unitario.

Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 64

Resultados de la prueba de normalidad del incremento del peso unitario del pavimento reciclado

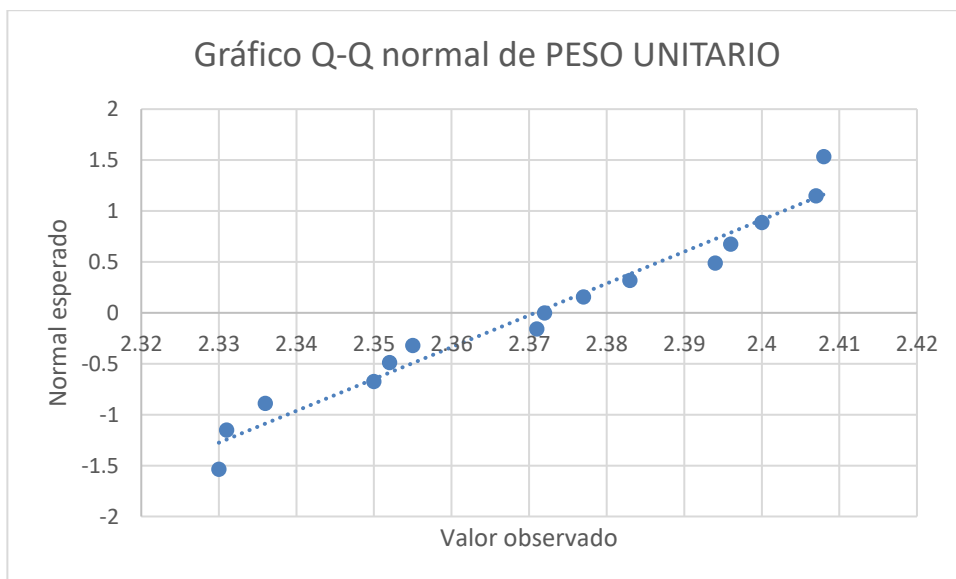
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PESO UNITARIO DEL PAVIMENTO RECICLADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 0.4% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 0.8% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.2% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.6% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Teniendo los resultados de la prueba de normalidad del incremento del peso unitario del pavimento reciclado, podemos apreciar que todos los valores obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk para cada diseño son mayores a 0.05, por tal motivo se acepta la hipótesis nula y se concluye en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, los datos obtenidos proceden de una distribución normal.

Figura 69

Gráfico de la prueba de normalidad del peso unitario del pavimento reciclado



Nota. En la figura se puede apreciar la representación de la gráfica normal del peso unitario del pavimento reciclado.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para el peso unitario.

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: Si hay igualdad de las varianzas entre los grupos

H_a: No hay igualdad de las varianzas entre los grupos

Tabla 65

Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PESO UNITARIO	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
DEL PAVIMENTO	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
RECICLADO	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	4	10,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	4	10	1,000

Según los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que, el valor de significancia (sig) para el peso unitario es mayor a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre todos los diseños.

Luego se realizó el análisis estadístico utilizando la prueba de Anova de un factor. Esto nos permitirá comparar todos los diseños y determinar si son iguales entre sí o si los porcentajes agregados los han afectado significativamente. Asimismo, realizamos un análisis utilizando la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de las muestras tiene el comportamiento más efectivo.

Prueba ANOVA de un factor para el peso unitario.

Se llevo a cabo la evaluación de las diferencias en las medias del peso unitario entre las diferentes muestras con diferentes porcentajes de líquido asfáltico. De esta manera, se busca verificar las hipótesis planteadas y verificar los resultados mediante los criterios mencionados.

Tabla 66

Resultados de la prueba de ANOVA para el incremento del peso unitario del pavimento reciclado

ANOVA					
PESO UNITARIO DEL PAVIMENTO RECICLADO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.010	4	0.003	2885,100	0.000
Dentro de grupos	0.000	10	0.000		
Total	0.010	14			

Los resultados de la prueba indican que, en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% aceptamos la hipótesis del investigador para el peso unitario, debido a que el valor de significancia entre grupos es menor a 0.05, determinando de esa manera se concluye que, la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% incrementa el peso unitario del pavimento reciclado.

Asimismo, se realiza la prueba post hoc de Tukey donde se verificará cuáles de las muestras tienen similitud entre sí, debido a que no todas las muestras tienen las mismas características y demostrar las diferencias que existen entre ellas.

Tabla 67

Resultados de la prueba post hoc de Tukey al aumento del peso unitario del pavimento reciclado

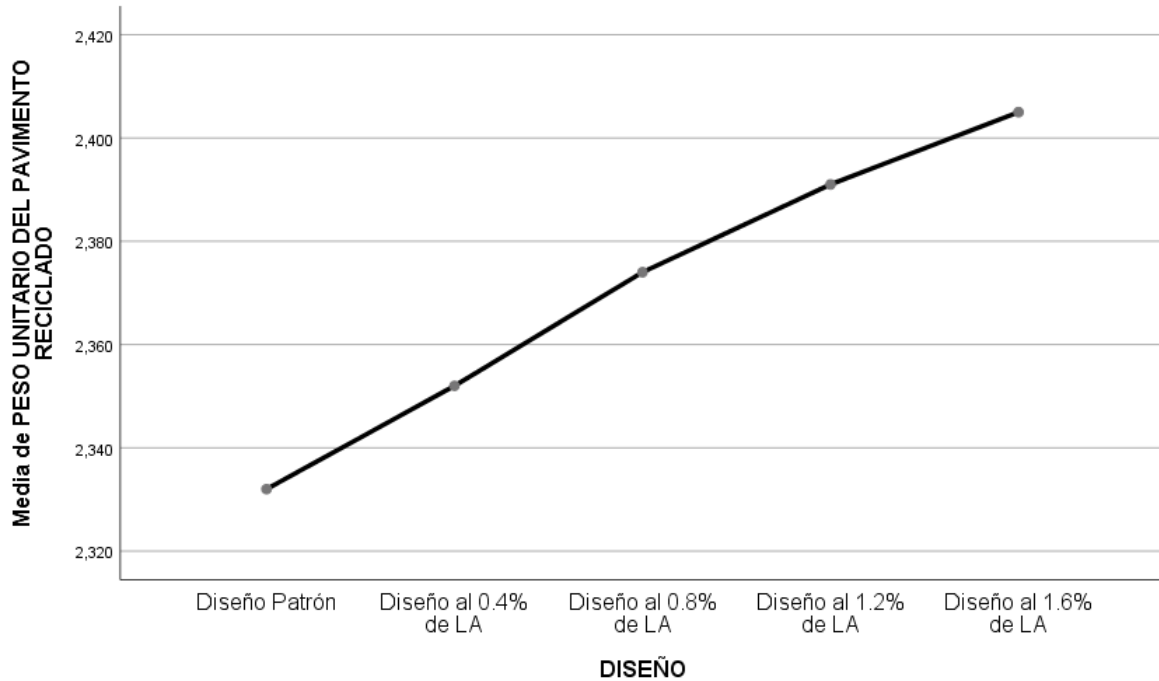
PESO UNITARIO DEL PAVIMENTO RECICLADO						
HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05				
DISEÑO	N	1	2	3	4	5
Diseño Patrón	3	2,3320				
Diseño al 0.4% de LA	3	2,3520				
Diseño al 0.8% de LA	3	2,3740				
Diseño al 1.2% de LA	3	2,3910				
Diseño al 1.6% de LA	3	2,4050				
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 70

Gráfico de Medias de la prueba del aumento del peso unitario del pavimento reciclado



Del gráfico de medias podemos observar que la media del peso unitario del diseño patrón es menor que los demás diseños y la media del diseño al 1.6% de L.A es el mayor de todos, ahora con la prueba de Tukey veremos si son significativos estas diferencias.

Los resultados de la prueba de Tukey nos muestra cinco sub grupos, en donde la regla indica que los diseños que caen en un mismo sub grupo no tendrán diferencias significativas, mientras que los que caen en diferentes sub grupos ahí, si existen diferencias significativas y el aumento de la media va entre los sub grupos de izquierda a derecha, ahora bien, podemos observar que cada diseño se encuentran en diferentes sub grupos y el diseño patrón está en el primer sub grupo, por lo tanto concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, la adición parcial del líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% influyen significativamente en el incremento del peso unitario del pavimento reciclado según las especificaciones que indica el manual de

carreteras para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, siendo el diseño con el 1.6% la más significativa.

Hipótesis específica 3

Resultado de la hipótesis 3

- **Planteamiento de la prueba de hipótesis :**

- ✓ Hipótesis nula (H_0): La adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% No sufre una disminución porcentual en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

- ✓ Hipótesis alterna (H_a): La adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% sufre una disminución porcentual en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Estadístico de Prueba

Para esta hipótesis las propiedades a analizar son el VMA y VFA, en tanto como dichas variables dependientes son cuantitativas, la variable independiente llamado factor con cuatro niveles es de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable dependiente, entonces aplicaremos la técnica paramétrica del análisis de varianza de un factor llamado ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey o de Duncan para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA de un factor

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk, debido a que el tamaño de la muestra es pequeña igual a tres y el supuesto de homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.26.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA de un factor.

En caso no se cumpla el supuesto de la igualdad de varianzas se aplicará la prueba no paramétrica T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Valor de significancia y criterio de decisión:

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

El valor de significancia es el máximo error permitido que estamos dispuesto a asumir.

Análisis inferencial para el VMA y VFA.

Los datos de la muestra que se obtuvieron en el laboratorio de los diferentes diseños para realizar el análisis inferencial para el VMA y VFA se encuentran en las tablas 45 y 46 respectivamente.

Prueba del supuesto de normalidad para el VMA y VFA.

Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 68

Resultados de la prueba de normalidad de la disminución del VMA y VFA del pavimento reciclado

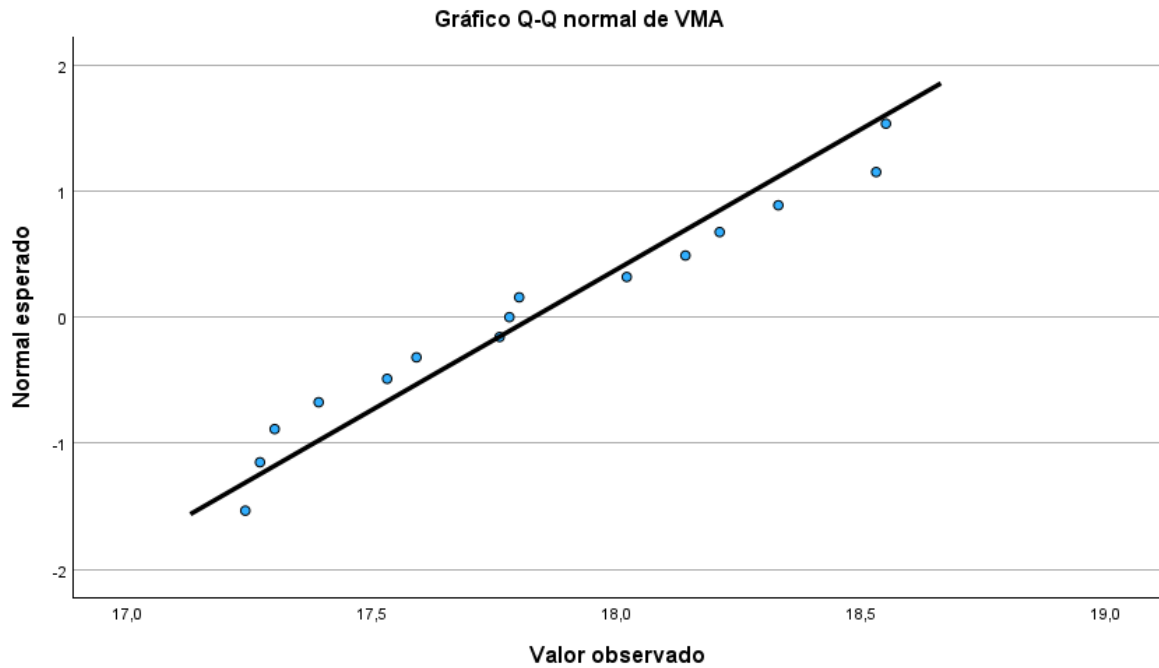
Pruebas de normalidad							
	DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VACÍOS EN	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
AGREGADOS	Diseño al 0.4% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
MINERALES	Diseño al 0.8% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
VMA	Diseño al 1.2% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.6% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
VACÍOS LLENOS	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
DE ASFALTA	Diseño al 0.4% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
VFA	Diseño al 0.8% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.2% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño al 1.6% de LA	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Teniendo los resultados de la prueba de normalidad del incremento del porcentaje de VMA y VFA del pavimento reciclado, podemos apreciar que todos los valores obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk para cada diseño son mayores a 0.05, por tal motivo se acepta la hipótesis nula y se concluye en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, los datos obtenidos proceden de una distribución normal.

Figura 71

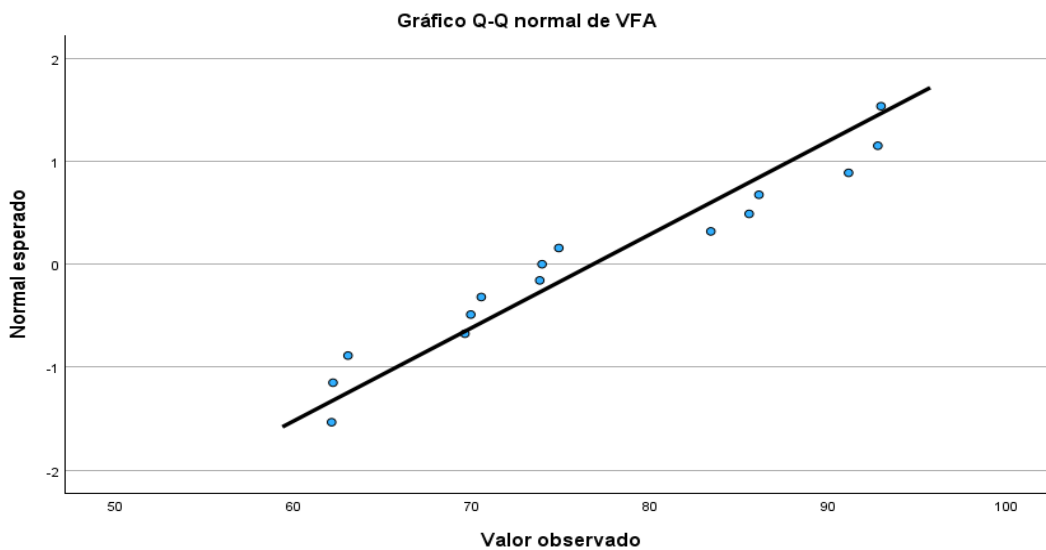
Gráfico de la prueba de normalidad del VMA del pavimento reciclado



Nota. En la figura se puede apreciar la representación de la gráfica normal del VMA del pavimento reciclado.

Figura 72

Gráfico de la prueba de normalidad del VFA del pavimento reciclado



Nota. En la figura se puede apreciar la representación de la gráfica normal del VFA del pavimento reciclado.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para el VMA y VFA.

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: Si hay igualdad de las varianzas entre los grupos

H_a: No hay igualdad de las varianzas entre los grupos

Tabla 69

Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas		Estadístico	gl1	gl2	Sig.
		de Levene			
VACÍOS EN	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
AGREGADOS	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
MINERALES VMA	Se basa en la mediana	,000	4	10,000	1,000
	y con gl ajustado				
	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
	recortada				
VACÍOS LLENOS	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
DE ASFALTA VFA	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana	,000	4	10,000	1,000
	y con gl ajustado				
	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
	recortada				

Según los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que, los valores de significancia (sig) para el VMA y VFA son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre todos los diseños.

Luego se realizó el análisis estadístico utilizando la prueba de Anova de un factor. Esto nos permitirá comparar todos los diseños y determinar si son iguales entre sí o si los porcentajes agregados los han afectado significativamente. Asimismo, realizamos un análisis

utilizando la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de las muestras tiene el comportamiento más efectivo.

Prueba ANOVA de un factor para el VMA y VFA.

Se llevo a cabo la evaluación de las diferencias en las medias del VMA y VFA entre las diferentes muestras con diferentes porcentajes de líquido asfáltico. De esta manera, se busca verificar las hipótesis planteadas y verificar los resultados mediante los criterios mencionados.

Tabla 70

Resultados de la prueba de ANOVA para la disminución del VMA y VFA del pavimento reciclado

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VMA	Entre grupos	2.784	4	0.696	69.600	0.000
	Dentro de grupos	0.100	10	0.010		
	Total	2.884	14			
VFA	Entre grupos	1694.940	4	423.735	42373.500	0.000
	Dentro de grupos	0.100	10	0.10		
	Total	1695.040	14			

Los resultados de la prueba indican que, en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% aceptamos la hipótesis del investigador para el VMA y VFA, debido a que sus valores de significancia entre grupos son menores a 0.05, determinando de esa manera se concluye que, la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% disminuyen significativamente el VMA y VFA del pavimento reciclado.

Asimismo, se realiza la prueba post hoc de Tukey donde se verificará cuáles de las muestras tienen similitud entre sí, debido a que no todas las muestras tienen las mismas características y demostrar las diferencias que existen entre ellas.

Tabla 71

Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la disminución del VMA del pavimento reciclado

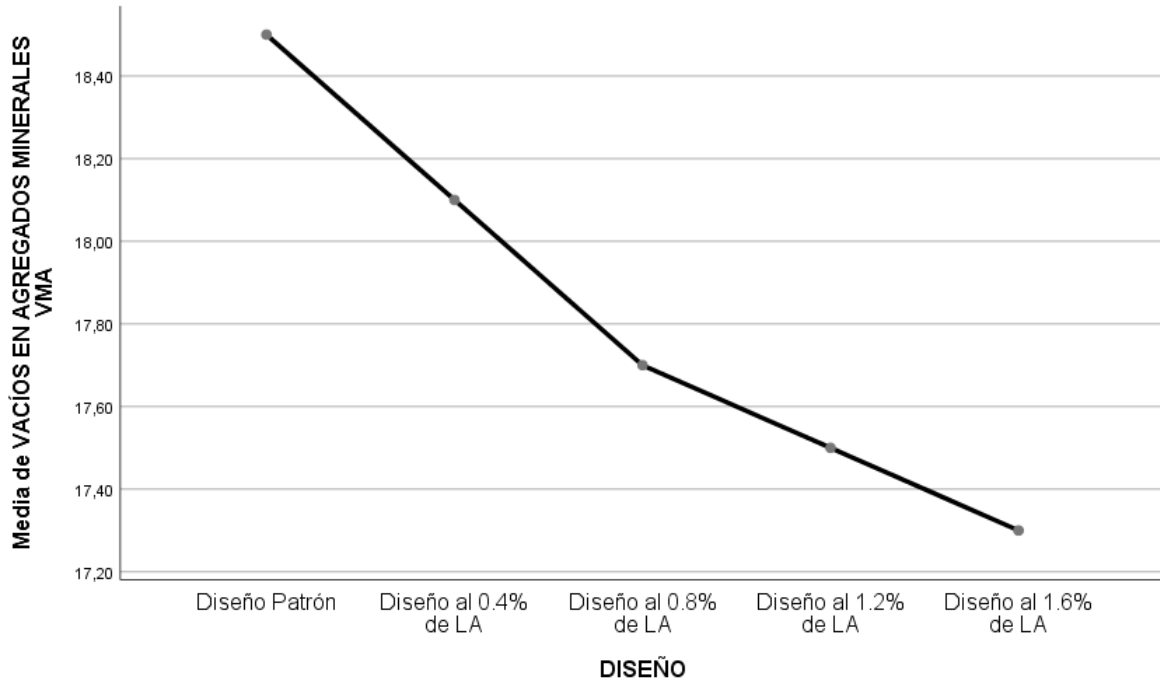
VMA		Subconjunto para alfa = 0.05				
DISEÑO	N	1	2	3	4	
HSD	Diseño al 1.6% de LA	3	17.300			
Tukey ^a	Diseño al 1.2% de LA	3	17.500	17.500		
	Diseño al 0.8% de LA	3		17.700		
	Diseño al 0.4% de LA	3			18.100	
	Diseño Patrón	3				18.500
	Sig.		0.179	0.179	1.000	1.00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 73

Gráfico de Medias de la prueba de la disminución del VMA del pavimento reciclado



Del gráfico de medias podemos observar que la media del VMA del diseño patrón es mayor que los demás diseños y la media del diseño al 1.6% de L.A es el menor de todos, ahora con la prueba de Tukey veremos si son significativos estas diferencias.

Los resultados de la prueba de Tukey nos muestra cuatro sub grupos, en donde la regla indica que los diseños que caen en un mismo sub grupo no tendrán diferencias significativas, mientras que los que caen en diferentes sub grupos ahí, si existen diferencias significativas y el aumento de la media va entre los sub grupos de izquierda a derecha, ahora bien, podemos observar que todos los diseños experimentales se encuentran en diferentes sub grupos en comparación con el diseño patrón que está en el último sub grupo, por lo tanto concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, la adición parcial del líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% influyen significativamente en la disminución porcentual en los vacíos del agregado mineral VMA del pavimento reciclado según las especificaciones que indica el manual de carreteras

para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima, siendo el diseño con el 1.6% la más significativa.

Tabla 72

Resultados de la prueba post hoc de Tukey a la disminución del VFA del pavimento reciclado

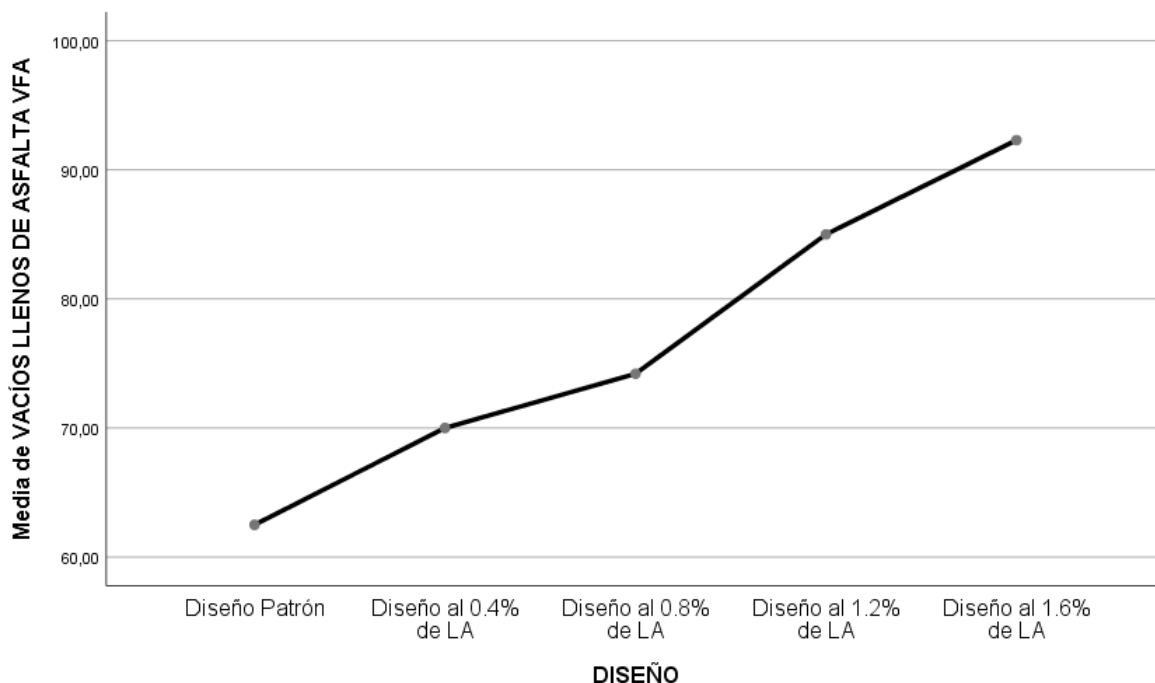
VFA		Subconjunto para alfa = 0.05				
MUESTRA	N	1	2	3	4	5
HSD	Diseño	3	62.500			
Tukey ^a	Patrón					
	Diseño al 0.4% de LA	3		70.000		
	Diseño al 0.8% de LA	3			74.200	
	Diseño al 1.2% de LA	3				85.000
	Diseño al 1.6% de LA	3				92.300
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 74

Gráfico de Medias de la prueba de la disminución del VFA del pavimento reciclado



Del gráfico de medias podemos observar que la media del VFA del diseño patrón es menor que los demás diseños y la media del diseño al 1.6% de L.A es el mayor de todos, ahora con la prueba de Tukey veremos si son significativas estas diferencias.

Los resultados de la prueba de Tukey nos muestra cinco sub grupos, en donde la regla indica que los diseños que caen en un mismo sub grupo no tendrán diferencias significativas, mientras que los que caen en diferentes sub grupos ahí, si existen diferencias significativas y el aumento de la media va entre los sub grupos de izquierda a derecha, ahora bien, podemos observar que cada diseño se encuentran en diferentes sub grupos y el diseño patrón está en el primer sub grupo, por lo tanto concluimos en base a nuestra muestra y con un nivel de significancia del 5% que, la adición parcial del líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% influyen significativamente en el aumento porcentual de los vacíos llenos de asfalto VFA del pavimento reciclado según las especificaciones que indica el manual de carreteras para las cuadras 8 – 9 de la Av.

Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, siendo el diseño con el 1.6% la más significativa.

Hipótesis específica 4

Resultado de la hipótesis 4

- **Planteamiento de la prueba de hipótesis :**

- ✓ Hipótesis nula (H₀): La viscosidad se encuentra en los valores normados para el asfalto de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.
- ✓ Hipótesis alterna (H_a): La viscosidad no se encuentra en los valores normados para el asfalto de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.

Estadístico de Prueba

Para esta hipótesis la propiedad a analizar es la viscosidad, en tanto como dicha variable dependiente es cuantitativa, la variable independiente llamado factor con cuatro niveles es de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí los valores de las medias de cada diseño se encuentran dentro del rango normado para el asfalto, entonces aplicaremos la técnica descriptiva del intervalo de confianza para la media

Intervalo de confianza para la media de la viscosidad

Para determinar si los valores de viscosidad se encuentran dentro de los valores normados según la tabla 5, aplicaremos los intervalos de confianza al 95% para cada diseño, en donde si el valor del límite inferior es mayor al valor mínimo normado y a la vez el valor límite superior es menor al valor máximo normado, entonces se aceptará la hipótesis nula.

Tabla 73
Descriptivos

		Descriptivos					95% del intervalo de confianza para la media	
		N	Media	Desv. Desviaci ón	Desv . Error	Límite inferior	Límite superior	
VISCOSIDAD A 60° C	Diseño Patrón	3	1876,6657	,66500	,383 94	1875,01 37	1878,31 76	
	Diseño al 0.4% de LA	3	1895,6657	,66500	,383 94	1894,01 37	1897,31 76	
	Diseño al 0.8% de LA	3	1895,6657	,66500	,383 94	1894,01 37	1897,31 76	
	Diseño al 1.2% de LA	3	1904,6657	,66500	,383 94	1903,01 37	1906,31 76	
	Diseño al 1.6% de LA	3	1909,6657	,66500	,383 94	1908,01 37	1911,31 76	
	Total	15	1909,6657	,66500	,383 94	1889,99 93	1902,93 20	
	VISCOSIDAD A 135° C	Diseño Patrón	3	1896,4657	11,67666	3,01 490	300,751 6	301,248 4
Diseño al 0.4% de LA		3	301,0000	,10000	,057 74	300,751 6	301,248 4	
Diseño al 0.8% de LA		3	301,0000	,10000	,057 74	300,751 6	301,248 4	
Diseño al 1.2% de LA		3	301,0000	,10000	,057 74	300,451 6	300,948 4	
Diseño al 1.6% de LA		3	300,7000	,10000	,057 74	299,751 6	300,248 4	
Total		15	300,0000	,10000	,057 74	300,512 8	300,967 2	

CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y RESULTADOS

4.1 Limitaciones

Las limitaciones que se ha presentado en el transcurso de investigación fueron los siguientes:

La obtención del asfalto reciclado partió inicialmente de realizar cortes en la calzada tramo 8-9 Fernando Wiesse. Ya que para realizar los cortes deberíamos analizar todo el tramo para evitar el retraso del tránsito del día a día. Este procedimiento conllevó un tiempo determinado, finalmente terminando en el laboratorio analizando su granulometría en el proceso de tamizaje.

El laboratorio donde se trabajó todo el proyecto fue una limitación bastante resaltante, ya que debíamos programar un cronograma donde podríamos visitar y ejecutar nuestros ensayos. En efecto interrumpir actividades ya planificados por parte de la Empresa Geo Pavimentos S.R.L.

El tema del costo de los ensayos de laboratorio, fue un factor limitante. Ya que se necesitó dar adelantos para que podamos tener acceso a todas las maquinarias, siendo este tipo de restricciones usuales en este tipo de investigaciones,

4.2 Discusiones

Teniendo en cuenta los resultados hallados en esta investigación experimental que se presenta; tanto para el asfalto patrón y reciclado más adiciones de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6%, se afirma lo siguiente:

4.2.1 Discusión 1

En el trabajo de investigación, (Sánchez Fernández, M. Y, 2017), denominada “Diseño y Comparación de Pavimento Flexible Mejorado” donde el tesista al realizar el

diseño Marshall, incorpora porcentajes de 0.4%, 1.0%, 1.6% y 2.2% a diferentes bricketas, donde al tener 1.4% mediante una Curva Flujo vs Estabilidad ingreso a los parámetros indicados por la norma MTC E 504 con referencia a las otras adicciones.

Al hacer la comparación de estos resultados con nuestro propio trabajo de investigación, se obtuvo el mismo resultado positivo cumpliendo con los “minimos y máximo” indicados por la norma MTC E 504, verificando lo obtenido en el Flujo y Estabilidad en porcentajes de adición 1.2% de líquido asfáltico, se observa el avance llegada a lo indicado por la norma, sin embargo al adicionar un 0.4% más a la muestra teniendo en 0.9%, observamos que la curva desciende siendo este, el máximo valor ideal para cumplir con el diseño de pavimento asfáltico como se muestra en la Figura 41 y 42 del estudio.

4.2.2 Discusión 2

En la tesis de (Carrizales J., 2019) denominada “Análisis comparativo del diseño de pavimento empleando mezcla Asfáltica Convencional y con adición de Caucho Reciclado”, En base a los resultados obtenidos, se concluye que “El flujo del Diseño Asfáltico Modificado es mayor q el flujo del Diseño Asfáltico Convencional e incluso que las normas establecidas. Esto no mejora la flexibilidad y elasticidad ante los cambios de temperatura que se producen en nuestra zona, llegaría a producirse más casos de ahuellamiento en las carreteras”.

Lo resaltante del aspecto técnico son los aportes notables en el flujo, estabilidad y rigidez mejorando estos sus condiciones de elasticidad debido a los componentes del caucho los cuales proveen la elasticidad idónea para evitar agrietamientos o fisuras reduciendo el impacto de las cargas sobre la carpeta asfáltica.

En nuestro caso de estudio, la adición de líquido conlleva a un diseño asfáltico modificado siendo los resultados favorables, llegando a cumplir con los parámetros normativos con respecto a pesos unitarios e índice de rigidez, generando aportes notables.

4.2.3 Discusión 3

En el trabajo de (Taïpe Alanya, J. H, 2023), denominado “Uso de mezcla reciclada en el diseño de pavimentos en las calles del cercado de el tambo Huancayo”, se desarrolló un diseño de carpeta asfáltica con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP, siendo el diseño con el 30% de RAP, el que cumplió con todos los requisitos que establece la norma. Teniendo un ahorro en el porcentaje de agregados nuevos del 14% de agregados gruesos y el 16% de agregados finos y un 1.52% de cemento asfáltico.

Teniendo en nuestro caso, un ahorro en agregados del 20.37% (Pag.121), así mismo teniendo igualdad al cumplir con los parámetros normados en nuestro diseño.

4.3 Implicancias

4.3.1 Implicancias teóricas

Progreso en la comprensión de adiciones: Los hallazgos de esta investigación aportan al conocimiento sobre el empleo de líquido asfáltico como agente rejuvenecedor sostenible en la industria de la construcción. Al demostrar que las adiciones del producto pueden mejorar y alcanzar los parámetros normativos a fin de reutilizar un pavimento reciclado, se abre la posibilidad de explorar otros aditivos naturales y residuos que puedan tener beneficios similares.

Impacto en la estabilidad y flujo del asfalto: La tesis destaca el impacto del líquido asfáltico en la trabajabilidad del material preparado, mostrando que su incorporación aumenta el asentamiento y mejora la plasticidad del material. Esto puede ser útil para el diseño de mezclas de asfalto que requieran una mayor fluidez y facilidad de colocación.

Efecto de mejoras en el proceso constructivo del asfalto: La tesis proporciona información valiosa sobre el proceso y tiempo de fraguado del asfalto reciclado preparado, en base al % de líquido asfáltico adicionado. Este conocimiento es importante para comprender cómo ciertos complementos pueden afectar y/o mejorar los tiempos de fraguado, lo que puede ser útil en aplicaciones donde se requiere una mayor manipulación del asfalto antes de su fraguado.

4.3.2 Implicancias prácticas

Desarrollo de asfaltos mejorados: Los resultados de esta investigación sugieren que la líquido asfáltico en caliente como componente principal en ciertas proporciones puede mejorar las propiedades del asfalto, como su resistencia, consistencia y trabajabilidad. Estos hallazgos pueden ser aplicados en proyectos de construcción para desarrollar asfaltos con mejores características y desempeño.

Uso de asfalto reciclado en la construcción: La incorporación de líquido asfáltico como adición en el asfalto reciclado puede ser una forma efectiva de reutilizar un subproducto industrial y reducir la cantidad de residuos que terminan en vertederos. Esto tiene el potencial de fomentar prácticas más sostenibles en la industria de la construcción.

4.3.3 Implicancias metodológicas

Nuevas pautas para el uso de aditivos: Los resultados de esta tesis pueden sentar las bases para el desarrollo de pautas y recomendaciones en la incorporación de cáscara de huevo triturada como aditivo en el concreto, especialmente en términos de las proporciones adecuadas para lograr los beneficios deseados.

Aplicación a otros materiales de desecho: Los métodos utilizados para investigar la influencia de la cáscara de huevo en el concreto pueden adaptarse para estudiar el efecto de

otros materiales de desecho en las propiedades del concreto. Esto puede abrir nuevas posibilidades para la reutilización de otros subproductos industriales en la construcción.

4.4 Conclusiones

4.4.1 Conclusión 1

Se realizó el estudio y se determinó cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima.

En los ensayos de estabilidad y flujo realizados en briquetas cilíndricas de asfalto a los porcentajes de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% de adición de líquido asfáltico mostrados en la figura 41 y 42, se observó que sus propiedades mecánicas en 0.8% presenta una mejora en el asfalto en relación al peso de la muestra proyectada. Donde en las adiciones del 0.9% llegó a su esfuerzo máximo, cumpliendo con lo indicado por la norma y cumpliendo con los parámetros para poder reutilizar ese asfalto reciclado.

Según (Humberto P, 2023), al adicionar 0.8% de líquido asfáltico al material reciclado encontraron mejoras en la resistencia, estabilidad y flujo al adicionar proporciones de parte del líquido asfáltico a la briketa. Los hallazgos encontrados en esta tesis sugieren que la adición de líquido asfáltico sobre el peso del asfalto reciclado en las proporciones de 0.6% y 0.9% podría ser una alternativa viable para mejorar las propiedades del asfalto reciclado sin comprometer significativamente su resistencia.

En resumen, la adición de líquido asfáltico al 0.8% del peso del asfalto reciclado mejora significativamente la estabilidad y flujo en comparación con el diseño patrón sin adición de líquido asfáltico. Estos resultados pueden ser útiles para la industria de la construcción, ya que podrían ofrecer una alternativa sostenible y económica para mejorar la resistencia del asfalto reciclado. Sin embargo, es importante considerar que cada proyecto

y mezcla de asfalto es único, por lo que es recomendable realizar pruebas específicas antes de implementar cualquier cambio en la mezcla.

4.4.2 Conclusión 2

Se realizó estudio y se calculó como influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima. Con respecto a la evaluación del comparativo de la trabajabilidad mostrado en la figura 47, confirmamos que la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4% en relación al peso del asfalto presenta un efecto más voluminoso y consistente en asfalto en comparación con el asfalto patrón. En donde la adición del 5.2%, presenta un peso unitario de 2.332 kg a respecto del asfalto patrón. De manera similar, la adición del 5.6%, presentó resultados con un mayor peso unitario de un 2.352Kg un poco más pesado en base al asfalto patrón, siendo esta adición el de mayor peso para la mezcla asfáltica reciclada.

Además, al realizar la comparación con otras tesis, tales como (Humberto P, 2023), denominada “Diseño de Mezcla Asfáltica con Adición de Pavimento Asfáltico Reciclado” los resultados difieren teniendo en el 0.4% un peso unitario de 1296 kg indicando que la adición de líquido asfáltico en distintas proporciones actuaría con mejores propiedades en la mezcla asfáltica reciclada, en este estudio se demostró lo contrario ya que la adición de líquido asfáltico respecto al peso del asfalto al 1.6% se cumplía satisfactoriamente en los parámetros indicados en la norma.

En conclusión, la adición de líquido asfáltico al 1.2% y 1.6% en relación al peso del asfalto en la incorporación al asfalto reciclado actuó y se pudo llegar a los valores estándares indicados en la norma. Debido a que genera en el asfalto un peso significativo mayor con 2.352kg más respecto al diseño patrón. Estos resultados sugieren que el líquido asfáltico

puede ser un aditivo adecuado para ajustar y controlar los pesos necesarios en los asfaltos reciclado a utilizar. Sin embargo, es importante considerar que los efectos pueden variar dependiendo de la cantidad de líquido asfáltico y otras condiciones del asfalto.

4.4.3 Conclusión 3

Se realizó el estudio y se evaluó como impactó la adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiesse, San Juan de Lurigancho – Lima. Teniendo como resultado, producto de la presente investigación que, al utilizar el 6.0% tenemos un 17.7% de VMA, cumpliendo como punto mínimo en lo establecido en la norma para la reutilización de nuestro asfalto reciclado.

Por otro lado (Taípe A., 2023), indica que sus resultados al rango utilizado de 6.0% tiene como resultado un 14.95% VMA, teniendo como resultado, valores mínimos para la reutilización de asfalto reciclado indicado por el EGC del MTC.

Sin embargo, evaluando todos los ensayos en conjunto, se llegó a la conclusión que al 6.1% teniendo un 17.6% el asfalto reciclado se encontraba en óptimas condiciones para poder ser reutilizado.

4.4.4 Conclusión 4

De los resultados obtenidos para cada diseño, se observa que los valores de los límites inferiores del intervalo de confianza al 95% para la viscosidad al 60° C son mayores al valor mínimo normado de 400 y a la vez los límites superiores son menores al valor máximo normado de 2,000, por lo tanto, se concluye con un nivel de confianza del 95% que la viscosidad al 60° C, de igual manera para la viscosidad al 135° C, cuyos límites son mayores al valor mínimo normado de 300 a excepción del diseño añadiendo el 1.6% de líquido asfáltico, se encuentra dentro de los valores normados para el asfalto de las cuadras 8

– 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima, al añadir el 0.4%, 0.8% y 1.2% de líquido asfáltico.

4.4.5 Conclusión 5

Se calculo como influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadras 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima. Dando resultados positivos al ahorro para cualquier proyecto.

Reutilizar el pavimento al 100%, nos trae un ahorro en materiales del 20.36%, así mismo en la Mano de obra (M.O.) un 1.8% por cada 1m³.

Según, (Taípe A., 2023), al utilizar el pavimento reciclado al 40%, le resulta un ahorro del 10.1% por m³. Sin embargo, en el análisis de M.O presenta un ahorro del 0%.

Finalmente resaltamos que, los costos durante la ejecución de proyectos, disminuirán debido a que se requerirá menos, cemento asfáltico y menos áridos para la conformación de la carpeta asfáltica. El porcentaje aproximado que disminuirá por reutilizar el pavimento asfáltico al 6.1% de líquido asfáltico seria del 2.5% en la mano de obra y el 20.37% de ahorro en los materiales a utilizar, generando un impacto positivo y un gran aporte, para la amplia revisión y ejecución en zonas donde se quiera pavimentación.

REFERENCIAS

- Taipe Alanya, J. H. (2023). Uso de mezcla reciclada en el diseño de pavimentos en las calles del cercado de el Tambo Huancayo.
- Salazar Zela, W. G. (2020). Evaluación de mezcla asfáltica con aplicación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019.
- Rios Ita, Abraham Elias. "Influencia de la adición de perlas de poliestireno expandido en el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión de concretos en losas aligeradas, Trujillo-2022." (2023).
- Sánchez Fernández, M. Y. (2017). Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+ 000 al km 79+ 000), Lima 2017.
- Chuman Aguirre, J. M. (2017). Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016.
- Alvarado-Rojas, H. (2019). Evaluación del pavimento asfáltico reciclado como sustituto de agregado virgen en mezclas asfálticas en caliente.
- Crispín, E., & Helguero, L. (2019). Estructura de un pavimento asfáltico en material reciclado para mejorar sus beneficios integrales.
- Martucci, J. L. (2018). Reciclado de pavimentos in situ utilizando la técnica de asfalto espumado.
- Pérez Hernández, D. T. (2020). Análisis de costo efectividad en la implementación de pavimentos reciclados en carreteras.

Paccori Mori, F. L. (2018). Propuesta técnica de aplicación del pavimento flexible reciclado para rehabilitación vial–Pachacamac.

Guerrero Lima, S. A., & Suconota Chimbo, J. P. (2020). Análisis de alternativas de diseño de un pavimento flexible adicionando emulsión asfáltica a subbases utilizadas en la ciudad de Cuenca.

Aguilar Saravia, A. C., & Infanzón Reymundez, R. (2020). Aprovechamiento de material de pavimento asfáltico envejecido para reciclaje en caliente y reutilización en mezcla asfáltica en caliente.

López Hernández, A. (2022). Rehabilitación vial con pavimento flexible reciclado.

Batz Samol, J. L. (2020). Estudio del uso de pavimentos asfáltico recuperado en mezclas asfálticas en caliente, reciclado en la ciudad de Guatemala (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

Santa Cruz Veliz, P. L. (2021). Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres-Provincia de Concepción 2020.

Leiva, F., & Vargas, A. (2018). Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP). *Infraestructura Vial*, 19(33), 35–44.

Obtenido de:

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/32921>

Ortiz Aritzabal, A. F. (2021). Evaluación del impacto del uso de RAP en las propiedades de mezclas asfálticas tibias con tecnología de espumado (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería).

Obtenido de:

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/1561/Ortiz%20Aritz%C3%A1bal,%20Andr%C3%A9s%20Felipe.pdf?sequence=2>

Abad Quito, H. E. (2016). Análisis comparativo del reciclado con asfalto espumado y la técnica convencional en la conservación periódica de la carretera conochoa Huaraz 2010-2011.

Pereyra, L. E. (Ed.). (2020). Metodología de la investigación. Klik.

Mejillones Panchana, K. M., & Ponce Del Peso, D. A. (2023). Análisis de nueva mezcla asfáltica a partir de material asfáltico reciclado mediante la prueba Marshall (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.).

Vera, H. P., & Vera, H. P. (2023). Diseño de Mezcla Asfáltica con Adicionado de Pavimento Asfáltico Reciclado.

ANEXOS

Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES INDICADORES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>PREGUNTA GENERAL</p> <p>¿De qué manera influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La adición de líquido asfáltico influye positivamente en las propiedades mecánicas del pavimento reciclado en caliente de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDENTE</p> <p>Líquido asfáltico</p>	<p>Dosificación del líquido asfáltico</p>	<p>Porcentaje de líquido asfáltico agregado en las muestras.</p>	<p>SEGÚN EL PROPÓSITO:</p> <p>Tipo Aplicada</p>
				<p>Óptimo contenido de asfalto del pavimento reciclado</p>	<p>Extracción cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos</p>	<p>POR SU ENFOQUE:</p> <p>Cuantitativa</p>
<p>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</p> <p>PE1: ¿En qué medida influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>OE1: Calcular como influye la incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>HE1: La adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% recupera la estabilidad y flujo del pavimento reciclado de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Pavimento asfáltico reciclado</p>	<p>Peso unitario del pavimento reciclado.</p>	<p>Cálculo del peso unitario de las muestras del pavimento reciclado en caliente</p>	<p>SEGÚN EL DISEÑO:</p> <p>Cuasi – Experimental</p>
<p>PE2: ¿Cómo afecta la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?</p>	<p>OE2: Determinar cómo influye la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>HE2: La incorporación de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% incrementa el peso unitario del pavimento reciclado de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>		<p>Estabilidad</p>	<p>La capacidad para resistir un desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito</p>	<p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Explicativo</p>
				<p>Flujo</p>	<p>La deformación a carga máxima.</p>	<p>POBLACIÓN = MUESTRA</p> <p>30 probetas de pavimento recuperado.</p>
<p>PE3: ¿De qué manera impacta la adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?</p>	<p>OE3: Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>HE3: La adición líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% sufre una disminución porcentual en los vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>		<p>Porcentaje de vacíos</p>	<p>Calculando la densidad y el peso específico</p>	

<p>PE4: ¿De qué manera impacta la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la viscosidad del asfalto para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima?</p>	<p>OE4: Evaluar el impacto de la adición de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en la viscosidad del asfalto para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>HE4: La viscosidad se encuentra en los valores normados para el asfalto de las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>		<p>Viscosidad 60°, viscosidad cinemática 135°, penetración 25°</p>	<p>Cálculo de la viscosidad del CA con respecto a las temperaturas.</p>	
<p>PE5: ¿Cómo influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>OE5: Calcular como influye económicamente la inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% en el asfalto reciclado como opción para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>	<p>HE5: La inserción de líquido asfáltico en proporciones de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6% aumenta el costo unitario (soles/m³) del asfalto reciclado como opción para las cuadradas 8 – 9 de la Av. Fernando Wiese, San Juan de Lurigancho – Lima.</p>		<p>Costo de diseño del pavimento reciclado y convencional</p>	<p>Análisis de precio unitario</p>	

Anexo 2 MATRIZ OPERACIONAL DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
		¿Qué necesito estudiar de la variable?	¿Qué necesito estudiar de la dimensión?	¿Qué necesito para estudiar del indicador?
V.D.: Pavimento asfáltico reciclado	“El Pavimento de asfalto reciclado (RAP) son los materiales de pavimento retirados o reprocesados que contienen asfalto y agregados. Estos materiales se generan cuando se extrae el concreto asfáltico para la reconstrucción, repavimentación, o para obtener acceso a los servicios públicos que se encuentra dentro de la estructura de pavimento”	Dosificación del líquido asfáltico	Porcentaje de líquido asfáltico agregado en las muestras.	Cantidad de líquido asfáltico agregados a cada muestra a ensayar. Se mide en ml
		Estabilidad	La capacidad para resistir las cargas máximas del tránsito.	la carga máxima en “kg” que experimenta una probeta mediante el ensayo de Marshall.
		Flujo	La deformación total a carga máxima.	la deformación total expresada en “mm” que experimenta una probeta mediante el ensayo de Marshall
		Porcentaje de vacíos	Aire que se encuentra entre las partículas de agregado revestidas de asfalto.	Calculando la densidad y el peso específico. Probetas Marshall.
V. I: Líquido asfáltico	“El líquido asfáltico es un producto formado por mezclas de cementos asfálticos y solventes de hidrocarbonados de diferentes rangos de destilación, que imparten a los asfaltos diluidos sus distintos tiempos de corte o curado. Son productos líquidos a temperatura ambiente y que se aplican en caliente”	Óptimo contenido de asfalto del pavimento reciclado	Extracción cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos.	La cantidad de asfalto que contiene la muestra mediante el aparto centrífuga.
		Peso unitario del pavimento reciclado.	Cálculo del peso unitario de las muestras del pavimento reciclado en caliente	Precios de los agregados y procesos en la moneda del lugar (soles)

Anexo 3

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Fractura y trituración de pavimento recuperado



Fotografía 2

Colocación de la mezcla asfáltica al horno



Fotografía 3

Zarandeo de material fino



Fotografía 4

Separación del material grueso y fino



Fotografía 5

Utilización de extractor de probetas



Fotografía 6

Separación del molde de compactación



Fotografía 7

Identificación de las probetas de pavimento recuperado



Fotografía 8

Probeta de pavimento reciclado



Fotografía 9

Identificación de las probetas de pavimento flexible convencional



Fotografía 10

Probeta de pavimento flexible convencional



Fotografía 11

Utilización del equipo baño maría



Fotografía 12

colocación de las probetas en baño maría



Fotografía 13

Uso de mordaza de ensayo para ensayo Marshall



Fotografía 14

Obtención de flujo y estabilidad con aparato Marshall



Anexo 4

Validación de Instrumento – Juicio de Expertos.




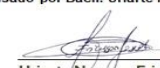
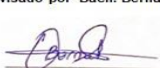
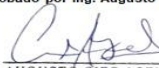
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		FECHA:
				07/03/2024
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO				
I. DATOS GENERALES				
APELLIDOS Y NOMBRES DEL PROFESIONAL:		AGUSTO CIER ACEVEDO		
CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA:		GERENTE DE OBRAS - J.C.B. ESTRUCTURAS S.A.C.		
NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN:		JUICIO DE EXPERTOS		
AUTORA DEL INSTRUMENTO:				
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:		INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.		
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN				
INDICADORES	CRITERIOS	SI	NO	
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.	X		
PERTINENCIA	El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y se adecua al método científico.	X		
RELEVANCIA	El instrumento, las preguntas realizadas tienen relevancia para la investigación.	X		
III. OBSERVACIONES				
El presente trabajo de investigación, brinda un gran aporte al conocimiento para reutilizar el pavimento asfalto reciclado. Dando valores y concluyendo de manera satisfactoria.				
IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD				
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación		X		
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación				
V. PROMEDIO DE VALIDACIÓN				
Lima,07 de Marzo 2024	 AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830		N° 73967333	
Lugar y fecha	Firma del Profesional		N° DNI	



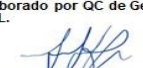

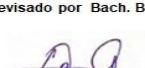
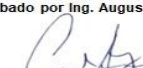
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		FECHA: 07/03/2024	
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO			
I. DATOS GENERALES			
APELLIDOS Y NOMBRES DEL PROFESIONAL:		MATURRANO MARTINEZ LUIS ALFREDO	
CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA:		AUDITOR ESPECIALISTA 1 EN INGENIERÍA CIVIL – CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA	
NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN:		JUICIO DE EXPERTOS	
AUTORA DEL INSTRUMENTO:			
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:		INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.	
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN			
INDICADORES	CRITERIOS	SI	NO
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.	X	
PERTINENCIA	El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y se adecua al método científico.	X	
RELEVANCIA	El instrumento, las preguntas realizadas tienen relevancia para la investigación.	X	
III. OBSERVACIONES			
El proyecto de tesis, de los Bach. Itsuan Xavier Bernal y Erickson Uriate, dominado INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023, se encuentra con todos los parámetros necesarios para presentar como tesis, generando claridad y utilizando buenos instrumentos para el cálculo y desarrollo.			
IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD			
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación		X	
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación			
V. PROMEDIO DE VALIDACIÓN			
Lima, 07 de Marzo 2024	 LUIS ALFREDO MATURRANO MARTINEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 200341	N° 46723513	
Lugar y fecha	Firma del Profesional	N° DNI	



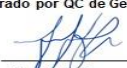

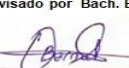
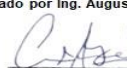
Anexo 5



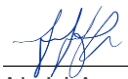

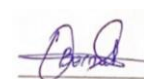

FICHAS DE REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO





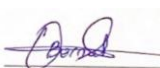

Pavimento reciclado en caliente



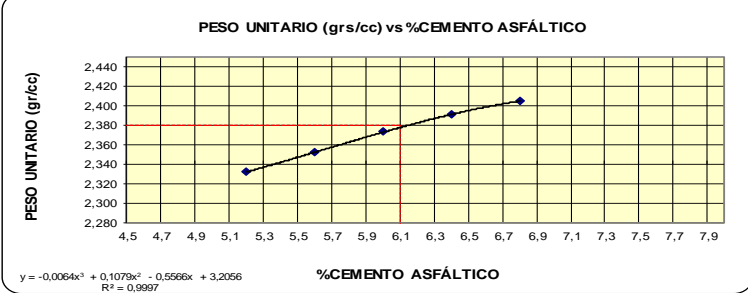
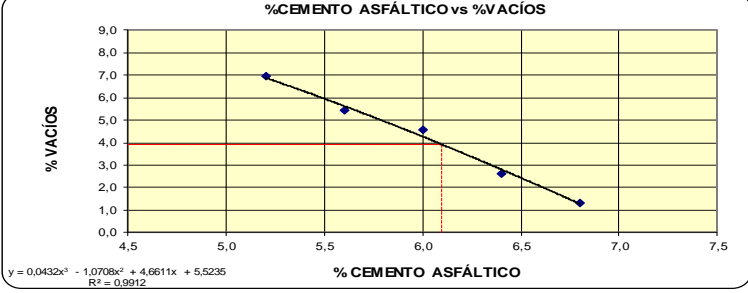
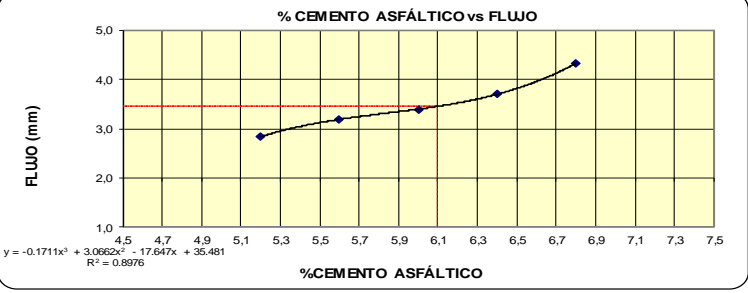
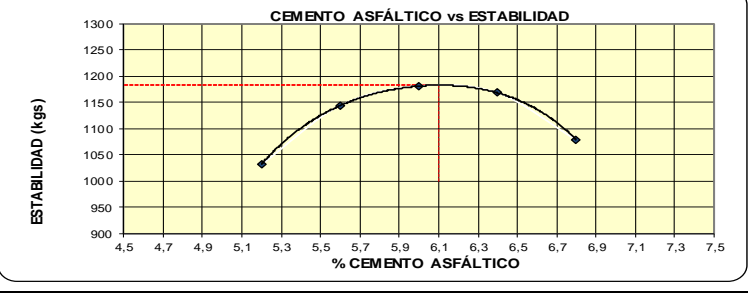


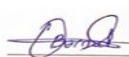

		<p align="center">LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL</p>					<p>ID. Del Documento: Revisión: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL</p>	
DATOS DEL PROYECTO								
PROYECTO:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.						UBICACIÓN:	LIMA
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN						FECHA:	20/08/2023
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.						Nº DE REGISTRO:	
ASUNTO:	RESULTADO DE LAS MUESTRAS DE ASFALTO RECICLADO							
DATOS DE LA MUESTRA								
CONCEPTO:	ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%						HECHO POR:	GEOPAV.
MATERIAL:	ASFALTO FRESADO EN PORCIONES DE 2 KG E: 5CM						TIPO DE C.A.:	PEN 60-70
METRADO	1100 APROX - ASFALTO RECICLADO						% DE C.A.:	5,2
UBICACIÓN	CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA							
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO		
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,20	5,20	5,20		5,20		
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,90	32,90	32,90				
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,90	61,90	61,90				
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020				
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725				
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705				
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195,8	1194,7	1195,3				
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1197,2	1196,1	1196,8				
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	684,0	683,5	685,2				
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	513,2	512,6	511,6				
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,330	2,331	2,336		2,332		
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,506	2,506	2,506				
13	% de vacíos	7,0	7,0	6,8		6,9		
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712				
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	18,55	18,53	18,33		18,5		
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	62,15	62,23	63,07		62,5		
17	Peso específico del agregado total	2,724	2,724	2,724				
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,16	0,16	0,16				
19	% de asfalto efectivo	5,05	5,05	5,05				
20	Flujo (mm)	2,84	2,82	2,84		2,84		
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1114,7	1061,7	1050,1				
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1115	1062	1050				
23	Factor de estabilidad (Tabla)	0,96	0,96	0,96				
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1070	1019	1008		1032		
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3762	3615	3544		3640		
26	Relación Polvo Asfalto	0,83	0,83	0,83		0,83		
OBSERVACIONES :								
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adán Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23		



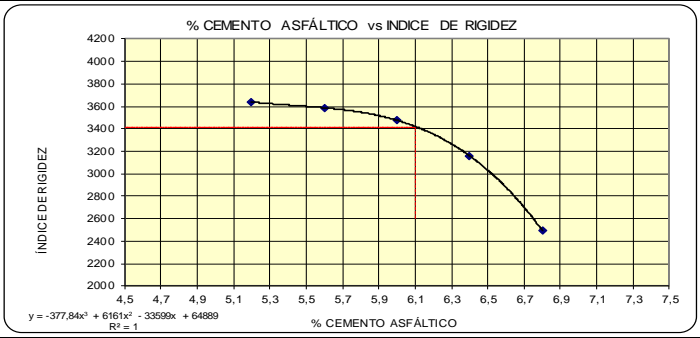
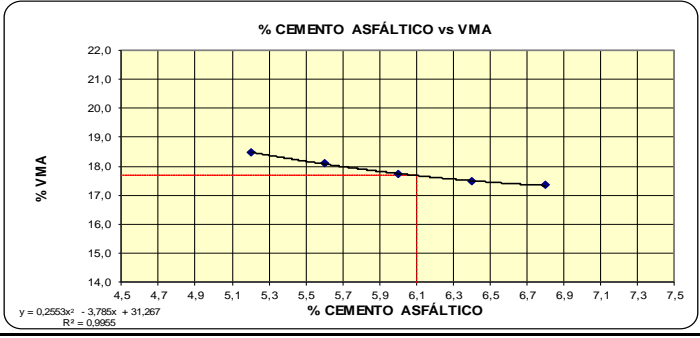
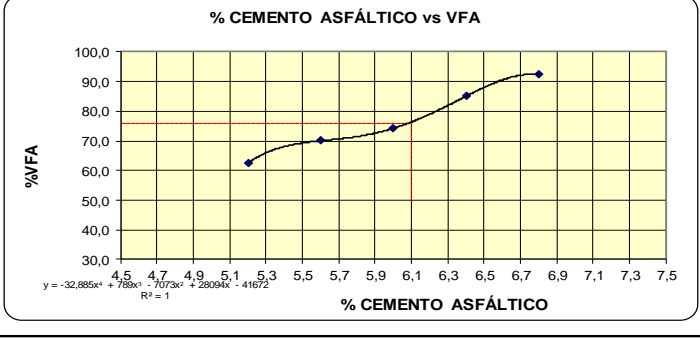


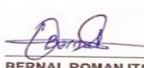



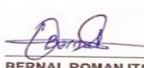



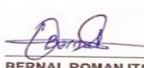

 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL		 ID. Del Documento: Revisión: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL					
DATOS DEL PROYECTO							
INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.							
PROYECTO:							
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URLARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN	UBICACIÓN:	LIMA				
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.	FECHA:	20/08/2023				
ASUNTO:	RESULTADO DE LAS MUESTRA N: 2 DE ASFALTO RECICLADO	Nº DE REGISTRO:					
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO:	ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%						
MATERIAL:	ASFALTO FRESADO EN PORCIONES DE 2 KG E: 5CM	HECHO POR:	GEOPAV.				
METRADO	1100 APROX - ASFALTO RECICLADO	TIPO DE C.A.:	PEN 60-70				
UBICACIÓN	CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA	% DE C.A.:	5,6				
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,60	5,60	5,60		5,60	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,76	32,76	32,76			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,64	61,64	61,64			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194,5	1195,3	1195,7			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195,6	1196,5	1196,9			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	687,2	688,2	689,2			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	508,4	508,3	507,7			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,350	2,352	2,355		2,352	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,487	2,487	2,487			
13	% de vacíos	5,5	5,5	5,3		5,4	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	18,21	18,14	18,02		18,1	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	69,63	69,96	70,55		70,0	
17	Peso específico del agregado total	2,719	2,719	2,719			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,10	0,10	0,10			
19	% de asfalto efectivo	5,51	5,51	5,51			
20	Flujo (mm)	3,20	3,18	3,20		3,19	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1099,6	1206,7	1126,7			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1100	1207	1127			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1100	1207	1127		1144	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3436	3801	3520		3586	
26	Relación Polvo Asfalto	0,76	0,76	0,76		0,76	
OBSERVACIONES . :							
Elaborado por QC de Geopavimentos SRL.  Adán Luís Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER 20/08/23 27484		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL 20/08/23 CIP N° 252830	



 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL		 ID. Del Documento: Revision: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL				
DATOS DEL PROYECTO						
INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.						
PROYECTO:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		UBICACIÓN: LIMA			
SOLICITANTES:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.		FECHA: 20/08/2023			
LABORATORIO:	RESULTADO DE LAS MUESTRA N: 3 DE ASFALTO RECICLADO		Nº DE REGISTRO:			
ASUNTO:						
DATOS DE LA MUESTRA						
CONCEPTO:	ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%					
MATERIAL:	ASFALTO FRESADO EN PORCIONES DE 2 KG E: 5CM		HECHO POR: GEOPAV.			
METRADO	1100 APROX - ASFALTO RECICLADO		TIPO DE C.A.: PEN 60-70			
UBICACIÓN	CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA		% DE C.A.: 6,0			
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,00	6,00	6,00		6,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,62	32,62	32,62		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,38	61,38	61,38		
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020		
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725		
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705		
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195,9	1196,1	1195,8		
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196,5	1196,6	1196,5		
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	692,2	693,5	692,4		
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	504,3	503,1	504,1		
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,371	2,377	2,372		2,374
12	Peso específico máximo ASTM D-2041 (RICE)	2,487	2,487	2,487		
13	% de vacíos	4,7	4,4	4,6		4,6
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712		
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17,80	17,59	17,78		17,7
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	73,83	74,90	73,96		74,2
17	Peso específico del agregado total	2,739	2,739	2,739		
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,37	0,37	0,37		
19	% de asfalto efectivo	5,65	5,65	5,65		
20	Flujo (mm)	3,40	3,38	3,40		3,40
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1182,1	1185,1	1177,1		
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1182	1185	1177		
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00		
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1182	1185	1177		1181
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3473	3508	3458		3480
26	Relación Polvo Asfalto	0,74	0,74	0,74		0,74
OBSERVACIONES .:						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 24%;"> <p>Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.</p>  <p>Adán Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23</p> </div> <div style="width: 24%;"> <p>Revisado por Bach. Uriarte Navarro</p>  <p>Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23</p> </div> <div style="width: 24%;"> <p>Revisado por Bach. Bernal Roman</p>  <p>BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23</p> </div> <div style="width: 24%;"> <p>Aprobado por Ing. Augusto Cier</p>  <p>AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP Nº 25.2830 20/08/23</p> </div> </div>						





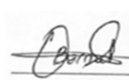



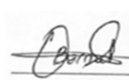



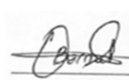

	<p>LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL</p>		<p>ID. Del Documento: Revision: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL</p>				
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.						
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN	UBICACIÓN:	LIMA				
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.	FECHA:	20/08/2023				
ASUNTO:	RESULTADO DE LAS MUESTRA N: 4 DE ASFALTO RECICLADO	Nº DE REGISTRO:					
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO:	ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%						
MATERIAL:	ASFALTO FRESADO EN PORCIONES DE 2 KG E: 5CM	HECHO POR:	GEOPAV.				
METRADO	1100 APROX - ASFALTO RECICLADO	TIPO DE C.A.:	PEN 60-70				
UBICACIÓN	CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA	% DE C.A.:	6,4				
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,40	6,40	6,40		6,40	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,48	32,48	32,48			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,12	61,12	61,12			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194,6	1195,0	1195,7			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195,1	1195,5	1196,2			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	696,0	694,0	697,2			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	499,1	501,5	499,0			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,394	2,383	2,396		2,391	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,455	2,455	2,455			
13	% de vacíos	2,5	2,9	2,4		2,6	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17,39	17,76	17,30		17,5	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	85,58	83,43	86,13		85,0	
17	Peso específico del agregado total	2,716	2,716	2,716			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,06	0,06	0,06			
19	% de asfalto efectivo	6,34	6,34	6,34			
20	Flujo (mm)	3,71	3,68	3,71		3,70	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1179,0	1140,7	1185,7			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1179	1141	1186			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1179	1141	1186		1168	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3179	3097	3197		3158	
26	Relación Polvo Asfalto	0,66	0,66	0,66		0,66	
OBSERVACIONES : _____							
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP Nº 25.2530 20/08/23	

		<p align="center">LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL</p>					ID. Del Documento: Revisión: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.							
SOLICITANTES: ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN						UBICACIÓN: LIMA	
LABORATORIO: GEOPAVIMENTOS S.R.L.						FECHA: 20/08/2023	
ASUNTO: RESULTADO DE LAS MUESTRA N: 5 DE ASFALTO RECICLADO						Nº DE REGISTRO:	
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO: ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%							
MATERIAL: ASFALTO FRESADO EN PORCIONES DE 2 KG E: 5CM						HECHO POR: GEOPAV.	
CANTERA: 1100 APROX - ASFALTO RECICLADO						TIPO DE C.A.: PEN 60-70	
UBICACIÓN: CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA						% DE C.A.: 6.8	
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,80	6,80	6,80		6,80	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,34	32,34	32,34			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	60,86	60,86	60,86			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195,6	1194,0	1195,1			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195,7	1194,2	1195,2			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	699,2	698,2	697,2			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	496,5	496,0	498,0			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,408	2,407	2,400		2,405	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,438	2,438	2,438			
13	% de vacíos	1,2	1,2	1,5		1,3	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17,24	17,27	17,53		17,3	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	92,98	92,80	91,16		92,3	
17	Peso específico del agregado total	2,713	2,713	2,713			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,01	0,01	0,01			
19	% de asfalto efectivo	6,79	6,79	6,79			
20	Flujo (mm)	4,32	4,34	4,32		4,33	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1090,0	1063,0	1084,6			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1090	1063	1085			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1090	1063	1085		1079	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2524	2447	2512		2495	
26	Relación Polvo Asfalto	0,62	0,62	0,62		0,62	
OBSERVACIONES . . :							
Elaborado por QC de Geopavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23	





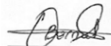

	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL (ASTMD-1559)		ID. Del Documento: 0 Revision: ago-23 Fecha: 20/08/23 Especialidad: CIVIL														
DATOS DEL PROYECTO																	
INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.																	
PROYECTO: SOLICITANTES: LABORATORIO: ASUNTO:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN GEOPAVIMENTOS S.R.L. GRAFICOS DE RESULTADOS DEL ENSAYO MARSHALL		UBICACIÓN: LIMA FECHA: 20/08/2023 N° DE REGISTRO:														
GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO %</th> <th>P.U grs/cc</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>2,332</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>2,352</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>2,374</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>2,391</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>2,405</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CEMENTO ASFALTICO %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6,1</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PESO UNITARIO (gr/cc)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,38</td></tr> </tbody> </table>	ASFALTO %	P.U grs/cc	5,2	2,332	5,6	2,352	6,0	2,374	6,4	2,391	6,8	2,405	CEMENTO ASFALTICO %	6,1	PESO UNITARIO (gr/cc)	2,38	<div style="text-align: center;"> PESO UNITARIO (grs/cc) vs %CEMENTO ASFÁLTICO </div>  $y = -0,0064x^3 + 0,1079x^2 - 0,5566x + 3,2056$ $R^2 = 0,9997$
ASFALTO %	P.U grs/cc																
5,2	2,332																
5,6	2,352																
6,0	2,374																
6,4	2,391																
6,8	2,405																
CEMENTO ASFALTICO %																	
6,1																	
PESO UNITARIO (gr/cc)																	
2,38																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO (%)</th> <th>VACIOS (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>6,9</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>5,4</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>4,6</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>2,6</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>1,3</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>%PORCENTAJE DE VACIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3,9</td></tr> </tbody> </table>	ASFALTO (%)	VACIOS (%)	5,2	6,9	5,6	5,4	6,0	4,6	6,4	2,6	6,8	1,3	%PORCENTAJE DE VACIOS	3,9	<div style="text-align: center;"> %CEMENTO ASFÁLTICO vs %VACIOS </div>  $y = -0,0432x^3 - 1,0708x^2 + 4,6611x + 5,5235$ $R^2 = 0,9912$		
ASFALTO (%)	VACIOS (%)																
5,2	6,9																
5,6	5,4																
6,0	4,6																
6,4	2,6																
6,8	1,3																
%PORCENTAJE DE VACIOS																	
3,9																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO (%)</th> <th>FLUJO (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>2,8</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>3,2</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>3,7</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>4,3</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>%FLUJO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3,5</td></tr> </tbody> </table>	ASFALTO (%)	FLUJO (mm)	5,2	2,8	5,6	3,2	6,0	3,4	6,4	3,7	6,8	4,3	%FLUJO	3,5	<div style="text-align: center;"> % CEMENTO ASFÁLTICO vs FLUJO </div>  $y = -0,1711x^3 + 3,0662x^2 - 17,647x + 35,481$ $R^2 = 0,9976$		
ASFALTO (%)	FLUJO (mm)																
5,2	2,8																
5,6	3,2																
6,0	3,4																
6,4	3,7																
6,8	4,3																
%FLUJO																	
3,5																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO (%)</th> <th>ESTABILIDAD (kgs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>1032,5</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>1144,3</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>1181,4</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>1168,5</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>1079,2</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ESTABILIDAD (kgs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1184</td></tr> </tbody> </table>	ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)	5,2	1032,5	5,6	1144,3	6,0	1181,4	6,4	1168,5	6,8	1079,2	ESTABILIDAD (kgs)	1184	<div style="text-align: center;"> CEMENTO ASFÁLTICO vs ESTABILIDAD </div> 		
ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)																
5,2	1032,5																
5,6	1144,3																
6,0	1181,4																
6,4	1168,5																
6,8	1079,2																
ESTABILIDAD (kgs)																	
1184																	
Elaborado por QC de Geopavimentos S.R.L.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252930 20/08/23														



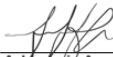

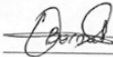

	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL (ASTMD-1559)		ID. Del Documento: Revisión: 0 Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL												
DATOS DEL PROYECTO															
INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFÁLTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.															
PROYECTO: SOLICITANTES: LABORATORIO: ASUNTO:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN GEOPAVIMENTOS S.R.L. GRAFICOS DE RESULTADOS DEL ENSAYO MARSHALL	UBICACIÓN: LIMA FECHA: 20/08/2023 N° DE REGISTRO:													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">ASFALTO (%)</th> <th style="background-color: #f4a460;">INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>3640,1</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>3585,6</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>3479,9</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>3157,9</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>2494,5</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #f4a460; text-align: center;">INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3412</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	5,2	3640,1	5,6	3585,6	6,0	3479,9	6,4	3157,9	6,8	2494,5	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3412	 <p style="font-size: small;"> $y = -377,84x^2 + 6161x^2 - 33699x + 64889$ $R^2 = 1$ </p>
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)														
5,2	3640,1														
5,6	3585,6														
6,0	3479,9														
6,4	3157,9														
6,8	2494,5														
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)															
3412															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">ASFALTO (%)</th> <th style="background-color: #f4a460;">VMA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>18,5</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>18,1</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>17,7</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>17,5</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>17,3</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #f4a460; text-align: center;">%VMA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">17,7</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	VMA (%)	5,2	18,5	5,6	18,1	6,0	17,7	6,4	17,5	6,8	17,3	%VMA	17,7	 <p style="font-size: small;"> $y = 0,2563x^2 - 3,785x + 31,267$ $R^2 = 0,9955$ </p>
ASFALTO (%)	VMA (%)														
5,2	18,5														
5,6	18,1														
6,0	17,7														
6,4	17,5														
6,8	17,3														
%VMA															
17,7															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">ASFALTO (%)</th> <th style="background-color: #f4a460;">VFA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,2</td><td>62,5</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>70,0</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>74,2</td></tr> <tr><td>6,4</td><td>85,0</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>92,3</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #f4a460; text-align: center;">%VFA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">76</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	VFA (%)	5,2	62,5	5,6	70,0	6,0	74,2	6,4	85,0	6,8	92,3	%VFA	76	 <p style="font-size: small;"> $y = -32,885x^3 + 789x^2 - 7072x^2 + 20094x - 41672$ $R^2 = 1$ </p>
ASFALTO (%)	VFA (%)														
5,2	62,5														
5,6	70,0														
6,0	74,2														
6,4	85,0														
6,8	92,3														
%VFA															
76															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;"> Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23 </td> <td style="width:25%;"> Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23 </td> <td style="width:25%;"> Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23 </td> <td style="width:25%;"> Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23 </td> </tr> </table>				Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23								
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23												



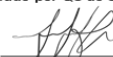

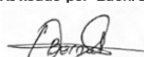
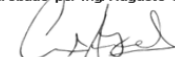
	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD MEZCLA ASFALTICA RECICLADO		ID. De l Documento: Revision: 0 Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL
DATOS DEL PROYECTO			
PROYECTO:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.		
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN	UBICACIÓN: LIMA	
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.	FECHA: 20/08/2023	
ASUNTO:	VALORES DE LOS RESULTADOS GENEALES DEL ASFALTO RECICLADO	N° DE REGISTRO:	
PAGINA:			
MEZCLA ASFÁLTICA			
ESPECIFICACIONES MARSHALL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
COMPACTACIÓN, N° DE GOLPES POR LADO	75	75	APROBADO
OPTIMO CONTENIDO DE C.A.	6,1	-	APROBADO
PESO UNITARIO (grs/cc)	2,380	SEGÚN DISEÑO	-
VACÍOS (%)	3,9	3 - 5	APROBADO
RELACIÓN POLVO/ASFALTO (%)	0,7	0,6 - 1,3	APROBADO
V.M.A. (%)	17,7	MIN 14	APROBADO
VFA (%)	76,0	65 - 78	APROBADO
FLUJO 0.01 "(0.25 mm)	13,6	8 - 14	APROBADO
ESTABILIDAD (kgs)	1184	MIN 815	APROBADO
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3412	1700 - 4000	APROBADO
DOSIFICACIÓN		%	
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	6,1		



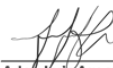

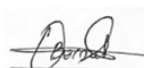

 GEOPAVIMENTOS S.R.L.	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE (MTC-508)	 UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ID. Del Documento: Revisión: 0 Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL							
DATOS DEL PROYECTO										
PROYECTO:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.									
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN	UBICACIÓN:	LIMA							
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.	FECHA:	26/11/2023							
ASUNTO:	RESULTADO DEL ENSAYO DE RICE DEL ASFALTO RECICLADO	N° DE REGISTRO:								
DATOS DEL PROYECTO										
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO RECICLADO									
MATERIAL:	ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4									
CANTERA:	CANTERA CRISTOPHER	HECHO POR:	GEOPAV.							
UBICACIÓN:	4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo KM 22	DISEÑO:	N°01							
MEZCLA ASFALTICA										
ENSAYO N°	01	02	03	04	05					
CEMENTO ASFALTICO %	5,20	5,60	6,00	6,40	6,80					
PESO DEL MATERIAL gr	1498,60	1497,50	1498,60	1497,60	1499,10					
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE gr	7236,50	7236,50	7236,50	7236,50	7236,50					
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire) gr	8735,10	8734,00	8735,10	8734,10	8735,60					
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agu) gr	8125,90	8117,50	8113,00	8109,80	8106,40					
VOLUMEN DEL MATERIAL cc	598,00	602,10	602,50	610,00	615,00					
PESO ESPECIFICO MAXIMO gr/cc	2,506	2,487	2,487	2,455	2,438					
TEMPERATURA DE ENSAYO °C	25	25	25	25	25					
GRAVA CHANCADA TM 3/4"	40%	40%	40%	40%	40%					
ARENA CHANCADA TM 1/4"	20,0%	20%	20%	20%	20%					
ARENA ZARANDEADA TM 3/8"	40,0%	40%	40%	40%	40%					
TIEMPO DE ENSAYO Min.	15	15	15	15	15					
FACTOR DE CORRECCION										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23 </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23 </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23 </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23 </td> </tr> </table>							Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 257830 20/08/23							



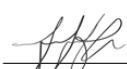

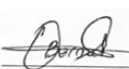

Pavimento flexible convencional



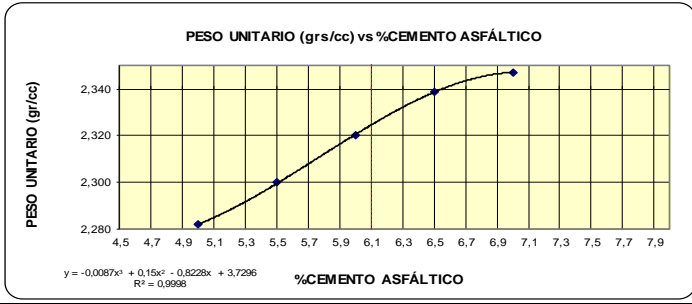
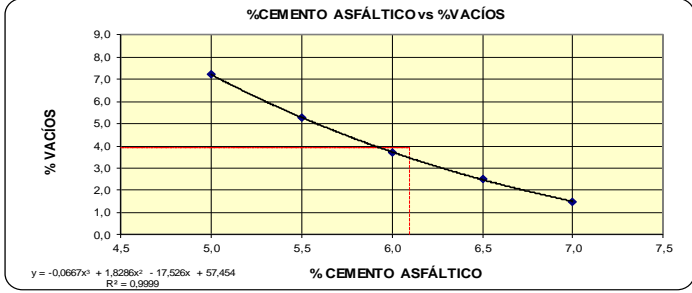
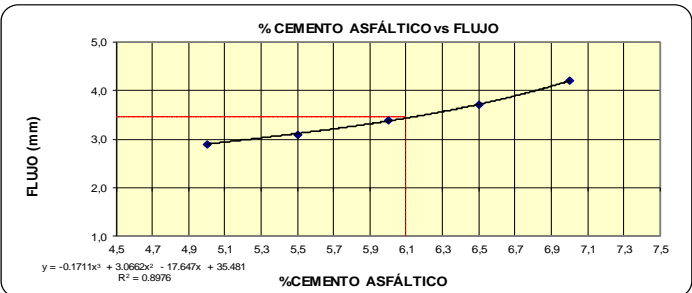
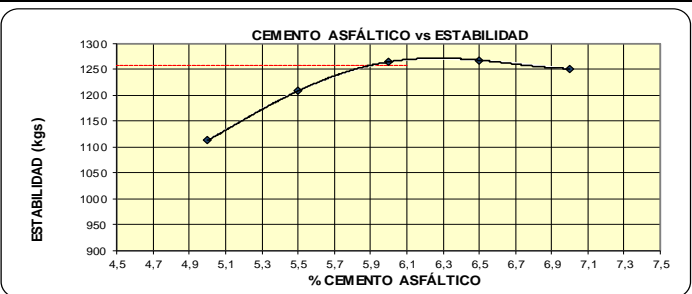


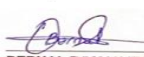

 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL				ID. Del Documento: Revisión: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL			
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.							
SOLICITANTES:		ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		UBICACIÓN: LIMA			
LABORATORIO:		GEOPAVIMENTOS S.R.L.		FECHA: 20/08/2023			
ASUNTO:		RESULTADO DE LAS MUESTRAS DE ASFALTO FLEXIBLE.		N° DE REGISTRO:			
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO FLEXIBLE EN PROPORCIONES DE 0.4% 0.8% 1.2% Y 1.6%							
MATERIAL:		ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4		HECHO POR: GEOPAV.			
CANTERA:		CANTERA CRISTOPHER		TIPO DE C.A.: PEN 60-70			
UBICACIÓN:		4294+JF8, ingreso Manud Parado, Oscar R. Benavides, Carabayllo KM 22		% DE C.A.: 5.0			
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,00	5,00	5,00		5,00	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,97	32,97	32,97			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	62,04	62,04	62,04			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195,8	1194,7	1195,3			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1197,2	1196,1	1196,8			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	684,0	683,5	685,2			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	513,2	512,6	511,6			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,330	2,331	2,336		2,332	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,506	2,506	2,506			
13	% de vacíos	7,0	7,0	6,8		6,9	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	18,38	18,36	18,15		18,3	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	61,79	61,88	62,72		62,1	
17	Peso específico del agregado total	2,714	2,714	2,714			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,03	0,03	0,03			
19	% de asfalto efectivo	4,97	4,97	4,97			
20	Flujo (mm)	2,84	2,82	2,84		2,84	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1114,7	1061,7	1050,1			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1115	1062	1050			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	0,96	0,96	0,96			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1070	1019	1008		1032	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3762	3615	3544		3640	
26	Relación Polvo Asfalto	0,84	0,84	0,84		0,84	
OBSERVACIONES . . :							
Elaborado por QC de Geopavimentos S.R.L.  Adán Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23	



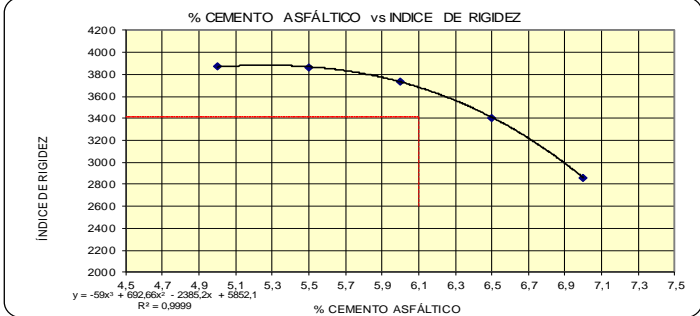
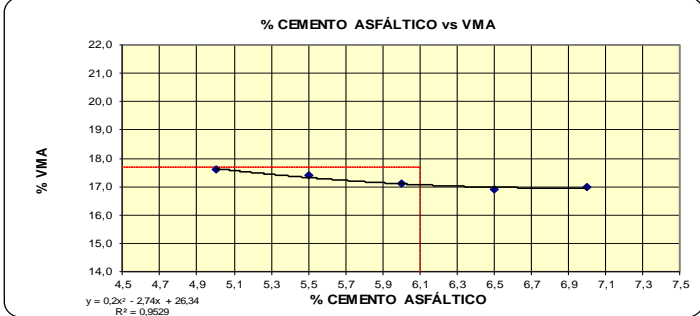
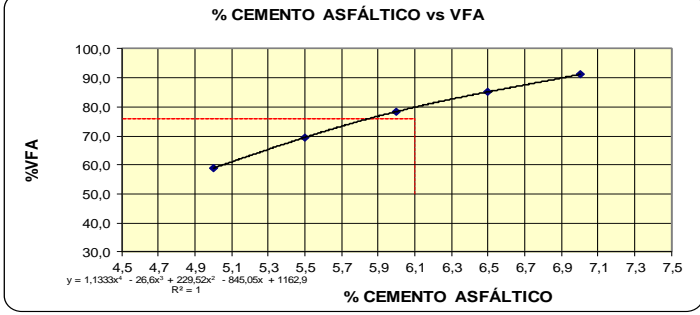












 GEOPAVIMENTOS S.R.L.	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL	 UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ID. Del Documento: Revision: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL			
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.						
SOLICITANTES:		UBICACIÓN:				
ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		LIMA				
LABORATORIO:		FECHA:				
GEOPAVIMENTOS S.R.L.		20/08/2023				
ASUNTO:		N° DE REGISTRO:				
RESULTADO DE LAS MUESTRAS #02 DE ASFALTO FLEXIBLE.						
DATOS DE LA MUESTRA						
CONCEPTO: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO FLEXIBLE EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%						
MATERIAL:		HECHO POR:				
ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4		GEOPAV.				
CANTERA:		TIPO DE C.A.:				
CANTERA CRISTOPHER		PEN 60-70				
UBICACIÓN:		% DE C.A.:				
4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo KM 22		5,5				
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,50	5,50	5,50		5,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,79	32,79	32,79		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,71	61,71	61,71		
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020		
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725		
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705		
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194,5	1195,3	1195,7		
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195,6	1196,5	1196,9		
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	687,2	688,2	689,2		
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	508,4	508,3	507,7		
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,350	2,352	2,355		2,352
12	Peso específico máximo ASTM D-2041 (RICE)	2,487	2,487	2,487		
13	% de vacíos	5,5	5,5	5,3		5,4
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712		
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	18,13	18,06	17,93		18,0
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	69,48	69,81	70,40		69,9
17	Peso específico del agregado total	2,714	2,714	2,714		
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,03	0,03	0,03		
19	% de asfalto efectivo	5,47	5,47	5,47		
20	Flujo (mm)	3,20	3,18	3,20		3,19
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1099,6	1206,7	1126,7		
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1100	1207	1127		
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00		
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1100	1207	1127		1144
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3436	3801	3520		3586
26	Relación Polvo Asfalto	0,76	0,76	0,76		0,76
OBSERVACIONES . :						
Elaborado por QC de Geopavimentos SRL.  Adán Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23			






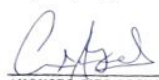
 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL		 ID. Del Documento: Revisión: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL					
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.						
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN	UBICACIÓN:	LIMA				
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.	FECHA:	20/08/2023				
ASUNTO:	RESULTADO DE LAS MUESTRAS #03 DE ASFALTO FLEXIBLE.	N° DE REGISTRO:					
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO FLEXIBLE EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%						
MATERIAL:	ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4	HECHO POR:	GEOPAV.				
CANTERA:	CANTERA CRISTOPHER	TIPO DE C.A.:	PEN 60-70				
UBICACIÓN:	4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo K.M 22	% DE C.A.:	6,0				
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,00	6,00	6,00		6,00	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,62	32,62	32,62			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,38	61,38	61,38			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195,9	1196,1	1195,8			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196,5	1196,6	1196,5			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	692,2	693,5	692,4			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	504,3	503,1	504,1			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,371	2,377	2,372		2,374	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,487	2,487	2,487			
13	% de vacíos	4,7	4,4	4,6		4,6	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17,80	17,59	17,78		17,7	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	73,83	74,90	73,96		74,2	
17	Peso específico del agregado total	2,739	2,739	2,739			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,37	0,37	0,37			
19	% de asfalto efectivo	5,65	5,65	5,65			
20	Flujo (mm)	3,40	3,38	3,40		3,40	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1182,1	1185,1	1177,1			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1182	1185	1177			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1182	1185	1177		1181	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3473	3508	3458		3480	
26	Relación Polvo Asfalto	0,74	0,74	0,74		0,74	
OBSERVACIONES . . .							
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adán Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23	







 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL		 ID. Del Documento: Revisión: Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL					
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.						
SOLICITANTES:	ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN	UBICACIÓN:	LIMA				
LABORATORIO:	GEOPAVIMENTOS S.R.L.	FECHA:	20/08/2023				
ASUNTO:	RESULTADO DE LAS MUESTRAS #04 DE ASFALTO FLEXIBLE.	N° DE REGISTRO:					
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO FLEXIBLE EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%						
MATERIAL:	ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4	HECHO POR:	GEOPAV.				
CANTERA:	CANTERA CRISTOPHER	TIPO DE C.A.:	PEN 60-70				
UBICACIÓN:	4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo KM 22	% DE C.A.:	6,5				
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,50	6,50	6,50		6,50	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,44	32,44	32,44			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	61,06	61,06	61,06			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1194,6	1195,0	1195,7			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195,1	1195,5	1196,2			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	696,0	694,0	697,2			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	499,1	501,5	499,0			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,394	2,383	2,396		2,391	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,455	2,455	2,455			
13	% de vacíos	2,5	2,9	2,4		2,6	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17,48	17,85	17,39		17,6	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	85,65	83,51	86,20		85,1	
17	Peso específico del agregado total	2,721	2,721	2,721			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,13	0,13	0,13			
19	% de asfalto efectivo	6,38	6,38	6,38			
20	Flujo (mm)	3,71	3,68	3,71		3,70	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1179,0	1140,7	1185,7			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1179	1141	1186			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1179	1141	1186		1168	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3179	3097	3197		3158	
26	Relación Polvo Asfalto	0,66	0,66	0,66		0,66	
OBSERVACIONES :							
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adah Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23	

 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL				ID. Del Documento: Revisión: Fecha: Especialidad:			
				ago-23 CIVIL			
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.							
SOLICITANTES: ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		UBICACIÓN: LIMA					
LABORATORIO: GEOPAVIMENTOS S.R.L.		FECHA: 20/08/2023					
ASUNTO: RESULTADO DE LAS MUESTRAS #05 DE ASFALTO FLEXIBLE.		N° DE REGISTRO:					
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO FLEXIBLE EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6%							
MATERIAL: ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4		HECHO POR: GEOPAV.					
CANTERA: CANTERA CRISTOPHER		TIPO DE C.A.: PEN 60-70					
UBICACIÓN: 4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo KM 22		% DE C.A.: 7,0					
ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO	
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7,00	7,00	7,00		7,00	
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	32,27	32,27	32,27			
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	60,73	60,73	60,73			
4	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,020	1,020	1,020			
5	Peso específico agregado grueso - bulk	2,725	2,725	2,725			
6	Peso específico agregado fino - bulk	2,705	2,705	2,705			
7	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1195,6	1194,0	1195,1			
8	Peso de la briqueta saturada (grs)	1195,7	1194,2	1195,2			
9	Peso de la briqueta en el agua (grs)	699,2	698,2	697,2			
10	Volumen de la briqueta por desplazamiento	496,5	496,0	498,0			
11	Peso específico bulk de la briqueta	2,408	2,407	2,400		2,405	
12	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,438	2,438	2,438			
13	% de vacíos	1,2	1,2	1,5		1,3	
14	Peso específico bulk del agregado total	2,712	2,712	2,712			
15	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	17,42	17,45	17,70		17,5	
16	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	93,05	92,87	91,25		92,4	
17	Peso específico del agregado total	2,722	2,722	2,722			
18	Asfalto absorbido por el agregado total	0,14	0,14	0,14			
19	% de asfalto efectivo	6,87	6,87	6,87			
20	Flujo (mm)	4,32	4,34	4,32		4,33	
21	Lectura del Dial Anillo Marshall	1090,0	1063,0	1084,6			
22	Estabilidad sin corregir (kgs)	1090	1063	1085			
23	Factor de estabilidad (Tabla)	1,00	1,00	1,00			
24	Estabilidad corregida: (kgs)	1090	1063	1085		1079	
25	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2524	2447	2512		2495	
26	Relación Polvo Asfeto	0,61	0,61	0,61		0,61	
OBSERVACIONES . :							
Elaborado por QC de Geopavimentos SRL.  Adán Luis Amaya 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23	

	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL (ASTMD-1559)		ID. Del Documento: Revision: 0 Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL														
DATOS DEL PROYECTO																	
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.																	
SOLICITANTES: ERICKSON JOSEPH URIARTE Y NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		UBICACIÓN: LIMA															
LABORATORIO: GEOPAVIMENTOS S.R.L.		FECHA: 20/08/2023															
ASUNTO: GRAFICOS DE RESULTADOS DEL ENSAYO MARSHALL		N° DE REGISTRO:															
GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO %</th> <th>P.U grs/cc</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,0</td><td>2,282</td></tr> <tr><td>5,5</td><td>2,300</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>2,320</td></tr> <tr><td>6,5</td><td>2,339</td></tr> <tr><td>7,0</td><td>2,347</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CEMENTO ASFALTICO %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5,9</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO (gr/cc)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,317</td> </tr> </table>	ASFALTO %	P.U grs/cc	5,0	2,282	5,5	2,300	6,0	2,320	6,5	2,339	7,0	2,347	CEMENTO ASFALTICO %	5,9	PESO UNITARIO (gr/cc)	2,317	<div style="text-align: center;">PESO UNITARIO (grs/cc) vs %CEMENTO ASFÁLTICO</div>  <p style="font-size: small;"> $y = -0.0067x^2 + 0.15x - 0.8228x + 3.7296$ $R^2 = 0.9998$ </p>
ASFALTO %	P.U grs/cc																
5,0	2,282																
5,5	2,300																
6,0	2,320																
6,5	2,339																
7,0	2,347																
CEMENTO ASFALTICO %																	
5,9																	
PESO UNITARIO (gr/cc)																	
2,317																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO (%)</th> <th>VACIOS (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,0</td><td>7,2</td></tr> <tr><td>5,5</td><td>5,3</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>3,7</td></tr> <tr><td>6,5</td><td>2,5</td></tr> <tr><td>7,0</td><td>1,5</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>%PORCENTAJE DE VACIOS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,0</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	VACIOS (%)	5,0	7,2	5,5	5,3	6,0	3,7	6,5	2,5	7,0	1,5	%PORCENTAJE DE VACIOS	4,0	<div style="text-align: center;">%CEMENTO ASFÁLTICO vs %VACIOS</div>  <p style="font-size: small;"> $y = -0.0667x^2 + 1.8296x - 17.526x + 57.454$ $R^2 = 0.9999$ </p>		
ASFALTO (%)	VACIOS (%)																
5,0	7,2																
5,5	5,3																
6,0	3,7																
6,5	2,5																
7,0	1,5																
%PORCENTAJE DE VACIOS																	
4,0																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO (%)</th> <th>FLUJO (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,0</td><td>2,9</td></tr> <tr><td>5,5</td><td>3,1</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>6,5</td><td>3,7</td></tr> <tr><td>7,0</td><td>4,2</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>%FLUJO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3,3</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	FLUJO (mm)	5,0	2,9	5,5	3,1	6,0	3,4	6,5	3,7	7,0	4,2	%FLUJO	3,3	<div style="text-align: center;">% CEMENTO ASFÁLTICO vs FLUJO</div>  <p style="font-size: small;"> $y = -0.1711x^2 + 3.0662x - 17.647x + 35.481$ $R^2 = 0.8976$ </p>		
ASFALTO (%)	FLUJO (mm)																
5,0	2,9																
5,5	3,1																
6,0	3,4																
6,5	3,7																
7,0	4,2																
%FLUJO																	
3,3																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASFALTO (%)</th> <th>ESTABILIDAD (kgs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,0</td><td>1112,8</td></tr> <tr><td>5,5</td><td>1208,6</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>1264,7</td></tr> <tr><td>6,5</td><td>1268,0</td></tr> <tr><td>7,0</td><td>1251,7</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>ESTABILIDAD (kgs)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1258</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)	5,0	1112,8	5,5	1208,6	6,0	1264,7	6,5	1268,0	7,0	1251,7	ESTABILIDAD (kgs)	1258	<div style="text-align: center;">CEMENTO ASFÁLTICO vs ESTABILIDAD</div> 		
ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)																
5,0	1112,8																
5,5	1208,6																
6,0	1264,7																
6,5	1268,0																
7,0	1251,7																
ESTABILIDAD (kgs)																	
1258																	
Elaborado por QC de Geopavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252.830 20/08/23														

	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL (ASTM D-1559)		ID. Del Documento: 0 Revisión: ago-23 Especialidad: CIVIL														
DATOS DEL PROYECTO																	
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.																	
SOLICITANTES: ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		UBICACIÓN: LIMA															
LABORATORIO: GEOPAVIMENTOS S.R.L.		FECHA: 20/08/2023															
ASUNTO: GRAFICOS DE RESULTADOS DEL ENSAYO MARSHALL		N° DE REGISTRO:															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ASFALTO (%)</th> <th style="text-align: center;">INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">5,0</td><td style="text-align: center;">3868,4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5,5</td><td style="text-align: center;">3865,8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6,0</td><td style="text-align: center;">3738,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6,5</td><td style="text-align: center;">3405,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7,0</td><td style="text-align: center;">2859,7</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3760</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	5,0	3868,4	5,5	3865,8	6,0	3738,7	6,5	3405,7	7,0	2859,7	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3760	 <p style="text-align: center;">% CEMENTO ASFÁLTICO vs INDICE DE RIGIDEZ</p> <p style="text-align: center;">$y = -59x^2 + 692,69x^2 - 2385,2x + 5982,1$ $R^2 = 0,9999$</p>		
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)																
5,0	3868,4																
5,5	3865,8																
6,0	3738,7																
6,5	3405,7																
7,0	2859,7																
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)																	
3760																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ASFALTO (%)</th> <th style="text-align: center;">VMA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">5,0</td><td style="text-align: center;">17,6</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5,5</td><td style="text-align: center;">17,4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6,0</td><td style="text-align: center;">17,1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6,5</td><td style="text-align: center;">16,9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7,0</td><td style="text-align: center;">17,0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">%VMA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">17,1</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	VMA (%)	5,0	17,6	5,5	17,4	6,0	17,1	6,5	16,9	7,0	17,0	%VMA	17,1	 <p style="text-align: center;">% CEMENTO ASFÁLTICO vs VMA</p> <p style="text-align: center;">$y = 0,2x^2 - 2,74x + 26,34$ $R^2 = 0,9529$</p>		
ASFALTO (%)	VMA (%)																
5,0	17,6																
5,5	17,4																
6,0	17,1																
6,5	16,9																
7,0	17,0																
%VMA																	
17,1																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ASFALTO (%)</th> <th style="text-align: center;">VFA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">5,0</td><td style="text-align: center;">58,9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5,5</td><td style="text-align: center;">69,5</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6,0</td><td style="text-align: center;">78,4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6,5</td><td style="text-align: center;">85,2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7,0</td><td style="text-align: center;">91,2</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">%VFA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">76,8</td> </tr> </table>	ASFALTO (%)	VFA (%)	5,0	58,9	5,5	69,5	6,0	78,4	6,5	85,2	7,0	91,2	%VFA	76,8	 <p style="text-align: center;">% CEMENTO ASFÁLTICO vs VFA</p> <p style="text-align: center;">$y = 1,1333x^2 - 26,6x^2 + 229,52x^2 - 845,05x + 1162,9$ $R^2 = 1$</p>		
ASFALTO (%)	VFA (%)																
5,0	58,9																
5,5	69,5																
6,0	78,4																
6,5	85,2																
7,0	91,2																
%VFA																	
76,8																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;"> Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23 </td> <td style="width:25%;"> Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23 </td> <td style="width:25%;"> Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23 </td> <td style="width:25%;"> Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 25,5310 20/08/23 </td> </tr> </table>				Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 25,5310 20/08/23										
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23	Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23	Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23	Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 25,5310 20/08/23														

	<p align="center">LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO</p> <p align="center">GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD MEZCLA ASFALTICA FLEXIBLE</p>		<p>ID. Del Documento: 0</p> <p>Revisión: ago-23</p> <p>Fecha: 20/08/2023</p> <p>Especialidad: CIVIL</p>
DATOS DEL PROYECTO			
<p>PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.</p>			
<p>SOLICITANTES: <u>ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN</u></p>		<p>UBICACIÓN: <u>LIMA</u></p>	
<p>LABORATOIO: <u>GEOPAVIMENTOS S.R.L.</u></p>		<p>FECHA: <u>20/08/2023</u></p>	
<p>ASUNTO: <u>VALORES DE LOS RESULTADOS GENEALES DEL ASFALTO FLEXIBLE</u></p>		<p>N° DE REGISTRO: _____</p>	
<p>PAGINA: _____</p>			
MEZCLA ASFÁLTICA			
ESPECIFICACIONES MARSHALL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
COMPACTACIÓN, N° DE GOLPES POR LADO	75	75	APROBADO
OPTIMO CONTENIDO DE C.A.	5,9	-	APROBADO
PESO UNITARIO (grs/cc)	2,317	SEGÚN DISEÑO	-
VACÍOS (%)	3,9	3 - 5	APROBADO
RELACIÓN POLVO/ASFALTO (%)	0,7	0,6 - 1,3	APROBADO
V.M.A. (%)	17,1	MIN 14	APROBADO
VFA (%)	77,1	65 - 78	APROBADO
FLUJO 0.01 "(0.25 mm)	13,1	8 - 14	APROBADO
ESTABILIDAD (kgs)	1257	MIN 815	APROBADO
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3626	1700 - 4000	APROBADO
DOSIFICACIÓN			
	%		
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	5,9		
Arena natural zarandeada 3/8" - CANTERA CRISTOPHER	20,00%	ARENAS	60,00
Arena chancada de 1/4" - CANTERA CRISTOPHER	40,00%		
Agregado grueso chancado de 3/4" - CANTERA CRISTOPHER	40,00%	PIEDRAS	40,00
<p>Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.</p>  <p>Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23</p>	<p>Revisado por Bach. Uriarte Navarro</p>  <p>Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23</p>	<p>Revisado por Bach. Bernal Roman</p>  <p>BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23</p>	<p>Aprobado por Ing. Augusto Cier</p>  <p>AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252830 20/08/23</p>

	LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO GEOPAVIMENTOS S.R.L. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE (MTC E-508)		ID. Del Documento: Revision: 0 Fecha: ago-23 Especialidad: CIVIL				
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LÍQUIDO ASFALTICO EN PROPORCIONES DE 0.4%, 0.8%, 1.2% Y 1.6% EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RECICLADO EN CALIENTE DE LAS CUADRAS 8 – 9 DE LA AV. FERNANDO WIESSE, SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA, 2023.		UBICACIÓN: LIMA					
SOLICITANTES: ERICKSON JOSEPH URIARTE NAVARRO, ITSUAN XAVIER BERNAL ROMAN		FECHA: 26/11/2023					
LABORATORIO: GEOPAVIMENTOS S.R.L.		N° DE REGISTRO:					
ASUNTO: RESULTADO DEL ENSAYO DE RICE DEL ASFALTO FLEXIBLE							
DATOS DEL PROYECTO							
CONCEPTO: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE PARA ASFALTO FLEXIBLE		HECHO POR: GEOPAV.					
MATERIAL: ARENA CHANCA TM 1/4 + ARENA NATURAL TM 3/8 + PIEDRA CHANCADA DE 3/4		DISEÑO: N°01					
CANTERA: CANTERA CRISTOPHER							
UBICACIÓN: 4294+JF8, ingreso Manuel Parado., Óscar R. Benavides, Carabayllo KM 22							
MEZCLA ASFALTICA							
ENSAYO N°		01	02	03	04	05	
CEMENTO ASFALTICO	%	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	
PESO DEL MATERIAL	gr	1498,60	1497,50	1498,60	1497,60	1499,10	
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7236,50	7236,50	7236,50	7236,50	7236,50	
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire	gr	8735,10	8734,00	8735,10	8734,10	8735,60	
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agu	gr	8125,90	8117,50	8113,00	8109,80	8106,40	
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	598,00	602,10	602,50	610,00	615,00	
PESO ESPECIFICO MAXIMO	gr/cc	2,506	2,487	2,487	2,455	2,438	
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25	
GRAVA CHANCADA TM 3/4"	%	40%	40%	40%	40%	40%	
ARENA CHANCADA TM 1/4"	%	20,0%	20%	20%	20%	20%	
ARENA ZARANDEADA TM 3/8"	%	40,0%	40%	40%	40%	40%	
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	10	10	10	10	10	
FACTOR DE CORRECCION							
Elaborado por QC de GeoPavimentos SRL.  Adan Luis Amaya QC GEOPAVIMENTOS 20/08/23		Revisado por Bach. Uriarte Navarro  Uriarte Navarro Erickson D.N.I. 72743984 20/08/23		Revisado por Bach. Bernal Roman  BERNAL ROMAN ITSUAN XAVIER D.N.I. 71927484 20/08/23		Aprobado por Ing. Augusto Cier  AUGUSTO CIER ACEVEDO INGENIERO CIVIL CIP N° 252930 20/08/23	