

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. BALBIN GUERRERO, EDER MILENKO

ASESOR:

MG. RAMOS PIÑAS, DAVID

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y urbanismo

Huancayo – Perú

2022

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Jurado

Jurado

Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario Docente

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios y mis padres por ser parte importante de mi vida al darme apoyo moral a lo largo del desarrollo de esta tesis. Así mismo va dedicada a todos aquellos colegas y amigos que en algún momento me orientaron de alguna forma para superar problemas encontrados en la tesis.

Bach. Balbín Guerrero, Eder Milenko

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, hermanos y padres por estar a mi lado y mostrándome compañía total en todo momento, a mi asesor y docentes que me apoyaron de forma intelectual en la elaboración de la tesis.

Bach. Balbín Guerrero, Eder Milenko

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0101 - FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **TESIS**; Titulada:

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **MG. RAMOS PIÑAS DAVID**

Fue analizado con fecha **18/12/2023**; con **207 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **25** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 18 de diciembre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO.....	v
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Descripción de la realidad problemática	18
1.2. Delimitación del problema.....	19
1.2.1. Espacial	19
1.2.2. Temporal.....	21
1.2.3. Económico	21
1.3. Formulación del problema	21
1.3.1. Problema general	21
1.3.2. Problemas específicos.....	21
1.4. Justificación de la investigación.....	21
1.4.1. Justificación social.....	21
1.4.2. Justificación científica	22
1.4.3. Justificación metodológica	22
1.5. Objetivos de la investigación	23
1.5.1. Objetivo general.....	23
1.5.2. Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales).....	24
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	24
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	27
2.2. Bases teóricas o científicas.....	29
2.2.1. Bolsas de plásticos (recicladas)	29
2.2.2. Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	41

2.3. Marco conceptual	55
CAPÍTULO III.....	57
HIPÓTESIS	57
3.1. Hipótesis.....	57
3.1.1. Hipótesis general	57
3.1.2. Hipótesis específica	57
3.2. Variables	57
3.2.1. Definición conceptual de las variables	57
3.2.2. Definición operacional de la variable	58
3.2.3. Operacionalización de variables	58
CAPÍTULO IV	60
METODOLOGÍA	60
4.1. Método de investigación	60
4.2. Tipo de investigación	60
4.3. Nivel de la investigación	61
4.4. Diseño de la investigación.....	61
4.5. Población y muestra	62
4.5.1. Población	62
4.5.2. Muestra	62
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	68
4.7.3. Granulometría (MTC E 107)	73
4.7.4. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato de Marshall MTC E 504	74
4.7.5. Abrasión los ángeles (L.A) por desgaste de agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½") MTC E 207	76
4.8. Aspectos éticos de la investigación.....	77
CAPÍTULO V.....	78
RESULTADOS	78
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	78
5.2. Descripción de resultados de las bolsas de plástico recicladas	79
5.2.1. Dimensiones	79
5.3. Descripción de resultados del MAC - 2	80
5.3.1. Análisis granulométrico.....	80
5.3.2. Análisis del % de asfalto adecuado	84
5.3.3. Proporción de materiales de acuerdo a la dosificación de bolsas de plástico reciclado	84

5.3.4. Estimación del cambio de los vacíos llenos de asfalto (VFA) del cambio del % VFA en la mezcla asfáltica en caliente	85
5.3.5. Estimación del cambio del % de vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM) en la mezcla asfáltica en caliente	88
5.3.6. Estimación de la relación estabilidad/flujo en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023	91
5.4. Estimación de estabilidad corregida en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.....	93
5.5. Estimación de la pérdida por desgaste en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.....	96
5.6. Estimación de la gravedad específica Bulk en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023	99
5.7. Estimación del flujo en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023	101
5.8. Contrastación de hipótesis.....	104
5.8.1. Análisis estadístico de la estabilidad corregida en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.....	104
5.8.2. Análisis estadístico de pérdida en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.....	107
5.8.3. Análisis estadístico de la gravedad específica Bulk en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.....	107
5.8.4. Análisis estadístico del flujo de la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.....	112
CAPÍTULO VI.....	115
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	115
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	115
6.1.1. Estabilidad.....	115
5.8.5. Desgaste.....	116
5.8.6. Gravedad específica.....	117
5.8.7. Flujo	118
CONCLUSIONES.....	120
RECOMENDACIONES	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
ANEXOS.....	127
Anexo N°01: Matriz de consistencia.....	128
Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables	131

Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumentos.....	133
Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	135
Anexo N°05: Confiabilidad y Validez del instrumento	180
Anexo N°06: La data del procesamiento de datos	185
Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento	189

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades que muestra el PET a una temperatura de 23°C, 50% de humedad relativa en un periodo de 24 h.....	32
Tabla 2. Representación de las características de los grupos de plásticos.....	33
Tabla 3. Clasificación del polímero según su uso.....	34
Tabla 4. Clasificación de la mezcla asfáltica en caliente.....	41
Tabla 5. Clasificación de los agregados en función a su tamaño.....	45
Tabla 6. Tabla de la tolerancia de agregados.....	46
Tabla 7: Solicitaciones mínimas de los agregados gruesos.	47
Tabla 8: Requerimientos para agregados finos.....	47
Tabla 9. Requisitos necesarios para la mezcla de un concreto bituminoso.....	53
Tabla 10. Vacíos mínimos presentes en el agregado mineral (VMA).....	54
Tabla 11. Requisitos mínimos de adherencia.....	54
Tabla 12. Mezcla asfáltica tipo superpave.....	54
Tabla 13. Operacionalización de variables.	58
Tabla 14: Rangos y Magnitudes de validez.	66
Tabla 15: Validación de expertos.	66
Tabla 16: Rangos y Magnitudes de Confiabilidad.....	67
Tabla 17. Variables dimensionales.....	79
Tabla 18. Propiedades de las bolsas de plástico.....	79
Tabla 19. Granulometría del agregado fino.....	80
Tabla 20. Granulometría del agregado grueso.....	81
Tabla 21. Combinación de agregado.....	83
Tabla 22. Propiedad de las mezclas asfáltica con una variación del % de asfalto.....	84
Tabla 23. Combinación de materiales en la mezcla asfáltica con una dosificación de 0%, 5%, 10% y 15% de bolsas plástico recicladas.....	85
Tabla 24. Resultado del VFA con una variación del % de bolsas de plástico.....	86
Tabla 25. % de vacíos con el VFA.....	87
Tabla 26. Resultado de vacíos del VTM de acuerdo con el MTC E 505.....	88
Tabla 27. % de variación del VTM.....	90
Tabla 28. Resultados de la relación estabilidad/flujo del MAC-2.....	91
Tabla 29. Variación de resultados de la relación estabilidad/ flujo.....	92

Tabla 30. Resultados de la estabilidad corregida de la mezcla asfáltica con el uso de bolsa de plástico reciclado	94
Tabla 31. Variación del % de estabilidad promedio corregida.....	95
Tabla 32. Resultados de la perdida a por desgaste de la mezcla asfáltica caliente.....	97
Tabla 33. Variación de la perdida promedio de desgaste con diferentes dosificaciones de bolsas de plástico con respecto al convencional	98
Tabla 34. Resultados de la gravedad especifica (Bulk) del -MAC 2.....	99
Tabla 35. Variación de los resultados de la gravedad especifica Bulk en el MAC-2.....	101
Tabla 36. Flujo promedio de las muestras asfálticas MAC - 2.....	102
Tabla 37. Variación del flujo de la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsa de plástico recicladas.....	103

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del Perú.....	19
Figura 2: Región Junín.....	20
Figura 3: Provincia de Huancayo.....	20
Figura 4: Ubicación geográfica del distrito de Chilca	20
Figura 5. Cadena de polímero constituido por monómeros	30
Figura 6. Cadenas termoestables y termoplásticas	34
Figura 7. Efectos de materiales plásticos que producen en el bitumen	35
Figura 8. Proceso de producción del PET	37
Figura 9. Proceso de reciclaje mecánico.....	38
Figura 10. Clasificación y categorización del plástico	39
Figura 11. Proceso de lavado del plástico.....	39
Figura 12. Lavado y centrifugado del plástico.....	40
Figura 13. Agrupación de los productos bituminosos	43
Figura 14. Estructura de la emulsión asfáltica	49
Figura 15. Análisis de la densidad y el contenido de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente	52
Figura 16. Ficha de recopilación de datos de la granulometría de agregados	64
Figura 17. Ficha de recopilación de datos de características de agregados finos y gruesos..	65
Figura 18. Ficha de recolección de datos del ensayo Marshall.....	66
Figura 19. Confiabilidad de instrumentos.....	68
Figura 21. Programa SPSS análisis estadístico.....	69
Figura 22. Recolección de bolsa de plástico en las calles de Huancayo.....	70
Figura 23. recolección de plástico en chilca	70
Figura 24. Recolección de bolsas plástica en las calles principales de Chilca	71
Figura 25. recolección de datos en el centro de Huancayo.....	71
Figura 26. Bolsas plásticas luego del proceso de limpieza.....	72
Figura 27. Bolsas plásticas cortadas en finos filamentos.....	72
Figura 28. Molde de compactación.....	75
Figura 29. Máquina para la carga a efecto de compresión	76
Figura 30. Máquina para el ensayo de desgaste los Ángeles.....	77
Figura 31. Colocación de las esferas de acero y agregados en la máquina los Ángeles.....	77
Figura 32. Curva granulométrica del agregado fino	81

Figura 33. Curva granulométrica del agregado grueso	82
Figura 34. Curva granulométrica de la combinación de agregado grueso.....	83
Figura 35. Comportamiento del % de vacíos llenos con asfalto.....	87
Figura 36. % de variación del VFA de la mezcla asfáltica.....	88
Figura 37. Comportamiento del % de vacíos VTM,.....	89
Figura 38. Variación de la variación del VTM.....	90
Figura 39. Comportamiento de la relación estabilidad/ flujo de mezcla asfáltica con uso de plástico reciclado	92
Figura 40. Tendencia de la variación de la relación de estabilidad/ flujo.....	93
Figura 41. Comportamiento de la estabilidad de mezcla asfáltica con la adición de las bolsas de plástico recicladas	95
Figura 42. Variación de la estabilidad con diferentes dosificaciones del uso de bolsa de plástico	96
Figura 43. Comportamiento de la perdida por desgaste con el uso de bolsas de plástico	98
Figura 44. Variación del % de perdida por desgaste en la mezcla asfáltica	99
Figura 45. Comportamiento de la gravedad especifica Bulk del MAC-2.....	100
Figura 46. Porcentaje de variación de la gravedad especifica Bulk	101
Figura 47. Análisis del flujo de mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsa de plástico recicladas.....	103
Figura 48. Variación de resultados de flujo en las MAC - 2	104
Figura 49. Resultados de la prueba de normalidad de los valores de estabilidad.....	105
Figura 50. Análisis descriptivo del intervalo de confianza de la estabilidad.....	105
Figura 51. Resultado de la prueba de Anova de la estabilidad	106
Figura 52. Relación de la prueba de Tukey de la estabilidad	106
Figura 53. Prueba de normalidad de los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica caliente con bolsas plástico recicladas	107
Figura 54. Análisis descriptivo del desgaste de la mezcla asfáltica en caliente	108
Figura 55. Resultados de significancia de la prueba de Anova de los puros de desgaste....	108
Figura 56. Resultados del análisis de la prueba de Tukey	109
Figura 57. Resultados de los valores de significancia de la gravedad especifica Bulk	110
Figura 58. Resultados descriptivo de la gravedad especifica Bulk.....	110
Figura 59. Resultados de la prueba de Anova de la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica	111
Figura 60. Prueba de Tukey para la prueba de gravedad especifica Bulk	111

Figura 61. Análisis de normalidad del flujo de la mezcla asfáltica caliente	112
Figura 62. Análisis descriptivo del intervalo de confianza de los valores de flujo	113
Figura 63. Resultados de la prueba de Anova del flujo	113
Figura 64. Resultados de confianza del flujo de acuerdo a la mezcla asfáltica	114

RESUMEN

En la presente tesis se planteó como problema general: ¿Qué efecto produce la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?, el objetivo general fue: Determinar los efectos de la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023. Y la hipótesis general fue: La adición de bolsas de plástico (recicladas) causa efectos positivos en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023. El método de la investigación fue científico, de tipo de investigación aplicativo, de nivel explicativo y con un diseño experimental, obteniendo como resultados que se identificó el porcentaje óptimo de asfalto 6.20%, por lo que se logró la mejor estabilidad de 15.16%, con una dosificación del 5% de bolsa de plástico reciclado, su flujo es de 3.43 mm variando en - 2.08%, el desgaste es de 12.45% y se obtuvo una gravedad específica Bulk de 2.334, por lo que se concluye que la adición de bolsas de plástico (recicladas) causa efectos positivos en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), y finalmente se recomienda emplear como máximo una dosificación del 5% de bolsas de plástico ya que un mayor porcentaje la estabilidad (resistencia) se reduce, de la misma forma el desgaste de la mezcla asfáltica aumenta.

PALABRAS CLAVE: Mezcla asfáltica en caliente, bolsa de plástico, reciclado.

ABSTRACT

In this thesis, the general problem was raised: ¿What effect does the addition of plastic bags (recycled) produce in the modified design of hot mix asphalt (MAC), Huancayo 2023? The general objective was: Determine the effects of the addition of plastic bags (recycled) in the modified design of hot mix asphalt (MAC), Huancayo 2023. And the general hypothesis was: The addition of plastic bags (recycled) causes positive effects in the modified design of asphalt mix in caliente (MAC), Huancayo 2023. The research method was scientific, of an applied research type, of explanatory level and with an experimental design, obtaining as results that the optimal percentage of asphalt 6.20% was identified, for which it was achieved the best stability of 15.16%, with a dosage of 5% recycled plastic bag, its flow is 3.43 mm varying by -2.08%, the wear is 12.45% and a Bulk specific gravity of 2.334 was obtained, so It is concluded that the addition of plastic bags (recycled) causes positive effects in the modified design of hot mix asphalt (MAC), and finally it is recommended to use a maximum dosage of 5% of plastic bags since a higher percentage is used. The stability (resistance) is reduced, in the same way the wear of the asphalt mix increases.

KEY WORDS: Hot mix asphalt, plastic bag, recycling.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC) modificado mediante la adición de bolsas de plástico (recicladas), Huancayo 2023”, la problemática se origina por un caso de visible deterioro del ámbito ingenieril de las carpetas asfálticas, en muchas calles de la ciudad de Huancayo muestran gran deterioro de su estructura, representadas en patologías a lo largo del tramo perjudicando el buen tránsito de los vehículos y peatones.

Por otra parte, el mal manejo de las bolsas plásticas (PET) luego de ser empleadas han provocado un colapso en los sistemas de limpieza en caso este se paralice por un solo día mostrando un exceso de desperdicio, esta problemática no encontró una solución definitiva por parte de la gestión pública del gobierno que solo opta de desecharlo en botaderos siendo un accionar que no soluciona de forma definitiva el problema.

De esta forma se planteó la incorporación de las bolsas de plástico recicladas como parte de la mezcla asfáltica con el objeto de mejorar las propiedades mecánicas y físicas con el fin de lograr brindar una mejor capacidad estructural ante el paso de vehículo, exposición ambiental y proceso de envejecimiento. Esta investigación tiene como **objetivo general**: Determinar los efectos de la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023, además emplea **el método** de la investigación científico, de tipo de investigación aplicativo, de nivel explicativo y con un diseño experimental.

La investigación para su mayor comprensión consta de seis capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I.-En este capítulo se presenta la realidad problemática, se muestra los problemas encontrados en la investigación, la justificación que apoya en la realización de la investigación se muestra una delimitación de la investigación las limitaciones y los objetivos que se presentan en la tesis.

EL CAPÍTULO II.-Esta sección muestra los antecedentes nacionales e internacionales con antigüedad no mayor a los 5 años, un marco conceptual, la definición de términos.

EL CAPÍTULO III.- En este acápite se muestra las hipótesis planteadas en la investigación, así como la definición conceptual y operacional de las variables estudiadas.

EL CAPÍTULO IV.-Se muestra la parte metodología de la investigación, la población y muestra en la que se basó la investigación, el procesamiento de los datos y las técnicas empleadas para la recopilación de las mismas.

EL CAPÍTULO V.-Se muestra un resumen detallado de los resultados a los que se llegó en la investigación, de la misma forma se presenta una contrastación de la hipótesis para aceptar las hipótesis planteadas inicialmente.

EL CAPÍTULO VI. -En esta sección se muestra la discusión de los resultados, así como las conclusiones, anexos y demás datos necesarios empleados en el desarrollo de la investigación.

Bach. Balbín Guerrero, Eder Milenko

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad las estructuras viales son parte fundamental del desarrollo y crecimiento de la sociedad al ser un medio eficaz de transporte. Si encontramos vías con índices bajos de duración y calidad, además poco adecuadas para satisfacer las necesidades básicas de transporte de una población, el desarrollo y crecimiento económico de dicha población decaerían en distintos ámbitos.

A nivel internacional el estudio vial que hay en pocos símbolos tan notorios como del desarrollo latinoamericano como el mal estado de sus carreteras. Sin embargo, en los países desarrollados y subdesarrollados hay una gran variedad en las condiciones de su infraestructura y no siempre es en función de su riqueza o pobreza relativa. Algunos países actualmente afrontan problemas notorios para mantener sus vías, prueba de ello tenemos Haití con 4.266 kilómetros de carreteras construidas ‘Paraguay y Colombia cuya población se muestrea insatisfecha con el estado de sus carreteras. En la lista de banco mundial, por su parte, naciones como Nicaragua y Bolivia son las peor valoradas en materia de infraestructura vial. Salazar, (2021).

A nivel nacional en el Perú existen políticas favorables para la construcción de obras viables a lo largo y ancho del territorio, la deformación permanente es una de las fallas más preocupantes en el deterioro de pavimentos y se hace necesario conocer sus causas fundamentales a fin de tomar las previsiones del caso en las etapas de elaboración del

proyecto, construcción formación permanente es una de las fallas más preocupantes en el deterioro de pavimentos y se hace necesario conocer sus causas fundamentales a fin de tomar las previsiones del caso en las etapas de elaboración del proyecto, construcción y mantenimiento futuros. Huamán Guerrero & Chang Albitres, (2018)

A nivel local en Huancayo, se muestra el aumento del desecho de bolsas plásticas proveniente del expendio de productos tales como: frutas, carne, abarrotes, calzados, ropas, etc. Resaltando que en la ciudad de Huancayo la cultura de reciclaje no viene a estar implantado y hay una decadencia de plantas recicladoras se busca implementar este material que pasa por un proceso de tratamiento y selección para ser empleado como parte de la mezcla asfáltica en caliente para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, aumentando así su tiempo útil y reduciendo el tiempo de envejecimiento ya que el plástico se caracteriza por su lenta desintegración señalada en décadas.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

La presente investigación se desarrollará a nivel de laboratorio, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo y departamento de Junín.



Figura 1: Mapa del Perú

Fuente: Hinostrza Alvino (2018)



Figura 2: Región Junín

Fuente: Hinostroza Alvino (2018)

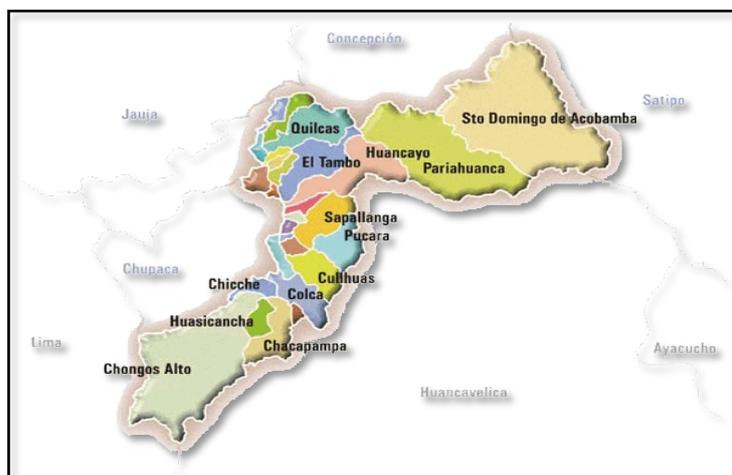


Figura 3: Provincia de Huancayo

Fuente: Hinostroza Alvino (2018)

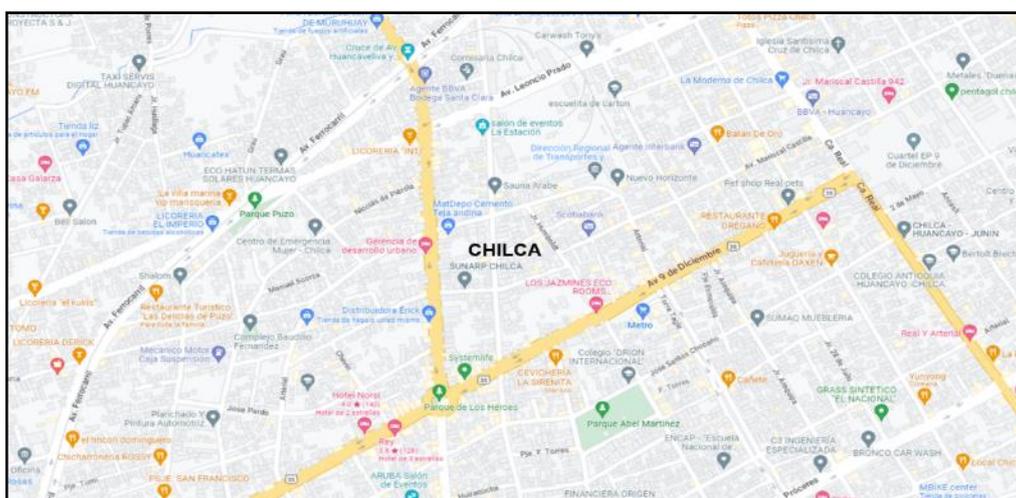


Figura 4: Ubicación geográfica del distrito de Chilca

Fuente: Tomado de “Maps,” por Google, 2022.

1.2.2. Temporal

La investigación se desarrollará entre los meses de Julio hasta el mes de octubre de 2023.

1.2.3. Económico

El desarrollo de la presente investigación está financiado en el 100% por parte del autor.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué efecto produce la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera varia la estabilidad/ flujo al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?
- b) ¿Cómo se altera el desgaste al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?
- c) ¿Cuál es la alteración que sufrirá el peso específico al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación social

Según Méndez, (2020), “Una investigación presenta una justificación practica cuando ayuda al desarrollo y resolución de un problema y propone estrategias a aplicarse y ayudan a contribuirlo” (pág. 25).

Las carreteras proporcionan la accesibilidad necesaria a servicios básicos como sanidad, educación, centros de trabajo, etc., por lo tanto, se puede decir que una vía de trasporte es una necesidad obvia desde el punto de vista económico y social, además, si se tiene una vía correctamente implementada y con un diseño previsto a futuro (para una población creciente) se puede asumir la confiabilidad del servicio. Si se tiene una vía de trasporte confiable, se garantiza la mejora de

la calidad de vida del ciudadano beneficiado, así como el desarrollo y crecimiento económico del grupo social afectado.

Este aporte tecnológico propone obtener un producto de mayor calidad y durabilidad, por tanto, la construcción de pavimentos con esta tecnología supone menores gastos de mantenimiento y por lo tanto poder hacer inversiones en otro tipo de proyectos para beneficio de la población afectada. Así mismo, contar con vías de tránsito en mejores condiciones asegura el comercio y transporte eficaz, crecimiento económico, y por ende una mejor calidad de vida, como el incremento de modos de transporte, mayores ingresos en el hogar, mayor accesibilidad a centros de salud, centros educativos, instituciones de gobierno, entre otros.

También, el hecho de utilizar material reciclado como agente modificante para la mejora de los pavimentos asfálticos, es una manera de apostar por el desarrollo sostenible; es decir, por la economía circular. Así, además de mejorar el pavimento, también se generan oportunidades de trabajo y se contribuye a la lucha contra la crisis medio ambiental que atraviesa el mundo.

1.4.2. Justificación científica

Según Brena, (2021), “la justificación teórica o científica muestra la importancia de la investigación de un problema en el desarrollo de la teoría científica implicada en el estudio que permite realizar una innovación científica, de esta forma se adquiere una perspectiva y enfoque con bases de información existentes” (pág. 75).

La presente investigación se da por la de determinar de qué manera modifica la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño de una mezcla asfáltica en caliente (MAC). Esto implica conllevar una serie de ensayos entre ellas las más primordiales que es la estabilidad, flujo, desgaste y peso específico, para así obtener resultados y así determinar si son favorables o no favorables.

1.4.3. Justificación metodológica

Según lo mencionado por Galindo, (2021), “una tesis se ve justificada metodológicamente cuando una investigación viene a proponer estrategias que

originan un conocimiento valido y confiable que puede ser empleado en futuras investigaciones” (pág. 26).

En la investigación nos ayuda a determinar una nueva forma de realizar un diseño de mezcla asfáltica en caliente (MAC), el cual consta en la adición de bolsas de plástico (recicladas) lo que en sí, ya se considera como una nueva metodología puesto que los resultados obtenidos de esta investigación servirán para futuras construcciones de relacionados a asfalto, también servirá como antecedente que nos brindara la información de la dosificación adecuada que permita modificar de manera favorable sus propiedades.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Determinar los efectos de la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Identificar la variación de la estabilidad/ flujo al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.
- b) Evaluar la alteración de del desgaste al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.
- c) Determinar la alteración que sufre el peso específico al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

2.1.1. Antecedentes nacionales

Modera, (2018), presento la tesis de pregrado **título:** “Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica densa en caliente con adición de polipropileno”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar el comportamiento que muestra la mezcla densa en caliente (MDC-19) dirigido a un tráfico pesado, al adicionar polipropileno en forma de poli sombra cuyas tiras son de 10cm, empleando la **metodología:** En la investigación se emplearon ensayos de laboratorio normados para hallar los resultados a formando así haber empleado un diseño experimental de tipo aplicada de nivel explicativo, obteniendo como **resultado:** Luego de realizar en ensayo de cántabro de pérdida por acción de desgaste observando así un aumento en el porcentaje de pérdida del desgaste en función del contenido de polisombra de esta forma se descarta que la adición de 1% poli sombra muestra resultados cercanos al convencional, para un 0.5% de polisombra a 150 vueltas muestra una pérdida menor que el convencional, en el ensayo de porcentaje de pérdida muestra un contenido óptimo de polisombra de 0.5%, y finalmente **concluyo:** La modificación del polipropileno en forma de

poli sombra muestra resultados satisfactorios en presencia de humedad sin producir daños permanentes en la mezcla, al mejorar el valor de adherencia con adición de 0.5% y 1.0%.

Barrera, y otros, (2018) presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tipo mdc-19 adicionada con fibras de terlenka y una mezcla asfáltica convencional”, **objetivo general:** Realizar una comparación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica tipo MDC-19 al adicionar fibra de Terlenka en forma de grano a diversas dosificaciones, empleando la **metodología:** En la investigación de empleo una metodología aplicada, con un diseño experimenta, y de tipo explicativo, se esta forma se obtuvo como **resultados:** Al realizar un análisis del flujo y estabilidad en la mezcla con un remplazo de agregado con fracción de tamiz 80 llegan a mostrar una ligera mejoría al realizar un porcentaje de remplazo fue de 4% y 5%, la resistencia a la tensión de la mezcla convencional es de 80.0% en caso de la adición de 4% de fibra se obtiene un valor de 77.4% y para una adición de 5% se llegó a un valor de 79.9%, y finalmente **concluyo:** Mencionando que realizar un remplazo en forma de grano llega a ser positivo cuando el tamaño de los agregados se encuentra en el tamiz 80 al realizar un remplazo de 4% a 5%. En caso de tamaños superiores no se esperan resultados notables, esto está en proporción al porcentaje de remplazo realizado.

Herrera, y otros, (2021), presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Mezcla asfáltica modificada con PET características que aporta el PET (polietileno tereftalato) en la mezcla de asfalto”, **objetivo general:** Determinar la influencia que tienen la adición de PET en la mezcla asfáltica en comparación de las mezclas reguladas de INVIAS, empleando la **metodología:** En la investigación se aplicó una metodología científica, la investigación es de tipo aplicada, y se emplea un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** En el ensayo soporta un numero de 36529368 ciclos par el nivel de confianza de 97%, la mezcla asfáltica modificada con PET afecta en el coeficiente de regresión con un valor de 47518279 ciclos de menor nivel de deformación de 250 mcrcs, y finalmente **concluyo:** Afirma que con adición del 2.5% de PET la mezcla asfáltica modificada llega a mejorar sus propiedades y se prolonga su vida útil esto al evitar un deterioro temprano del pavimento al recibir un aumento

excesivo del tránsito, los resultados obtenidos de la prueba del ensayo de fatiga cumple con las limitaciones de norma.

Cárdenas, (2021), presentaron la tesis sustentada en pregrado **Titulado:** “Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico – mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021”, **objetivo general:** Analizar el comportamiento físico mecánico de la fibra de polietileno de las botellas de plástico para el diseño de la mezcla asfáltica en frío-Tacna 2021, empleando la **metodología:** La investigación se realizó desde un enfoque cuantitativo, muestra un diseño experimental y un nivel de investigación explicativo, obteniendo como **resultado:** En la tesis se realizaron ensayos con diversas dosificaciones de 1.5%, 2% y 3% obteniéndose así una resistencia a la compresión luego de un periodo de 28 días se obtuvo valores de 399.24 kg/cm², 402.03 kg/cm² y 405.26 kg/cm² respectivamente, y finalmente **concluyo:** Afirma que a una mayor dosificación de fibras de polietileno (PET) se muestra una mejora en las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica. Además, la estabilidad y el flujo llegan a mejorar mostrando, así como la dosificación más optima el 2% de PET.

Diaz, (2022), presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Efectos de la incorporación de PET reciclado en mezcla asfáltica en caliente para cargas de bajo tránsito en la ciudad de Iquitos-Perú, 2021”, **objetivo general:** Determinar este porcentaje de mejora de las propiedades estructurales y físicas de la mezcla asfáltica modificada con PET en una comparación convencional, empleando la **metodología:** La metodología empleada en la investigación es de tipo experimental, este diseño de investigación es cuasi-experimental luego de haber realizado un análisis por el medio de ensayos, se esta forma se obtuvo como **resultados:** En la investigación se realizó el ensayo Marshall, obteniéndose valores de gravedad específica de 2.457 gr/cm³, 2.447 gr/cm³, 2.430 gr/cm³ y 2.418 gr/cm³ para una dosificación de 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de PEN 60/70, el factor de rigidez obtenido para las dosificaciones de 4%, 5%, 6%, 7% de PET es de 2473.16 kg/cm, 2037.14 kg/cm, 1930.52 kg/cm y 1659.43 kg/cm respectivamente, los valores de gravedad específica obtenidos son 2.393 gr/cm³, 2.378 gr/cm³, 2.359 gr/cm³ y 2.349 gr/cm³ según dosificación respectiva, y finalmente **concluyo:** Afirma que la mezcla asfáltica al incorporar

plástico reciclado PET cumple con los valores mínimos de propiedades mecánicas y físicas del EG-2013, pero no muestra una mejora el resultado del comportamiento de las deformaciones permanentes al compararlo con la mezcla asfáltica convencional.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Navarro, (2018), presento la tesis de pregrado **titulado:** “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de Pet”, el cual fija como **objetivo general:** Elaborar una mezcla asfáltica en caliente adicionando PET, lo que permite la llegar a determinar una estabilidad y el flujo para pavimentos flexibles, empleando la **metodología:** En la investigación se realizó se realizó una propuesta de mezcla que luego fue estudiada en laboratorio mediante diversos ensayos para ver los efectos que ocasiona la adición de PET, de esta forma se empleó un diseño experimental, se empleó una metodología aplicada de nivel explicativo, obteniendo como **resultado:** Al realizar el ensayo Marshall al que se le aplico 50 golpes de ambos lados haciendo un total de 100 golpes para un tráfico liviano se obtuvo un factor de estabilidad de 10.25 Kn (en las especificaciones este valor es de 5.34 Kn) en tanto el valor de flujo que se obtuvo es de 540 kg (en las especificaciones este valor es de 544 Kg), y finalmente **concluyo:** Se afirma que al emplear PET se limita a un diseño de mezcla asfáltica para tráfico liviano que comprende al tráfico livianos de taxis, moto taxis, etc. Esto para el uso en calles secundarias.

Capcha, (2018), presento la tesis de pregrado **titulado:** “Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia que provoca la incorporación de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, Tacna 2018, se empleó la **metodología:** En la investigación se realizaron ensayos de laboratorio para identificar el comportamiento resultante de la mezcla asfáltica al realizar una adición de caucho, guiándose en la metodología científica, la investigación es de novel descriptivo, es de tipo explicativo y empleo un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Al incorporar el caucho reciclado a la mezcla asfáltica se mejora la resistencia en un 3.83% incrementando el 10% GCR en comparación a la mezcla convencional, se obtuvo 1392.35 kg con estabilidad de 1339.05kg

mostrando así que mejora la resistencia a la flexión, y finalmente **concluyo:** Menciona que luego de realizar el ensayo Marshall por un proceso de vía seca se incrementó un 10% de GCR al obtener un valor de 4.64% superando a la mezcla convencional.

Quintero, y otros, (2020), expone la tesis **titulada:** “Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar la capacidad estructural del pavimento flexible de la estructura convencional respecto a estructuras convencionales en comparación a las mezclas asfálticas modificadas con PET para vías con bajo tráfico, se empleó la **metodología:** Aplicada, es de un nivel comparativo, de basa en un diseño experimental al realizar experimentos a las muestras de asfalto, obteniendo como **resultado:** Al realizar un análisis de la resistencia por tracción en la carpeta asfáltica con un 0% de PET, con dosificación del 5% de PET se aumenta en 1mm en el que se satisface un valor menor e igual a deformación a tracción de las estructuras, con adición del 10% de PET se muestra un aumento de 7mm en el espesor comparado con los espesores mínimos de carpeta asfáltica que se plantea en el manual de diseño y con una adición del 20% se requiere que la carpeta sea un mínimo de 0.10 m con el objeto de lograr una deformación por tracción igual o menor a la deformación impuesta para las estructuras, y finalmente **concluyo:** Afirmando que todos los estudios llegan a superar el rango mínimo requerido por el Marshall con valores mínimos de 5KN según lo menciona INVIAS, los vacíos de aire llegan a aumentar según sea la adición del PET, además al adicionar entre un 0.5% a 2.5% la densidad obtenida rodea el valor de 2.382 gr/cm³, la densidad disminuirá según se adicione PET.

Lopez, (2020), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con polímeros provenientes de las botellas PET recicladas”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar una evaluación de los polímeros provenientes de las botellas PET recicladas modificada para aprovechar parte de los residuos poliméricos con requisitos mínimos de diseño, empleando la **metodología:** En la presente investigación se empleó una

metodología con diseño experimental, de nivel explicativo, con una metodología aplicada, obteniendo como **resultado:** Al realizar la investigación se realizó dosificaciones de 0%, 1%, 2%, 3% y 4% de PET, mostrando un mejor resultado de estabilidad con la dosificación del 5% en tanto el mejor resultado de flujo es la mezcla convencional, al emplear esta mezcla se llega a disminuir el peso volumétrico hasta en un 23% y es posible la reducción del contenido de asfalto en un 0.5% al realizar una dosificación del 2% de PET sin que su trabajabilidad se vea afectada, y finalmente **concluyo:** Afirma que la adición de PET en la mezcla asfáltica mejora el comportamiento final en sus propiedades físicas y mecánicas siendo las dosificaciones de 1% y 2% de PET las que cumplen con la normas de INVIAS.

Casi, y otros, (2021), presento la tesis de pregrado **titulado:** “Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros reciclados HDPE y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el porcentaje más óptimo de dosificación de HRPE y SBR en la mezcla asfáltica para mejorar la estabilidad y el flujo, empleando la **metodología:** En la tesis se empleó una investigación de tipo aplicada, se empleó una metodología de nivel explicativa, la metodología con la que se elaboró la investigación es científico, y el diseño es experimental, obteniendo como **resultado:** Al realizar el ensayo Marshall y analizar la estabilidad de la mezcla con las dosificaciones de 4.92%(asfalto), 4% (HDPE), 6 (SBR) y 4%(HRPE) con 2% (SBR) obtiene una estabilidad en temperaturas bajas de 2954.42, 5805.52, 7262.68 y 5228.75 respectivamente, para el caso de altas temperaturas se obtuvo valores de 1302.70, 1735.84, 1316.08, y 1473.81 de forma respectiva según dosificaciones, los valores de flujo obtenido a temperaturas bajas son 11.04, 16.95, 12.66 y 13.39, para el caso de un flujo de temperatura alta los valores obtenidos son 8.99, 11.23, 10.20 y 10.26, y finalmente **concluyo:** Mencionando que al adicionando el 4% y 2% de HRPE y SRP de forma respectiva en la mezcla asfáltica en caliente esta produce una mejor estabilidad y flujo luego de realizar el ensayo Marshall.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Bolsas de plásticos (recicladas)

El plástico es un término empleado para referirse al material obtenido a partir de polímeros que a su vez llega a ser combinado con diversos aditivos otorgándosele un color y flexibilidad. El término de polímero viene a provenir del griego “poli” de múltiple y “mero” que tienen de unidad. De esta forma los polímeros llegan a ser compuestos químicos que refieren a largas cadenas con unión de monómeros. Castro, (2017)

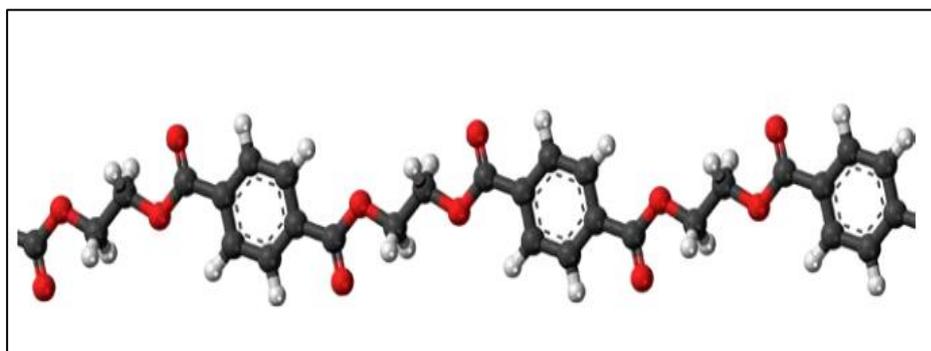


Figura 5. Cadena de polímero constituido por monómeros

Fuente: “Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión”, Castro , (2017)

Los diversos tipos de plástico son obtenidos por diversas reacciones químicas referente a diferentes materiales con un origen sintético y mineral. El material prima natural tiene como ejemplo a la celulosa, un caucho natural, ámbar, etc. Castro , (2017)

2.2.1.1. Impacto social de bolsas de plástico

Las bolsas plásticas llegan a ser uno de los materiales más comunes de basura. La acumulación de la gran cantidad de bolsas plásticas en las localidades de los sistemas de desarrollo, provocando taponamiento en sistemas pluviales, emisión de CO₂, etc.

Las bolsas plásticas llegan a ser uno de los principales problemas de contaminación que a menudo llega a ser un truco de la mercadotecnia en la que no existen regulaciones sobre cómo se llega a usar. La mayoría de estas bolsas en realidad terminan en vertederos y se quedan allí por cientos de años. (Pacheco Neyra, (2019)

2.2.1.2. Tipos de bolsas plástico

- **Bolsas de plástico muy ligeras**

Este tipo de bolsas son empleadas en la industria de comercialización

de fruta, verdura, carne, productos pesqueros, centros comerciales, mercados y establecimientos menores. Estas bolsas se caracterizan por tener un espesor menor a las 15 micras llegan a ser gratuitas por lo que su expendio es en gran escala. VelSid, (2018)

- **Bolsas de plástico ligeras**

Estas bolsas muestran espesores de entre 15 a 50 micras y se encuentran en gran cantidad de establecimientos de todo tipo siendo así empleadas para el transporte de compras. Son aquellas que tienen un espesor entre 15 y 50 micras, son las que se encuentran en la mayoría de establecimientos de todo tipo y se utilizan para transportar la compra. VelSid, (2018)

- **Bolsas de plástico gruesas**

Estas bolsas muestran espesores de 50 micras que son empleadas en el expendio de ropa y calzado en diversos comercios.

- **Bolsas de plástico fotodegradables**

Estas bolsas están elaboradas con material plástico que adjunte plásticos por un efecto de micro fragmentación del material plástico acelerando así el proceso de fragmentación por casos de acciones ambientales. VelSid, (2018)

- **Bolsas de plástico biodegradables**

Son el resultado del procesamiento de materiales vegetales que se disuelven en un periodo de un mes convirtiéndose en abono. VelSid, (2018)

- **Bolsas de plástico compostables**

Estas bolsas muestran un sello identificativo siendo ligeras y muy ligeras conteniendo así un porcentaje de plástico que se llegan a degradar en condiciones de temperaturas elevadas o en un ambiente de aireación.

- **Bolsas de papel**

Estas llegan a ser una de las mejores opciones para comparar las bolsas antes mencionadas al llegar a degradarse con una gran facilidad causando problemas medio ambientales, peso son bolsas con un solo

uso y el consumo excesivo se llega a traducir en unos abusos de los recursos naturales. VelSid, (2018)

2.2.1.3. Propiedades del PET

El PET se considera un material que químicamente llega a ser estable y excepcional resistente a acciones químicas siendo posible la aplicación de adhesivo en caso de productos con envases es procesada por acción de inyecciones de soplado biorientado, al realizar esta acción no se genera gases perjudiciales para la capa de ozono. Logrando tener una sustitución al tener ventajas por un envase de vidrio, lata y cartón.

Tabla 1. Propiedades que muestra el PET a una temperatura de 23°C, 50% de humedad relativa en un periodo de 24 h.

Propiedad	Valor		Unidades
	PET amorfo	PET cristalino	
Densidad	1.34	1.38	g/cm ³
Absorción del agua	0.16	0.1	%
Resistencia a tensión de cedencia	55	81	N/mm
Elongación hasta un punto de ruptura	300	70	%
Temperatura de deflexión	<ul style="list-style-type: none"> • 70 • 72 	<ul style="list-style-type: none"> • 80 • 115 	°C
	<ul style="list-style-type: none"> • @ 1.86 N/mm² • @ 1.45 N/mm² 		°C
Resistencia-di eléctrica	450	600	KV/cm

Fuente: “Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión”, Castro, (2017)

a) Fuerza y baja densidad

El plástico se caracteriza por su bajo peso y la gran resistencia que ofrece, de esta forma algunos plásticos como el kevlar vienen a ser empleado en chalecos antibalas llegando a ser más resistentes que el acero.

b) Facilidad de moldeado

El plástico muestra una facilidad de moldeado, formando así formas complejas desde un nivel ingenieril lo que lo diferencia claramente de diferentes materiales, eliminado así esa necesidad de unir piezas individuales. Castro, (2017)

c) Durabilidad

El plástico tiene una facilidad de mejora al emplear aditivos otorgándole propiedades como retardantes de llama ofreciéndole una protección ante los rayos UV. De esta forma el plástico tarda muchos años en perder las propiedades físicas y mecánicas considerándolo un material sumamente duradero. Castro , (2017)

d) Bio inerte

La propiedad de Bio inercia esta referida a la resistencia al crecimiento de los microorganismos ante una exposición de materia orgánica lo que la vuelve difícilmente degradable. Castro , (2017)

2.2.1.4. Empleo de polímeros

El empleo de materiales en base a plásticos es cada vez más constante, el proceso de desintegración en un medio acuático o de aire es difícilmente logrado por lo que causa contaminación en el medio ambiente. Estos materiales plásticos se dividen en dos grupos: termosets plásticos y termoplásticos. Forigua, (2014)

a) Clasificación de tereftalato de polietileno

El polímero en función a las aplicaciones se llega a clasificar en función a como se llega a encontrar entrelazado de forma química y al estar unido por una fuerza intermolecular y en relación a la disposición de las diversas cadenas que lo conforman.

Tabla 2. Representación de las características de los grupos de plásticos

Termosets Plásticos	Termoplásticos
Cambia con facilidad su forma al reblandecer su estructura por un aumento de temperatura	El empleo de estos materiales puede ser de utilidad en las vías pavimentadas
Conserva sus propiedades mecánicas, recuperando su resistencia al enfriarse	

Fuente: “Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos”, por Forigua, (2014)

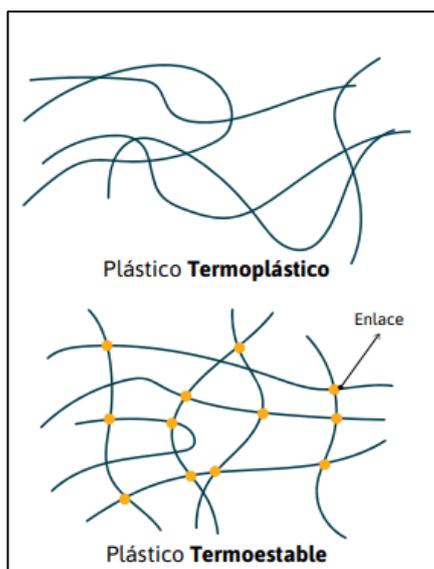


Figura 6. Cadenas termoestables y termoplásticas

Fuente: “Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos”, por Forigua, (2014)

Tabla 3. Clasificación del polímero según su uso

Tipo	Material	Aplicaciones
Termoestables	Resina fenólica, de poliéster, poliuretano y melamina	Vajillas, espuma, relleno, laminas acanaladas, etc.
Termoplástico	Poliétileno tereftalato (PET)	Botellas de envases termoformados
	Poliétileno con baja densidad	Bolsas
	Cloruro de vinilo (PVC)	Bolsas tipo papel, cubetas, macetas y botellas
	Polipropileno (PP)	Recipiente de comida, películas, ganchos, sillas de jardines.
	Poliéster (PS)	Envases para cosméticos
	Nylon	Engranajes y ruedas de patines
Elastómeros	Caucho sintético, neopreno y látex	Guantes, trajes especiales y neumáticos
Fibras	Poliéster y poliamidas	Tejidos con una alta resistencia, tejidos impermeables

Fuente: “Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS”, por Quintero, y otros, (2020)

Los materiales termoplásticos son los que llegan a deformarse al ser calentados y muestran una buena resistencia hacia el fenómeno de resistencia y ante un fenómeno de fluencia. Estos elastómeros se llegan a caracterizar por una alta elongación y flexibilidad que llegan a disponer. Quintero Serrato, y otros, (2020)

Realizar una adición de los materiales plásticos al betumen llega a crear tres efectos que llegan a depender de la naturaleza química, talla y características físicas que muestra las materias plástico, Forigua Orjuela, (2014):

- Efecto que llega a tener el ligante: La disolución verdadera y dispersión en el estado fundido del material plástico en la mezcla muestra un aumento de la viscosidad del ligante.
- Estructura: La adición de fibras y tiras plásticas crean entre los agregados uniones
- Efecto bloqueante: Estas tiras plásticas que se muestran en los agregados llenan los vacíos del esqueleto granulométrico en el momento de compactar.

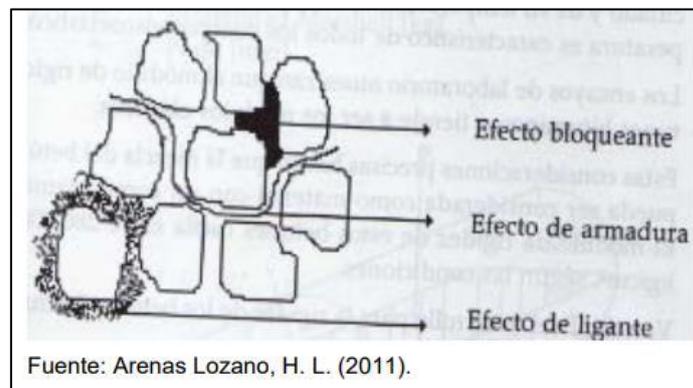


Figura 7. Efectos de materiales plásticos que producen en el bitumen

Fuente: Arenas, (2011)

El efecto que llega a alcanzar la presencia de estos efectos muestra los siguientes resultados:

- Existe una susceptibilidad térmica: Este es uno de los inconvenientes más referenciales en los bituminosos lo que mejora la respuesta.
- Muestra un aumento en la capacidad de compactación.

- Presenta un aumento en la resistencia de la capa.
- Se muestra una disminución en la velocidad del consumo de energía al fabricar la mezcla bituminosa.

2.2.1.5. Polímeros

El polímero se llega a definir como un material con un alto peso molecular formada por la unión de moléculas conocidas como monómeros (que muestran una composición química simple). De esta forma se llegan a originar moléculas gigantes que toman diversas formas como: cadenas y forma de escalera, que difícilmente se llegan a ablandar al ser calentadas. En este caso algunos de los modificadores poliméricos que dieron buenos resultados se llegan a enlistar de forma continua Diaz, (2022):

- **Homopolímero:**

Se caracteriza por presentar una unidad estructural conocida como monómero.

- **Elastómero:**

Al estirar su estructura se llega a sobrepasar la tensión de fluencia, sin volver a su longitud original cuando para la aplicación de cargas.

- **Copolímeros:**

Esta presenta varias unidades estructurales (EVA, SBS)

a) **Proceso de producción**

Para la fabricación de PET se realizan algunas estrategias con el objeto de minimizar los impactos ambientales en el proceso de producción de material, mostrando el uso de un gas natural que trabaja como una fuente de energía que genera vapor y favorece en el proceso de calentamiento, manteniendo controladas las emisiones atmosféricas por oxidantes térmicos. Quintero, y otros, (2020)



Figura 8. Proceso de producción del PET

Fuente: Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS, por Quintero, y otros, (2020)

- **Polimerización**

Por un proceso de esterificación en la que se elimina el agua y metano para luego llegar a pasar por un proceso de policondensación, un proceso en el que se basa en catalizadores a temperaturas de 270°C llegando a una fase de polimerización de la resina. Alcanzando una densidad decuada rompiendo el vacío al introducir nitrógeno evitando oxidación. Quintero, y otros, (2020)

- **Cristianización**

Luego de pasar por un proceso de polimerización el PET soporta un cambio en la estructura y este proceso consiste más en un cambio físico en el que las moléculas pasan por disposiciones iniciales a una estructura más regular esto al pasar por una temperatura térmica de entre 130°C a 160°C y a la vez el granulo se llega a mantener en agitación por acción mecánica llegando así a alcanzar una densidad de 1.33 g/cm³ a 1.4 g/cm³. Quintero, y otros, (2020)

- **Post polimerización**

Al presentar un granulo cristalizado se vienen a colocar en un reactor siendo sometido a flujos de nitrógeno a temperaturas de más de 200°C. Este es un tratamiento que genera una reacción que aumenta el peso

molecular de esta resina de 0.72 a 0.86 siendo idóneo para llegar a la fabricación de botellas.

- **Inyección estirado y soplado**

El PET resultante llega a ser sometido a un proceso de calentamiento de forma gradual y de forma posterior a un moldeado dándole un tamaño definitivo al PET esto por una presión del aire para darle una forma permanente. Quintero, y otros, (2020)

2.2.1.6. Reciclado de PET

Esta necesidad de solucionar la gestión que se les da a los residuos sólidos llega a impulsar el desarrollo de aquellos sistemas alternativos de reciclado y de la valorización de los envases empleado. El PET es uno de los materiales más empleados en los últimos años. El reciclado de este material representa una realidad viable de un lado ambiental dando lugar así a un producto con un importante valor de agregado contribuyendo así a la reducción de sólidos. Martínez , (2007)

El proceso de reciclado de aquellos materiales que muestran propiedades físicas y químicas que son útiles aun luego de ser empleados, acondicionándolos con el propósito de integración en un ciclo productivo de materia prima. De esta forma el proceso de reciclado del PET está clasificado en cuatro categorías. Martínez Patlán , (2007)

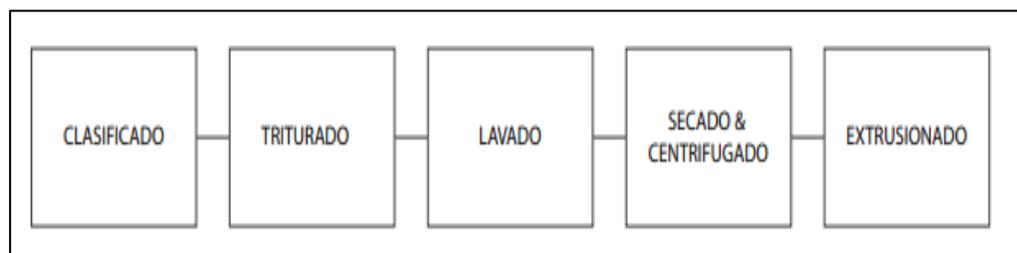


Figura 9. Proceso de reciclaje mecánico

Fuente: Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión, por Castro , (2017)

a) Proceso de reciclaje

- **Clasificación**

Para este proceso se vuelve necesario que cada tipo de plástico sea separado en función a la categoría. Este proceso es realizado de forma manual. Además, en muchos casos estos envases que son reciclados muestran presencia de suciedad y en varios casos se encuentran objetos extraños. Alguno de estos materiales puede estar sucios haciendo imposible emplearlo.



Figura 10. Clasificación y categorización del plástico

Fuente: Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión, por Castro , (2017)

- **Lavado**

En este proceso se llega a eliminar las piedras, metales, papeles, tierra y la presencia de cualquier otro material. El plástico tiene que ser sumergido en el agua para luego pasar por movimientos repetitivos dejando las impurezas en el fondo.



Figura 11. Proceso de lavado del plástico

Fuente: Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión, por Castro , (2017)

- **Lavado**

En esta etapa el material pasa por una máquina de centrifugación para alcanzar un secado total. Eliminado cualquier tipo de impureza que haya quedado.



Figura 12. Lavado y centrifugado del plástico

Fuente: Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión, por Castro , (2017)

b) Categorías del reciclaje de plástico

- **Reciclado primario**

Esta se define como un aprovechamiento de los residuos sólidos de una línea de producción dándole una misma aplicación que se le dio de forma inicial como materia nueva. Este proceso se llega a la aplicación de los residuos sólidos que no vienen a estar contaminados con otro tipo de plásticos o muestran lotes defectuosos estando relativamente limpios, estando así levemente afectados por una degradación térmica. Martínez, (2007)

- **Reciclado secundario**

Se denomina de esta forma al proceso en el que el material y los artículos de plásticos llegan a ser procesados con el objeto de la obtención de productos terminados muy diferentes al producto original. Este proceso de reciclado muestra dificultades esto según las propias características de estos residuos determinadas así por su procedencia. Martínez, (2007)

- **Reciclado terciario**

Se define de esta forma a un reciclado químico que consiste en una producción de sustancias químicas básicas con un bajo peso molecular. Estos plásticos reciclados consisten en polímeros con una cadena larga que muestran contaminantes químicos de cloro, oxígeno y nitrógeno, así mismo se muestran impurezas como cargas y pigmento adherido por este motivo en un agregado terciario se toman en cuenta las siguientes consideraciones en donde los elementos químicos son partículas que deben de ser separadas físicamente. Martínez, (2007)

- **Reciclado cuaternario**

El proceso de incineración consiste en recuperar un contenido original del material de plástico residual, y es empleado como un combustible para la producción de vapor y electricidad.

2.2.2. Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Las mezclas asfálticas se llegan a definir como una combinación de ligantes y agregados pétreos que luego de estudios en laboratorio se plantea un diseño. Estas pueden llegar a ser elaboradas en frío, caliente y tibias y que en ocasiones llega a ser preparada en la misma vía.

La mezcla asfáltica en caliente se coloca en temperaturas arriba de 140 °C, dividida de acuerdo en función a la constitución granulométrica mostrando una variación en el contenido de vacíos al interior.

Tabla 4. Clasificación de la mezcla asfáltica en caliente

Tipo de Mezcla	Denominación	Definición
Mezcla densa	MDC	Este tipo de mezcla asfáltica muestra una curva asfáltica continua bien graduada, llegando a la búsqueda de un mínimo de vacíos.
Mezcla semi densa	MSC	Esta mezcla asfáltica muestra una curva granulométrica continua, mostrando una insuficiencia de algunos tamaños, evidenciado en un porcentaje de vacíos.
Mezcla gruesa	MGC	En este caso el tamaño que presentan las partículas es mayor por este motivo llega

a ser apreciable en un nivel superficial, mostrando así un acabado rugoso con un valor de% de vacíos por encima de una mezcla semi densa.

Fuente: Comportamiento mecánico de misturas asfálticas con inserción de PET, por Arao, (2016)

La mezcla en caliente presenta agregados de diversos tamaños, constituyendo así una estructura cerrada donde el contenido de vacíos varía entre valores de 3% a 8%, esta diferencia se muestra con respecto a las mezclas densas en el que el porcentaje de vacíos llega a ser más mínimo. Esta mezcla muestra variaciones marcadas en relación a la rigidez de una mezcla densa y la durabilidad se define en la resistencia a la abrasión. Quintero, y otros, (2020)

2.2.2.1. Asfalto

El asfalto llega a definirse como una mezcla de diversos hidrocarburos que se incluyen desde gases muy livianos como metano como: metano y materiales semi sólidos del asfalto, el asfalto se considera un material bituminoso de color negro o café oscuro, llega a estar constituido de forma básica de asfáltenos, resinas y aceites, estos elementos proporcionan características de consistencia, ductilidad y aglutinación, al ser sólidos y semi sólidos proporcionando propiedades cementantes en temperaturas ambientales normales. Al ser calentados estas tienden a ablandarse de forma gradual llegando a alcanzar una consistencia líquida. Este material se diferencia por su viscoelasticidad lo que significa que el material tiene propiedades elásticas de sólidos y un comportamiento viscoso de un líquido. Diaz, (2022)

El asfalto es definido como un material cementante, que muestra una variación en la consistencia de entre un sólido a un sólido blando al estar a temperatura ambiente. Al llegar a calentarse lo suficiente el asfalto se llega a ablandarse y tomar una característica líquida permitiendo que el agregado este cubierto por causa de mezcla en caliente.

El asfalto empleado en casos de pavimentación más conocido como un cemento asfáltico se comporta como un material viscoso y pegajoso dándole la facilidad de adherencia a las partículas de agregados comportándose, así como un excelente cementante en las mezclas en caliente.

El cemento asfáltico también se comporta como un material impermeabilizante difícilmente afectado por los ácidos. En este caso que el pavimento con concreto asfáltico es impermeable y resistente en muchos tipos de daños. El asfalto llega a cambiar al momento del envejecido llegando a comportarse como un elemento más duro y frágil. Perdiendo la capacidad de adherencia con los agregados siendo necesario la toma de medidas para garantizar un pavimento el proceso de envejecimiento. Balbin, y otros, (2020)

Es un material elástico se caracteriza por ser capaz de recuperar su forma inicial, al llegar a ser deformad, en tanto un material viscoso se caracteriza particularmente fluye y se deforma según el tiempo. Este material muestra un origen de los derivados de petróleos y naturales.

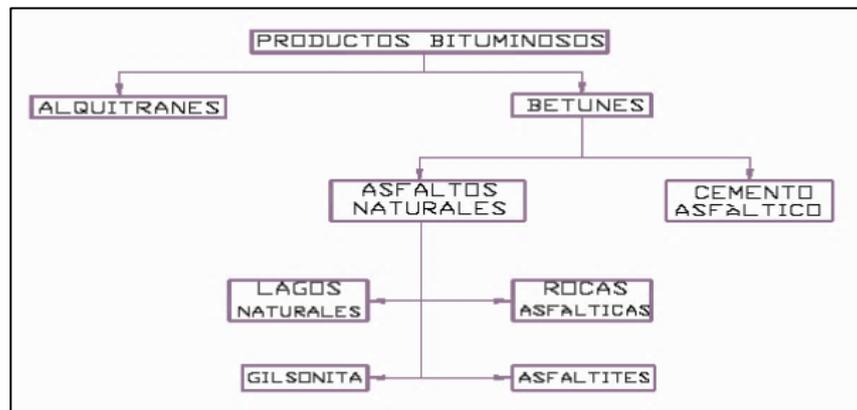


Figura 13. Agrupación de los productos bituminosos

Fuente: Productos Bituminosos, por Velázquez , (2008)

Los asfaltos modificados llegan a ser producto de una disolución e incorporación de aditivos que modifican su composición tales como polímeros, las que muestran una estructura estable en el tiempo, son estables ante el cambio de temperatura que al ser adicionados a la mezcla asfáltica llegan a modificar propiedades tales como la cohesión, susceptibilidad ante un cambio de temperatura, resistencia al envejecimiento y al agua. Forigua, (2014)

Estos modificadores llevan al aumento de la resistencia de la mezcla asfáltica hacia la deformación a causa de esfuerzos de tensión a consecuencia de la fatiga, se llega a la reducción del agrietamiento, evitando así una susceptibilidad de la capa de rodadura al cambio de temperatura.

El ligante asfáltico de forma tradicional presenta limitaciones en la respuesta de carga que muestra un aumento en la intensidad y la frecuencia, esto se logra sin

omitir el dato del clima que llegaron a generar efecto de ondulaciones y el agrietamiento prematuro. Debido a estas consecuencias se ve necesario la búsqueda y el desarrollo de materiales nuevos que logren reducir los gastos del proceso de conservación. Forigua, (2014)

El empleo de ligantes modificados muestran una capacidad de mejora en los resultados del comportamiento obtenido, dando una oportunidad de adecuación ante condiciones específicas que muestran la respuesta ante proyectos.

a) Tipos de asfalto

- **Asfalto Natural**

El asfalto natural es extraído de lagunas con cuencas petroleras formando así una mezcla de hidrocarburos sólidos muy complejos.

- **Asfalto de petróleos**

Este asfalto es obtenido por un proceso de destilación del petróleo crudo caracterizada por la durabilidad y el refinado al conseguir una condición uniforme.

b) Usos más comunes

- **Pavimentos**

Es empleado como material aglutinante para llegar a elaborar carpetas asfálticas de la construcción del pavimento.

- **Tratamientos superficiales**

El material desde un punto económico muestra buenos resultados durante un límite de tiempo, llega a ser adecuada como parte del proceso de mantenimiento para el tráfico ligero.

2.2.2.2. Características del asfalto

El asfalto presenta componentes con características mínimas. Yoel, (2019)

a) Aglomerante

Se define como un material pétreo que al ser triturado y molido se le viene a agregar agua, así como tipos de colorantes y otros aditivos para llegar a adquirir diversas consistencias con propiedades adherentes óptima con el objeto de unir piezas.

b) Estabilizante

Al emplear el agente como un estabilizador en materiales granulares se obtiene una alta estabilidad considerándolo igual que el cemento y la cal. Flor, y otros, (2020)

2.2.2.3. Materiales que componen las mezclas asfálticas

El asfalto llega a estar compuesto por materiales que están constituidos por sustancias y elementos incluidos en la matriz granular asfáltica como los agregados, emulsión asfáltica, etc.

a) Agregado pétreo

Los agregados llegan a estar constituidos por arenas, gravas y minerales que son productos de trituración haciendo parte del esqueleto granular de la mezcla asfáltica. De esta forma es necesario conocer el origen en los agregados reconociendo así el comportamiento de la matriz, de la misma forma estos agregados deben de estimar el comportamiento mediante una serie de pruebas asegurando así un comportamiento adecuado de la superficie del pavimento.

El agregado pétreo que viene a ser empleado para la preparación de la mezcla asfáltica esta no debe de desprenderse del ligante por acción de agua y del tránsito. Se llega a admitir el uso de agregados que muestren características hidrófilas, al añadir algún aditivo comuna eficiencia proporcionado una buena adhesividad. Se vienen a denominar como agregado grueso a aquel porcentaje de material de agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y el agregado grueso que vienen comprenderse entre los tamices de 4.75 mm y 75 mm (N° 4 y N° 200).

Tabla 5. Clasificación de los agregados en función a su tamaño

Agregado	Definición	Tamaño
Gravas	Las gravas de roca que componen el cuerpo de la matriz de mezcla asfáltica. Aportando un alto grado de resistencia.	>4.76mm (N°4)

Arenas	La arena llega a ser producto de trituración, representando un alto volumen de la mezcla, que constituye especialmente una acción de fricción en el esqueleto mineral.	Arena gruesa (4.76 mm-2.00mm) Arenas medianas (2.00 mm-0.42mm) Arenas finas (0.42mm-0.075mm)
Mineral llenante	Se define como aquellas partículas que presenta un origen mineral, sin que haya presencia de arcillas, que es incorporada a la mezcla para aumentar la estabilidad estructural disminuyendo el porcentaje de vacíos.	< 0.075 mm

Fuente: EG-2013 Manual de carreteras , (2013)

Las tolerancias recomendadas en la mezcla con respecto al empleo de agregados son especificadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Tabla de la tolerancia de agregados

Parámetros de control	Variación permisible en un% total de áridos
N° 4 o mayores	+5%
N° (8)	+4%
N° (30)	+3%
N° (200)	+2%
Asfalto	+0.2%

Fuente: EG-2013 Manual de carreteras , (2013)

- **Piedra chancada de dimensiones de 1/2” – 3/4**

El agregado grueso procede a un proceso de trituración de la grava y de la roca y de grava. El que se muestra sin presencia de polvo, tierra, terrones y arcillas

con sustancias objetables que permitan una adhesión completa del asfalto donde el tamaño máximo nominal es de 3/4".

Tabla 7: Solicitaciones mínimas de los agregados gruesos.

Ensayos	Norma	Requerimiento
		Altitud (msnm \leq 3000)
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% como máx.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	40% como máx.
Adherencia	MTC E 517	95
Índice de durabilidad	MTC E 5214	35% como mín.
Partículas Chatas y Alargadas	ASTM 4791	10% como máx.
Caras Fracturadas	MTC E 210	85/50
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% como máx.
Absorción	MTC E 206	1.0% como máx.

Fuente: "Adquisición de materiales Pétreos", por MTC, (2021)

- **Agregados finos**

El agregado fino está conformado arena que se caracterizan por estar limpios, presentar una superficie rugosa y angular donde el material debe permanecer libre de sustancias que impidan la adhesión del asfalto satisfaciendo los requisitos de calidad indicados.

Tabla 8: Requerimientos para agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento
		Altitud (msnm \leq 3000)
Equivalente de Arena	MTC E 114	35% como mín.
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30 como mín.
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	6% como máx.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP
Durabilidad al sulfato de Magnesio	MTC E 209	-
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% como mín.
Índice de plasticidad (malla N°200)	MTC E 211	NP
Sales solubles Totales	MTC E 209	0.55% como máx.
Absorción	MTC E 205	0.5% como máx.

Fuente: "Adquisición de materiales Pétreos", por MTC, (2021)

b) Ligante asfáltico

La sustancia asfáltica es empleada en la mezcla asfáltica siendo un ligante bituminoso que proviene de la destilación del petróleo, de esta forma una de las principales propiedades es su adhesividad termoviscoplastica, siendo impermeable al agua y es químicamente estable. El cemento asfáltico se caracteriza por ser semi duro al estar a bajas temperaturas, es viscoelástico a estar a una temperatura ambiente y muestra una apariencia fluida a temperaturas altas. En un rango de temperatura de 100 °C se llega a describir como fluido newtoniano de forma análoga a los 25°C y 60°C en un medio pseudo – plástico.

Las propiedades que presenta el ligante viene a estar determinado por una fuente de asfalto pasando por un proceso de refinación, tipo y cantidad de los aditivos que se incorporen. Estas propiedades llegan a afectar el módulo de la mezcla y sensibilidad ante un cambio en la temperatura y en función a la velocidad de la aplicación de carga.

La viscosidad del asfalto llega a variar en función a la temperatura mostrando así una susceptibilidad térmica, la aplicación del asfalto llega a modificar su viscosidad mediante un calentamiento. Al estar dentro de la mezcla asfáltica el ligante crea una película delgada cubre los agregados favoreciendo así la conexión en la matriz siendo capaz de mantener a si una estabilidad física aglomerando a los agregados de forma ordenada, el asfalto llega a disminuir la ocupación de los espacios intersticiales que hay entre los materiales finos.

Las mezclas que están elaboradas con el uso del asfalto convencional disminuyendo el grado de penetración en el asfalto, con un efecto completamente opuesto generando una resistencia a efectos de fatiga. No obstante, a esto el uso de asfaltos multigrados y con modificación llegan a generar un incremento en la resistencia a la fatiga de la mezcla.

De acuerdo a lo mencionado por (Balbo, 2007), menciona que el asfalto sufre transformaciones químicas al ser expuestos a radiación solar, aguas acidas, carga de cloruro, aceite, grasas y lubricantes, provocando así un proceso de oxidación acelerada referente al envejecimiento.

A) Emulsión

La emulsión asfáltica es una dispersión coloidal de los glóbulos de asfalto en una fase acuosa, que de forma general se encuentra compuesta por agua y agente emulsivo. La emulsión EBCR-M vienen a esta modificada por polímeros que le vienen a conferir una baja susceptibilidad térmica y una alta adherencia de los áridos. Rodríguez, y otros, (2001)

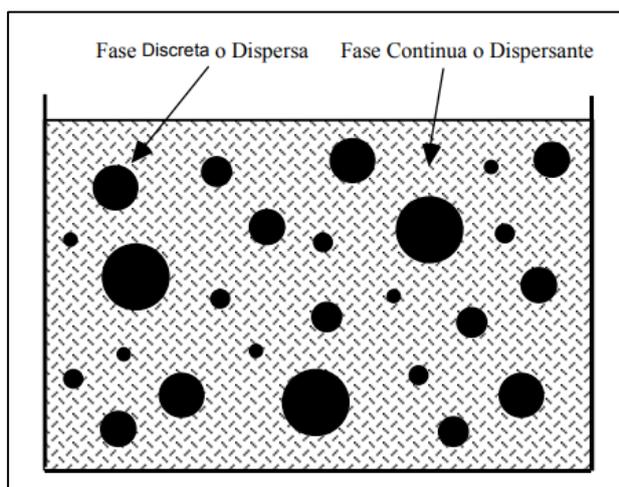


Figura 14. Estructura de la emulsión asfáltica

Fuente: “Emulsiones asfálticas”, por Rodríguez Talavera , y otros, (2001)

2.2.2.4. Mezcla asfáltica modificada por polímeros

La mezcla asfáltica modificada se empleó de forma inicial en las emulsiones como impermeabilizante para luego ser empleadas en el proceso de pavimentación.

El asfalto modificado es un producto resultante de agregado e incorporación de asfalto, de polímero o hule resultado de moler neumáticos, estas sustancias llegan a ser estables en el tiempo y ante un cambio de temperatura, que se le añade al material asfáltico con el objeto de modificar propiedades reológicas y físicas con el objeto de disminuir la susceptibilidad de humedad y temperatura por un efecto de oxidación. Diaz, (2022)

Los modificadores llegan a producir una actividad superficial iónica, incrementando la adherencia en la interface del material pétreo y el material asfáltico. También se llega a aumentar la resistencia de la mezcla asfáltica a efectos de deformación y a esfuerzos de tensión repetidos, reduciendo el

agrietamiento, reduciendo la susceptibilidad de capas asfálticas por variación de temperatura. Diaz, (2022)

2.2.2.5. Propiedades de la mezcla asfáltica

a) Estabilidad

Se denomina de esta forma a la capacidad que presenta una mezcla asfáltica de resistir una deformación generada por una carga del tráfico vehicular. Esta es una propiedad que llega a depender por la fricción interna (esto relacionado a la dependencia de la textura superficial, según la granulometría y la cantidad de asfalto empleado) y la cohesión (entre tanto esta llega a depender de la cantidad de asfalto que hay en la mezcla). Quintero, y otros, (2020)

b) Flexibilidad

Esta es una consideración del nivel de adaptabilidad de la mezcla al asentamiento y movimiento de la base y subrasante, que al realizar una construcción de las capas del pavimento haciendo difícil tener una densidad uniforme en el suelo.

c) Durabilidad

Describe a una capacidad de resistir a efectos de desintegración por acción de cargas de por tráfico y a efectos del clima que se presentan durante la vida útil. Esta cantidad de vacíos llega a depender directamente de la cantidad de vacíos de aire que se muestran en la mezcla, en función a los vacíos presentes se muestra un aumento en la velocidad del deterioro en el pavimento. Quintero, y otros, (2020)

d) Resistencia a la fatiga

Esta es una propiedad que le da la capacidad de soportar efectos de flexión de cargas vehiculares que llegan a ser transmitidas al pavimento. De esta forma la cantidad de asfalto empleado es de suma importancia ya que a más cantidad de asfalto mayor será su capacidad de resistencia a la fatiga. Además, es necesario tener agregados densos y con una buena gradación que interviene en el mejoramiento de la misma.

e) Resistencia al deslizamiento

Esta llega a ser una denominación de la capacidad que muestra la superficie de la capa de rodadura de resistirse a efectos de deslizamiento o resbalamiento, de forma principal cuando haya presencia de humedad. Quintero, y otros, (2020)

f) Trabajabilidad

Esta es una propiedad que muestra una facilidad de disposición y compactación de la mezcla.

g) Impermeabilidad

Se denota de la capacidad de del impedimento del paso del aire y agua. Por tanto, está relacionado con el porcentaje de los vacíos de la estructura de la mezcla compactada y el acceso que se genere en la superficie.

2.2.2.6. Durabilidad de la mezcla asfáltica

La composición de la mezcla del asfalto del (MA) viene a estar constituida en un 5% del porcentaje de ligante asfáltico ambos en peso. La propiedad de los componentes llega a variar en el tiempo hasta cumplir la vida útil. Iniciando así a la generación de fallas por una deformación permanente o efecto de grietas. Santamaría, (2020)

La pérdida de la fluidez y de la susceptibilidad ante la humedad también llevan a patologías permanentes. La durabilidad del aglutinante asfáltico se ve afectada por factores del medio ambiente, la permeabilidad del MA y aquellas características del aglutinante como el grado de desempeño a una alta temperatura.

En este caso asegurar el contenido óptimo del asfalto esté relacionado a las características del agregado entre las que resalta la granulometría y el caso en las que haya partículas más finas y pequeñas mayor será el contenido de asfalto necesario. Santamaría, (2020)

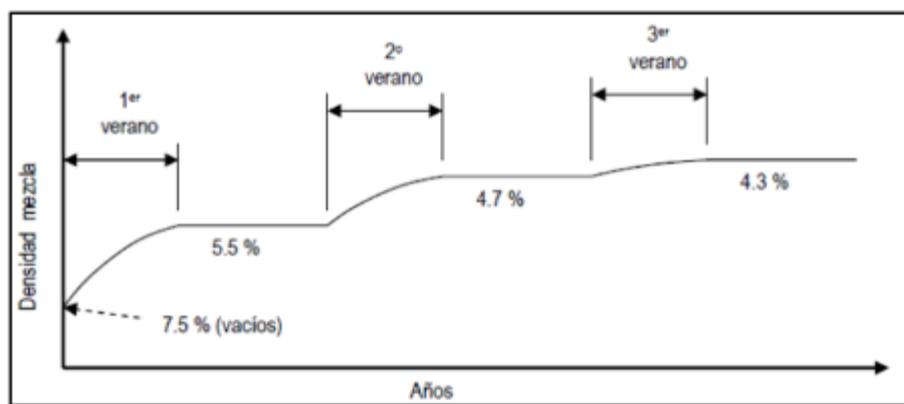


Figura 15. Análisis de la densidad y el contenido de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente

Fuente: Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico, por Santamaría, (2020)

2.2.2.7. Proceso de elaboración de la mezcla

Los agregados a emplear con un suministro en fracciones deben de cumplir mínimamente con las solicitudes y limitaciones de la norma sin que haya un peligro de segregación. Cada fracción de agregado se debe de almacenar de forma separada con el objeto de evitar contaminación entre estos, en casos en los que se presente anomalías en el aspecto del suministro los agregados se deben de acopiar por separado.

Los agregados secos se deben de calentar antes de realizar una mezcla asfáltica, entre tanto el secado del material será regulado en forma en que la combustión sea completa esto se muestra con una ausencia de humo negro. En caso de del recojo de los colectores del filler se debe cumplir con los requisitos necesarios.

Al momento del mezclado se debe de introducir la cantidad de asfalto necesario con la temperatura adecuada buscando evitar la segregación por caída de la mezcla del volquete. En ningún caso se introducirá el mezclador del agregado en caliente a una temperatura superior a los 5°C de la temperatura de asfalto. EL cemento asfáltico tiene que ser calentado en una temperatura en la que la viscosidad se encuentre entre 170 +-20 cSt.

Además, se tienen que tener en consideración que las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas y carbonatadas deben de ser rechazadas, así como las que muestran un indicio en la humedad y mezclas de espuma. En el último caso se

retiran los agregados del correspondiente de tolvas en caliente. EG-2013 Manual de carreteras , (2013)

a) Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas en caliente deben de ser colocadas en una base seca, en donde la temperatura sea mayor a los 6°C y no se presente precipitaciones pluviales asegurando así una base en condiciones satisfactorias.

2.2.2.8. Requerimientos necesarios mínimos de la mezcla asfáltica

Las características que presenta la mezcla asfáltica tienen que estar en concordancia según las exigencias para una mezcla de concreto bituminoso que tiene relación según el tipo de mezcla asfáltica producido de acuerdo a cada diseño.

Tabla 9. *Requisitos necesarios para la mezcla de un concreto bituminoso*

Parámetros de diseño			
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Numero de golpes de lado (compactación)	75	50	35
Estabilidad mínima	8,15 KN	5,44 KN	4,53KN
Flujo (0.25 mm)-0.01”	8-14	8-16	8-20
MTC E 505 Porcentaje de los vacíos de aire	3-5	3-5	3-5
Inmersión – compresión – MTC E 518			
Resistencia retenida	75	75	75
Resistencia a la compresión Mpa	2.1	2.1	1.4
Relación polvo-asfalto	0.6 – 1.3	0.6-1.3	0.6-1.3
Relación de estabilidad y flujo (kg/cm)		1.700-4.000	
Resistencia conservada por una prueba de tracción indirecta AASHTO T 283		80 min	

Fuente: Especificaciones técnicas para construcción, EG-2013 Manual de carreteras, (2013)

Tabla 10. Vacíos mínimos presentes en el agregado mineral (VMA)

Tamiz empleado	Vacíos mínimos presentes en el agregado mineral	
	Marshall	Superpave
N°8-0.236 cm	20	
N° 4-0.475 cm	18	
3/8"-0.95cm	16	15
1/2"-0.125cm	15	14
3/4"-0.19cm	14	13
1"-0.25cm	13	12
1 1/2"-0.375cm	12	11
2"-0.50cm	11,5	10,5

Fuente: Especificaciones técnicas para construcción, EG-2013 Manual de carreteras, (2013)

Tabla 11. Requisitos mínimos de adherencia

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	>3.000*
Agregado grueso (adherencia)	MTC E 517	+95	
Agregado fino (adherencia)	MTC E 220	4 min	
Mezcla – adherencia	MTC E 521		+95
Resistencia a tracción indirecta	AASHTO T 283		80 min

Fuente: Especificaciones técnicas para construcción, EG-2013 Manual de carreteras, (2013)

Para las zonas que se encuentren en alturas superiores a los 3000 msnm o se caractericen por ser zonas lluviosas y húmedas la efectividad y la compatibilidad muestra un alto rendimiento del aditivo entre el asfalto y el agregado según el diseño de mezcla, en caso se venga a evaluar en función a la ASTM D-1075 o la ASTM D – 4867 se debe asegurar la obtención de valores mínimos del 80%.

Tabla 12. Mezcla asfáltica tipo superpave

Los parámetros de diseño	Requerimientos
Porcentaje de vacíos de aire según giros del diseño	4,0
Porcentaje de la densidad máxima en función a los giros iniciales N min	89% máx.
Porcentaje de la densidad máxima de giros máximos Nmax	98% máx.

Resistencia conservada en una prueba de tracción indirecta (AASHTTO T 283)	80% máx.
---	----------

Fuente: Especificaciones técnicas para construcción, EG-2013 Manual de carreteras , (2013)

2.3. Marco conceptual

- a) **Abrasión:** Se define como una acción mecánica por efecto del rozamiento entre dos superficies entre una y otra que llega a ocasionar acción erosiva y desgaste una ruptura entre las partículas ya sea de solo una superficie o ambas. Barrera Arciniegas, y otros, (2018)
- b) **Asfalto o betumen:** Es un material termoplástico obtenido por un proceso de refinamiento del petróleo tiene una amplia gama de aplicaciones referentes principalmente a la fabricación de la mezcla asfáltica presentando propiedades hidrofóbicas y una alta resistencia al intemperismo. Rodríguez Talavera , y otros, (2001)
- c) **Bolsa de plástico:** Son elementos realizados de polietileno de una baja densidad, polietileno de una alta densidad, polietileno lineal o en todo caso de polipropileno, siendo así un polímero no biodegradable. Herrera Fierro, y otros, (2021)
- d) **Desgaste:** Se define como un proceso de desintegración o pérdida de material en la capa de rodadura por una pérdida de ligante asfáltico, desprendimiento y por el paso de vehículos. Herrera Fierro, y otros, (2021)
- e) **Dosificación de mezcla:** Es un proceso que consiste en la selección y cartelización de materiales necesario para realizar una dosificación de las cantidades de mezcla a emplear. MTC , (2018 pág. 22)
- f) **Emulsión asfáltica:** Es definida como una fina dispersión fina más o menos estabilizada entre un líquido y otro estando unidos por emulsificantes, formado así por una fase total o parcial de inmiscibles con una fase continua y otra discreta. Rodríguez Talavera , y otros, (2001)
- g) **Flujo del asfalto:** Se dice de la capacidad de que presenta la mezcla asfáltica sobre resistir un asentamiento gradual y de efecto de deformación sin llegar a agrietarse. EG-2013 Manual de carreteras , (2013)
- h) **Mezcla asfáltica en caliente:** Se define de esta forma a una mezcla uniforme y homogénea que muestra un alto porcentaje de vacíos elaborada con material granular y ligantes elaborada en caliente, siendo empleada como una capa de rodadura. Quintero Serrato, y otros, (2020)

i) Pavimento asfáltico: Cuando la estructura total del pavimento se encuentra sobre la subrasante vienen a consistir en una mezcla asfáltica se viene a denominar pavimento asfáltico. EG-2013 Manual de carreteras , (2013)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La adición de bolsas de plástico (recicladas) causa efectos positivos en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.

3.1.2. Hipótesis específica

- a) La estabilidad/ flujo vario significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.
- b) El desgaste se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.
- c) El peso específico se altera levemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Bolsas de plásticos (recicladas)

Según Javier, (2021), estas están compuestas de polietileno de baja densidad, polietileno lineal, polietileno de alta densidad o polipropileno, no biodegradable, con espesor variable 18 y 30 micrómetros, su utilidad se basa como medio de transporte.

b) Variable dependiente (Y)

Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Según García, (2021), se define mezcla en asfáltica caliente como la combinación de aproximadamente 95% roca, arena y/o grava n%5 de cemento asfáltico, producto derivado del crudo.

3.2.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Bolsa de plástico

Las bolsas de plástico se operacionalizan mediante dos dimensiones:

D1: Dosificación

D2: Peso específico

b) Variable Dependiente (Y)

Mezcla asfáltica en caliente

La mezcla asfáltica en caliente se llega a operacionalizar en base a cuatro dimensiones:

D1: Estabilidad / flujo

D2: Desgaste

D3: Peso específico

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 13. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Bolsas de plásticos (recicladas)	Según Javier Ester, (2021), estas están compuestas de polietileno de baja densidad, polietileno lineal, polietileno de alta densidad o polipropileno, no biodegradable, con espesor variable 18 y 30 micrómetros, su utilidad se basa como medio de transporte.	Las bolsas de plástico se operacionalizan mediante dos dimensiones: D1: Dosificación D2: Peso específico	Dosificación	Porcentaje	Ficha técnica		X			
			Peso específico	Referencias	Ficha técnica			X		
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	Según García Bello, (2021), se define mezcla en asfáltica caliente como la combinación de aproximadamente 95% roca, arena y/o grava n%5 de cemento asfáltico, producto derivado del crudo.	La mezcla asfáltica en caliente se llega a operacionalizar en base a cuatro dimensiones: D1: Estabilidad D2: Desgaste D3: Graduación específica D4: Flujo	Estabilidad	Resistencia/ deformación	Ficha de recolección de datos y observación directa				X	
			Desgaste	Cántabro	Ficha de recolección de datos y observación directa			X		
			Graduación específica	Bulk	Ficha de recolección de datos y observación directa			X		
			Flujo	Deformación	Ficha de recolección de datos y observación directa			X		

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Según Garcia, y otros, (2020), “es un método empleado para llegar a contestar la pregunta que surge en la investigación en la que surgen diversos fenómenos que se llegan a presentar en la naturaleza y sobre un problema que llega a afectar la sociedad.”

En la presente investigación se busca aclarar los efectos que se logra adicionar bolsas de plástico en la mezcla asfáltica en caliente, esta investigación surge desde la observación directa en las propiedades de los materiales.

En función a lo antes mencionado en la investigación se aplicó el *método científico*.

4.2. Tipo de investigación

Según Nicomedes, (2018), “La investigación aplicada o tecnológica esta orientada a un proceso de resolución de problemas que se llega a presentar en los procesos de producción. Es denominada aplicada por que en base a la información existente se formulan hipótesis en el trabajo con el objeto de resolver problemas en la vida productiva de la sociedad.

En la investigación se identificó la problemática causada por el desecho de bolsas plásticas, generando contaminación y reduciendo la calidad de vida de la población de huancayo. Por lo que se planteó el uso de estas bolsas plásticas recicladas como parte de la mezcla asfáltica.

Según lo mencionado anteriormente las deliberaciones que se tuvieron se trabajaron con una investigación de *tipo aplicada – tecnológica*.

4.3. Nivel de la investigación

De acuerdo a Rus, (2020), “es aquella en la que se presenta una relación causal el que persigue o se acerca a un problema, buscando encontrar las causas, que se complementa con los estadísticos para lograr los objetivos, es así que el criterio de experimentación es mas importante.

En la tesis se realizó un proceso de ensayos con las que se obtuvo los datos requeridos en la investigación de acuerdo a las dimensiones, estas mismas se evaluaron con la prueba estadística para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

En función al análisis realizado se afirma que en la investigación se empleó una metodología de *nivel explicativo*.

4.4. Diseño de la investigación

Según Arias, (2021), “una investigación cuasi experimental tiene el propósito de proponer a prueba una hipótesis causal en la que se manipula una variable, es así que se escogen los grupos de muestra, trabajando así con un grupo muestral convencional y grupos con una alteración. Además, la recolección de datos se realiza en un solo momento y un tiempo único.”

En la investigación se trabajan con un grupo convencional y grupos de asfalto con dosificaciones de 5%, 10% y 15% de bolsa de plástico reciclada en la que se manipula la variable dependiente, con una obtención de datos dentro del tiempo de ensayo (un solo momento o tiempo único).

Según se realizó este análisis el diseño empleado en la investigación se basó en un *diseño cuasi - experimental*.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Valderrama , (2013), “se habla de población al constituir todos los valores de la variable que se desea medir en la investigación de las unidades de análisis. Este es un conjunto de seres u objetos que muestran características comunes que los une y pueden ser estudiados”. (pág. 182)

La población identificada dentro de la investigación llego a estar conformada por 40 briquetas de MAC -2.

4.5.2. Muestra

Según Armijo, y otros, (2020), “La muestra presenta una relación a las que se les realizara un estudio y medición, Este se considera como un sub grupo de la población. Parra llegar a seleccionar esta muestra es necesario delimitar las características que presente la población”. (pág. 237)

El tamaño de la muestra fue finito puesto que esta fue calculada empleando el método probabilístico intencional, lo que corresponde a 40 briquetas con dosificaciones del 5%, 10% 15% de plástico reciclado.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Chavez, (2008), esta se define como una técnica que permite la acumulación y la síntesis de información con el objeto de recolectar datos que permitan la acumulación y la síntesis de información sobre hechos y fenómenos que ayuden en la acumulación y síntesis de información de un hecho y fenómeno social que motiva a la investigación.

4.6.1. Técnicas

a) Observación

Esta es una técnica de recolección de los datos, esta es empleada en el ambiente natural en el que se desarrolla el fenómeno sin estar condicionado por el investigador. Además, esta técnica es empleada apoya en la recolección de datos con los demás instrumentos

b) Ficha de recolección de datos

Este es un instrumento de recolección de datos necesario para el análisis y el desarrollo de la investigación en función a las dimensiones y variable de la investigación.

4.6.2. Instrumentos

Para obtener los instrumentos utilizados en el proceso de obtener información se desarrollará un procedimiento para su respectiva utilización dentro de nuestra investigación con el objetivo de poder recolectar y registrar toda la información que más adelante será detallada y utilizada.

- b) **Ficha de recolección de datos** consiste en observar al fenómeno o caso que se evaluará para obtener datos cuantitativos, en nuestra investigación se pretendió estudiar las propiedades físicas y mecánicas del asfalto al incorporar plástico reciclado, para luego realizar ensayos como resistencia, deformación, Cántabro y Bulk de los cuales con la ficha de recolección de datos se extrajo la información y los datos debidos para realizar la correcta investigación del caso, dado que se extrajo los datos con los que se trabajó los resultados.

- **Fichas empleadas**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO

Expediente N°
Codigo de formato
Peticionario
Ubicación
Fecha de recepción

N° de muestra

Ensayado por
Fecha de emisión

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %

Figura 16. Ficha de recopilación de datos de la granulometría de agregados

Fuente: Propia

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO

Expediente N°
Codigo de formato
Peticionario
Ubicación
Fecha de recepción

Cantera
N° de muestra
Ensayado por
Fecha de emisión

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO - ASTM C127-15

PROCEDIMIENTO	DATO
C = Masa aparente de muestra saturada de ensayo en el agua, g	
Densidad Relativa (Gravedad Específica)(OD)	
Densidad Relativa (Gravedad Específica) (SSD)	
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Específica Aparente)	
Absorción %	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO - ASTM C128-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de la muestra seca al horno, g	
B = Masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración, g	
C = Masa de Fiola lleno de la muestra y el agua hasta la marca de Calibración, g	
S = Masa de la muestra de saturadosuperficialmente seca, g	
Masa fiola, g	
Densidad Relativa (Gravedad Específica)(OD)	
Densidad Relativa (Gravedad Específica) (SSD)	
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Específica Aparente)	
Absorción %	

Figura 17. Ficha de recopilación de datos de características de agregados finos y gruesos

Fuente: Propia

% PROPORCION	CODIGO DE MUESTRA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA SECA	MASA SUMERGIDO	MASA DE BRIQUETA SUPERFICIALMENTE SECA	ESTABILIDAD	FLUJO
		D1	D2	H1	H2	H3					

Figura 18. Ficha de recolección de datos del ensayo Marshall

Fuente: Propia

4.6.3. Validez del instrumento

Según Dzido Marinovich (2020) considera que la validez consiste en la validación de expertos y mediante el criterio de jueces. Reside en que los instrumentos para recolectar información deberán ser valorados por su pertinencia y exactitud de lo que se mide de las preguntas o afirmaciones del cuestionario

Tabla 14: Rangos y Magnitudes de validez.

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: Marroquín Peña (2020)

Tabla 15: Validación de expertos.

	VALIDADOR	PORCENTAJE	VALOR
01	Porras Olarte Rando	74%	0.74
02	Herrera Montes Jeannelle Sofia	75%	0.75
03	Pautrat Egoavil Henry Gustavo	82%	0.82
	Total	77%	0.77

Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Confiabilidad del instrumento

De acuerdo con Marroquín Peña (2020), Se refiere al grado en donde su aplicación repetida al mismo sujeto u objetivo produce resultados iguales, así como consistentes y coherentes.

Tabla 16: Rangos y Magnitudes de Confiabilidad.

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: Marroquín Peña (2020)

Confiabilidad												
No	Indicadores	INTRINSECA					EXTRINSECA					TOTAL
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	i-1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	13
2	i-2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	15
3	i-3	3	1	1	2	1	1	1	2	1	2	15
4	i-4	3	1	1	3	1	3	3	3	3	3	24
5	i-5	3	2	3	2	3	1	1	2	3	3	23
6	i-6	3	2	3	3	2	3	3	1	1	3	24
VARIANZA F		0.89	0.25	0.89	0.67	0.56	0.89	0.67	0.33	0.89	0.25	22.33
											6.28	

K = 10 item

$K/(K-1) = 1.111$

$\sum_{i=1}^k s_i^2 = 6.28$

$s_i^2 = 22.33$

ALFA = 0.799

Figura 19. Confiabilidad de instrumentos

Fuente: Elaboración propia

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de información está basado en la generación de datos agrupados que facilite al investigador el análisis de la información en función a los objetivos, hipótesis y problemas que se formularon en la investigación. Giraldo Huertas, (2016).

4.7.1. Procesamiento y análisis de datos

Para el procedimiento de la investigación se ha considerado las etapas de laboratorio, campo, gabinete y elaboración de informe.

Para el análisis estadístico se identificó que la investigación trabaja con 4 grupos de estudio concreto convencional (CC), CC + 5% de bolsa de plástico (recicladas), CC + 10% de bolsa de plástico (recicladas), CC + 15% de bolsa de plástico (recicladas), de esta forma al trabajar con más de dos grupos se trabajara con la prueba de ANOVA o de KRUSKAL-WALLIS. La investigación tiene una validez del 95%, en tanto el nivel de significancia con el que se evalúa es del 5%.

Este proceso fue realizado en el programa SPSS V26. en la que se insertaron los resultados obtenidos en los ensayos y se presentan en los certificados.

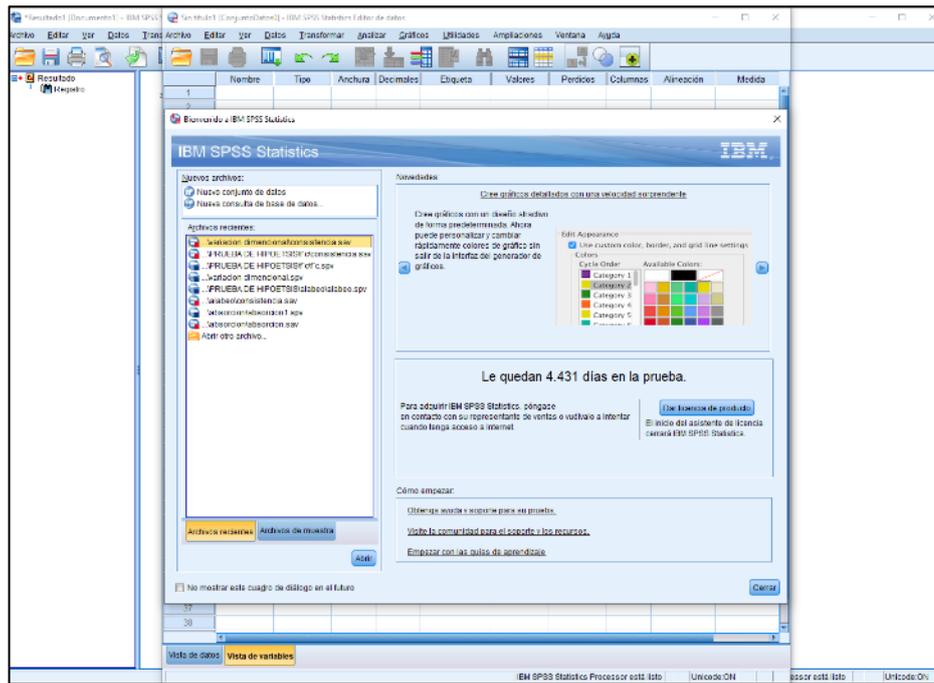


Figura 20. Programa SPSS análisis estadístico

Fuente: Propia

El proceso estadístico consiste en los siguientes pasos con los que se aceptaran o rechazaran las hipótesis de la investigación.

Prueba de normalidad:

De forma inicial se realiza la prueba de normalidad para identificar si las muestras provienen de una población cuyas medianas son iguales.

- $P_{sig} \leq 5\%$ se acepta la H_1
- $P_{sig} > 5\%$ se acepta la H_0

H_0 : los datos provienen de una distribución normal

H_a : los datos no provienen de una distribución normal

Prueba de varianza (LEVENE)

Si el valor p de la prueba de Levene es superior a 0.05, las varianzas no son significativamente diferentes entre sí (es decir, se cumple el supuesto de homogeneidad de la varianza). Si el valor p de la prueba de Levene es inferior a 0.05, entonces existe una diferencia significativa entre las varianzas.

Prueba de varianza (ANOVA)

En caso los resultados cumplan con los necesario para ser considerado una prueba paramétrica se empleará la prueba de ANONA es así que:

- Si la probabilidad obtenida P-Valor $\leq \alpha$ (0.05) se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida P-Valor $> \alpha$ (0.05) se acepta Ho se rechaza la Ha

4.7.2. Obtención de las bolsas de plástico reciclado

Para la obtención de bolsas de plástico se inició con la recolección de estas, las cuales se encontraban esparcidas por las calles de Huancayo y Chilca, todas están son producidas o arrojadas por la misma población de la Zona en la que se estudia.



Figura 21. Recolección de bolsa de plástico en las calles de Huancayo

Fuente: Propia



Figura 22. recolección de plástico en chilca

Fuente: Propia



Figura 23. Recolección de bolsas plástica en las calles principales de Chilca

Fuente: Propia



Figura 24. recolección de datos en el centro de Huancayo

Fuente: Propia

Se realizó una recolección de bolsas plástica de los distritos de Chilca y Huancayo, en los parque y calles principales que cuentan con depósitos de residuos inorgánicos. Una vez obtenida las bolsas recicladas se procede a hacer la correcta limpieza de estas, para que a la hora de realizar las briquetas de asfalto con la adición de bolsas este no presente impurezas en su diseño. Al estar limpias se pone a secar, para luego cortar en trozos relativamente pequeños para que pueda incorporarse a la mezcla de asfalto sin ningún problema.



Figura 25. Bolsas plásticas luego del proceso de limpieza

Fuente: Propia

Luego con ayuda de un instrumento para cortar, las bolsas plásticas toman forma de filamentos (fibras) que serán empleadas en el proceso de mezcla del concreto. De acuerdo a las dosificaciones previstas.



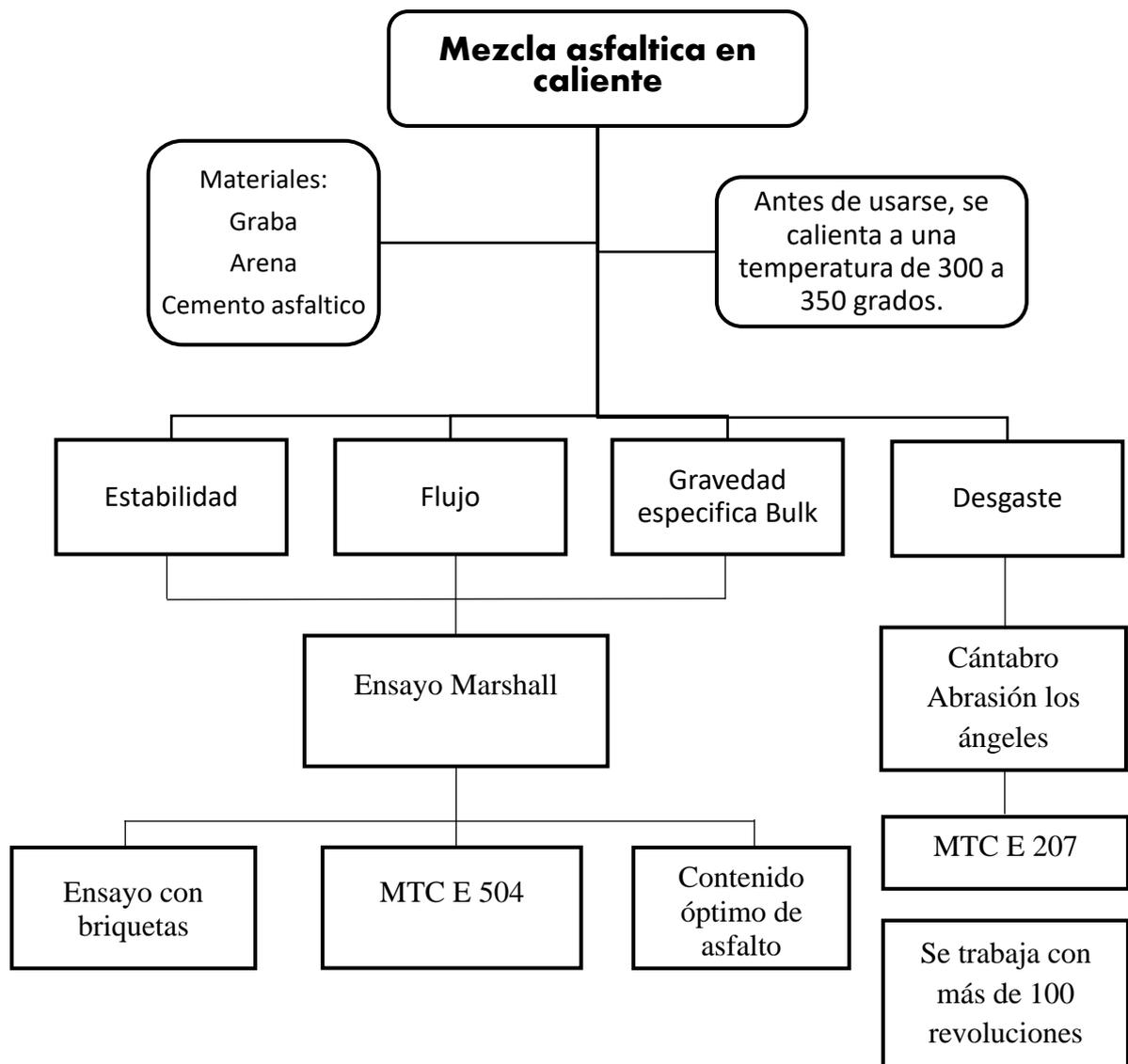
Figura 26. Bolsas plásticas cortadas en finos filamentos

Fuente: Propia

4.7.3. Procesamiento de la información de ensayos

Al pasar por un proceso de recolección de datos se realizará una evaluación de la variación de las propiedades físicas – mecánicas que sufra la mezcla asfáltica al adicionar bolsas de plástico recicladas en diversas dosificaciones.

Como paso posterior del procesamiento de la información es un análisis en el que se realiza un análisis de los datos por medio de ensayos que se muestra a seguidamente:



4.7.4. Granulometría (MTC E 107)

4.7.4.1. Herramientas, materiales y/o equipos

- Balanzas
- Juego de tamices
- Cucharon metálico
- Horno
- Bandejas metálicas

4.7.4.2. Procedimiento

- Las muestras a ser ensayadas deben ser separadas en una bandeja con una cantidad de entre 3kg a 5kg. Nos debemos asegurar que esta

- muestra este completamente libre de humedad para evitar retención en las mallas o en caso contrario deben pasar por un proceso de secado a temperatura ambiente al ser extendidos o secado en horno.
- De forma seguida se dejará enfriar las muestras para evitar daños en las mallas, además se pasará por el conjunto de mallas agitándolos constantemente asegurando que los tamices estén levemente inclinados.
 - Finalmente se debe pesar todos los retenidos en cada malla y hallar así la curva granulométrica.

4.7.5. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato de Marshall MTC E 504

4.7.5.1. Herramientas y materiales empleados

- Molde para un ensamblado de especímenes
- Martillo de compactación
- Martillo de compactación con un manubrio fijo
- Pedestal de compactación
- Horno
- Equipo misceláneo
- Termómetro calibrado

4.7.5.2. Procedimiento de ensayo

- Se debe preparar los agregados, llegando a secarlos en un peso constante separando los agregados por tamizado en secado esto a una temperatura de 105°C a 110°C.
- El cemento asfáltico a emplear debe ser calentado hasta llegar a producir viscosidad a 0.17 \pm 0.02 Pa.s. Con estos datos se determinará la temperatura a compactación determinando la carta de velocidad de temperatura.
- Estos especímenes pueden ser preparados de bachadas solas que lleguen a contener suficiente cantidad de material para tres especímenes.
- Para la compactación de los especímenes se realizará en un molde ensamblado donde la cara del martillo de compactación sea

calentada en agua hirviendo o en todo caso en una placa calentadora a temperatura de 90°C – 150°C

- De forma seguida se coloca el molde de ensamblado en el pedestal de compactación se aplica los golpes requeridos para luego reensamblar nuevamente el molde, aplicando así un numero de compactación de la otra cara y para facilitar la extracción del espécimen del molde este se puede sumergir por unos minutos en agua caliente
- Luego de esto para el análisis de estabilidad y flujo es necesario que el molde se enfríe a una temperatura ambiente. De esta forma luego de las 24h estas se llevan a pasar por inmersión en agua por 30 a 40 min en el horno por un periodo de 120 a 130 min.
- Luego estas muestras pasan por un baño de aire por un tiempo de 120 a 130 min. Manteniendo el baño de aire a 25+/-1°C.
- El tiempo de remoción de este espécimen hasta la determinación de la carga máxima no debe exceder los 30seg. Se aplica esta carga por una razón de 50 mm/min. Hasta que decrezca según lo indicado en el dial de carga. Seguido a esto se libera el flujómetro anotando así en el momento en que esta carga máxima inicia a descender.

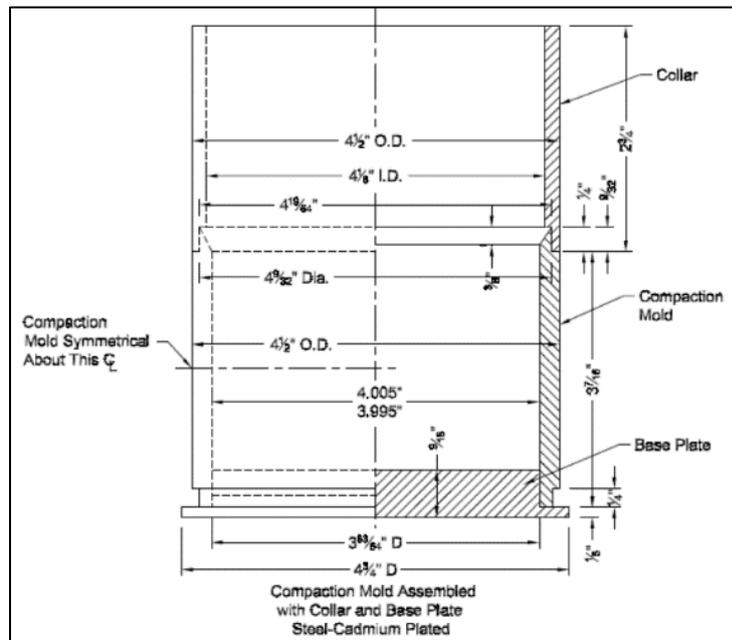


Figura 27. Molde de compactación

Fuente: “Manual de ensayo de materiales” MTC -Ministerio de transportes y comunicaciones, (2016)

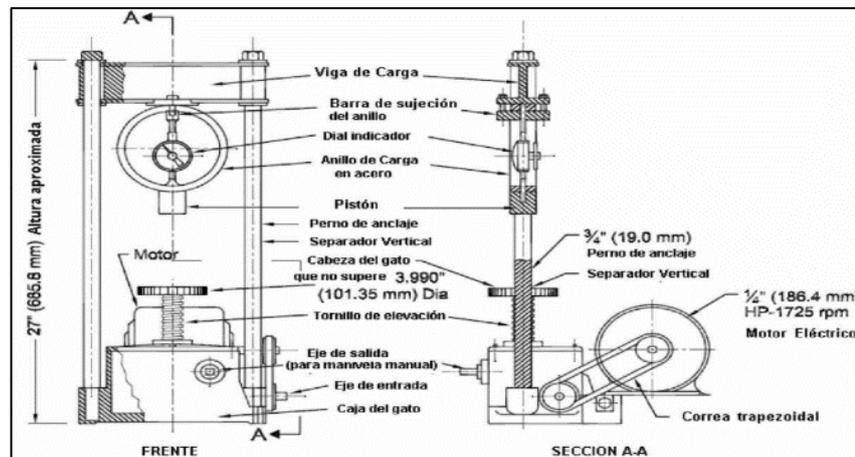


Figura 28. Máquina para la carga a efecto de compresión

Fuente: “Manual de ensayo de materiales” MTC -Ministerio de transportes y comunicaciones, (2016)

4.7.6. Abrasión los ángulos (L.A) por desgaste de agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 1/2”) MTC E 207

4.7.6.1. Herramientas, equipos y/o materiales empleados

- Máquina de los ángulos
- Balanza calibrada
- Juego de tamices
- Agitador mecánico de tamices

4.7.6.2. Pasos de ensayo que se siguieron

- Se colocará la muestra en la máquina los Ángeles, que luego se colocará a una velocidad de rotura de 30 rpm-33rpm en un total de 500 revoluciones
- Seguido a esto se realizará una separación preliminar de la muestra sobre el tamiz N° 12 tamizando así la proporción más fina. Lavando así el material más grueso y secándolo en el horno a 110°C +/-5°C.
- En caso el agregado esté libre de polvo del tamizado y lavado llega a ser aviado.

- La información valida es obtenida al pasar las 100 revoluciones, la perdida luego de las 500 revoluciones no debe exceder los 0.20 para materiales con dureza uniforme.



Figura 29. Máquina para el ensayo de desgaste los Ángeles

Fuente: Ensayo- Maquina los Ángeles, Diaz, (2017)



Figura 30. Colocación de las esferas de acero y agregados en la máquina los Ángeles

Fuente: Ensayo- Maquina los Ángeles, Diaz, (2017)

4.8. Aspectos éticos de la investigación

“En las investigaciones de tipo cuantitativa muestran aspectos éticos conservando el bienestar de personas, personas y objetos estando dentro del rango de estudio al cumplir los protocolos y métodos para la obtención de los datos de investigación” según lo señala Espinoza, (2020)

Es así que en la tesis se tuvo en cuenta los aspectos técnicos salvaguardando la seguridad de los fueron involucrados en la investigación, sin realizar una modificación de medio en el que habitan. Es así que no se llegó a transgredir una propiedad de derecho de autor que se mencionó en los antecedentes de la investigación respetando el derecho de autor.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

Análisis del diseño tecnológico en la investigación identificando un carácter y sentido que fue perseguido en el proyecto completando así etapas garantizando el éxito de la investigación.

- **Formulación del proyecto:** Se identifico un análisis de la realidad de en cuanto a los problemas de fallas en estructuras asfálticas.
- **Selección de la información:** Se identifica los datos de campo relacionado a las fallas de la carpeta asfáltica y una recolección de datos en cuanto a los antecedentes.
- **Análisis de alternativas:** Se planteo el uso de bolsa de plástico reciclada en una dosificación de 5%, 10% y 15% en la mezcla asfáltica en caliente.
- **Evaluación de soluciones:** Se analizo las propiedades reológicas de la mezcla asfáltica en caliente con diferentes dosificaciones de bolsas de plástico reciclado.
- **Implementación de la solución:** Se evaluó el comportamiento de la mezcla asfáltica, además se identificó las dosificaciones recomendables para obtener los mejores resultados.

5.2. Descripción de resultados de las bolsas de plástico recicladas

Las bolsas de plástico, así como cualquier otro producto de plástico que se produzca se obtiene a partir del petróleo. Son las refinerías especializadas donde el petróleo se convierte en el gas etileno que se polimeriza y solidifica hasta que se genera el polietileno, que es polímero de etileno. Por lo cual se puede mencionar que las bolsas de plástico recolectadas tienen las siguientes propiedades y dimensiones.

5.2.1. Dimensiones

Las bolsas de plástico presentan variables dimensionales básicas que trabajan conforme con las normas y condiciones PDD06, COVENIN 466-94 y COVENIN 461.

Tabla 17. Variables dimensionales

Propiedades	Valores	Tolerancia	Unidades
Ancho de bolsa	61	+/-3	Cm
Largo de bolsa	86		Pulgadas
Espesor	0.72	+/- 55	Milésimas de pulgadas
Densidad	0.966	N.A.	g/cm ³

Fuente: Propia

Las bolsas de plástico son polímeros que se obtienen a través de petróleo. Tanto por sus propiedades son maleables, de baja densidad, impermeables y buenos aislantes. Las propiedades de las bolsas de plástico trabajan con las normas ASTM F 3418, ASTM F 1249, ASTM D 1434, ASTM1307, 23°C 50% HR y ASTM F1249, 38°C 100% HR.

Tabla 18. Propiedades de las bolsas de plástico

Propiedades	Valores	Unidades
Transmisión de vapor de agua	40-42	g / m ² / 24h / atm
Transmisión de oxígeno	89-90	cm ³ / m ² / 24h / atm
Coefficiente de fricción	<0.20	
Temperatura de fusión	120	°C
Permeabilidad al vapor de agua	2.5	G / m ² / 24 h
Permeabilidad al oxígeno	1.227	cm ³ / m ² / 24 h
Permeabilidad al dióxido de carbono	4.010	cm ³ / m ² / 24 h

Fuente: Propia

Las bolsas plásticas recicladas presentan una baja densidad, son impermeables es así que no absorben el agua empleada en el diseño de mezcla manteniendo la humedad, al ser empleada en forma de fibras estas con su resistencia y plasticidad otorga aumenta la resistencia al impacto del concreto volviéndolo más dúctil. Además, al ser un producto industrial su periodo de duración no afecta en las propiedades del concreto a largo plazo.

5.3. Descripción de resultados del MAC - 2

5.3.1. Análisis granulométrico

a) Agregado fino

Análisis granulométrico del agregado fino de acuerdo con la ASTM C 136/ C 136M-19, de acuerdo con el método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados gruesos y finos.

Tabla 19. Granulometría del agregado fino

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL REENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 ½ in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 ½ in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 ½ in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	0	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.750	0	0.00	0.00	100.00
No. 10	2.000	92.25	8.62	8.62	91.38
No. 40	0.425	476.62	44.52	53.14	46.86
No. 80	0.180	332.1	31.02	84.16	15.84

No. 200	0.075	156.83	14.65	98.80	1.20
FONDO		12.8	1.20	100.00	---

Fuente: Propia

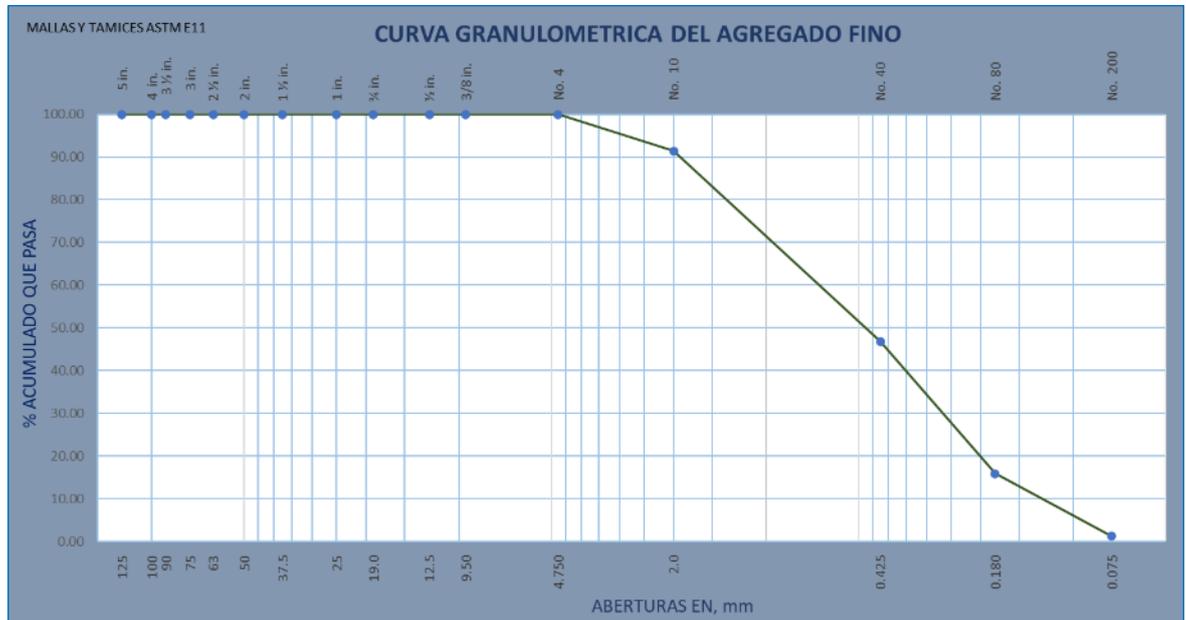


Figura 31. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Propia

b) Agregado grueso

Análisis granulométrico del agregado grueso de acuerdo con la ASTM C 136/ C 136M-19, de acuerdo con el método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados gruesos y finos.

Tabla 20. Granulometría del agregado grueso

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL REENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 ½ in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 ½ in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 ½ in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00

1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	256.53	49.25	49.25	50.75
No. 4	4.750	126.5	24.29	73.54	26.46
No. 10	2.000	137.8	26.46	100.00	0.00
No. 40	0.425	0	0.00	100.00	0.00
No. 80	0.180	0	0.00	100.00	0.00
No. 200	0.075	0	0.00	100.00	0.00
FONDO		0	0.00	100.00	---

Fuente: Propia

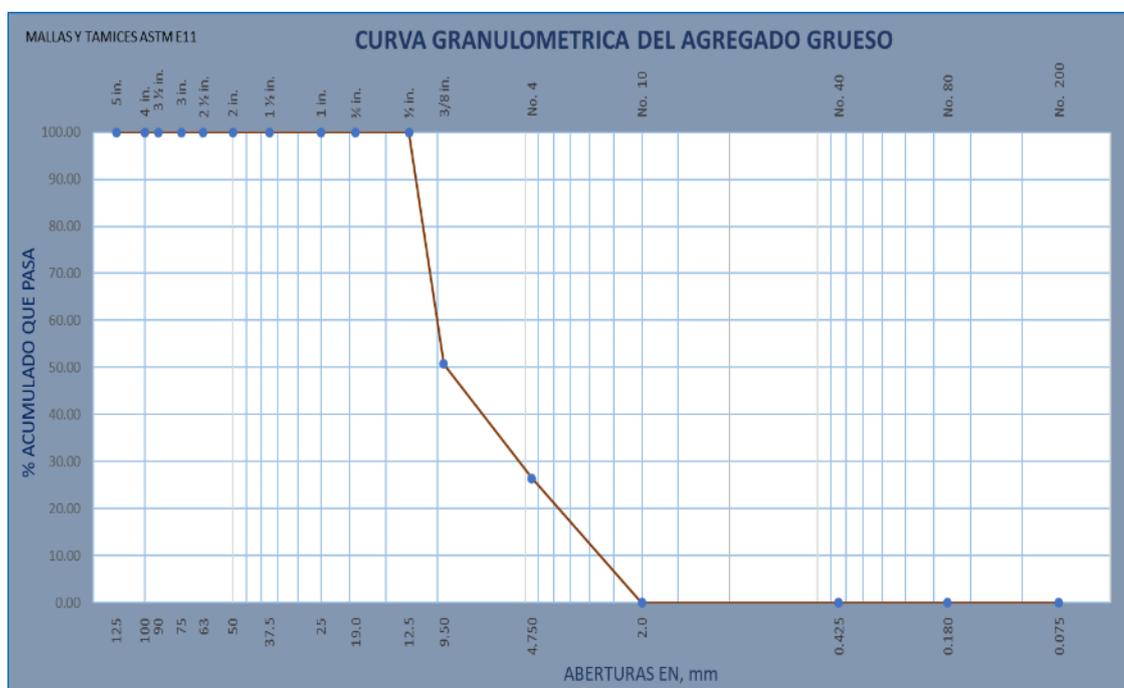


Figura 32. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Propia

c) Combinación de agregados

Análisis granulométrico del agregado grueso, agregado fino y filler de acuerdo con la ASTM C 136/ C 136M-19, de acuerdo con el método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados gruesos y finos.

Tabla 21. Combinación de agregado

ABERTURAS CUADRADAS	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	COMBINACIONES
TAMIZ "mm"	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	52%	43%	5%	
5 in.	125.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
4 in.	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
3 ½ in.	90.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
3 in.	75.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
2 ½ in.	63.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
2 in.	50.000	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
1 ½ in.	37.500	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
1 in.	25.000	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
¾ in.	19.000	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
½ in.	12.500	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
3/8 in.	9.500	50.75	100.00	26.39	43.00	5.00	74.39
No. 4	4.750	26.46	100.00	13.76	43.00	5.00	61.76
No. 10	2.000	0.00	91.38	0.00	39.29	5.00	44.29
No. 40	0.425	0.00	46.86	0.00	20.15	5.00	25.15
No. 80	0.180	0.00	15.84	0.00	6.81	5.00	11.81
No. 200	0.075	0.00	1.20	0.00	0.51	5.00	5.51

Fuente: Propia

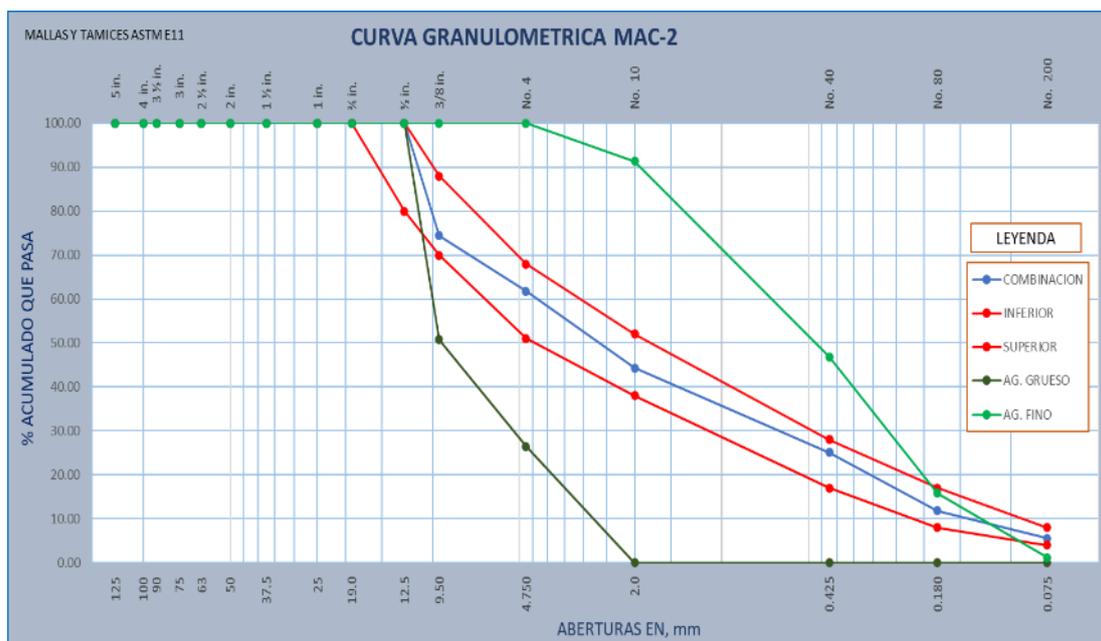


Figura 33. Curva granulométrica de la combinación de agregado grueso

Fuente: Propia

5.3.2. Análisis del % de asfalto adecuado

Es necesario identificar el % de asfalto en la mezcla asfáltica convencional con dosificaciones de asfalto en 4.50%, 5.00%, 5.50%, 6.00%, 6.50% y 7.00%, es así que se analizó el % de vacíos del agrado (VMA), % de vacíos de aire (VTM), % de vacíos llenos (VFA), estabilidad corregida, flujo y relación estabilidad/ flujo.

Tabla 22. Propiedad de las mezclas asfáltica con una variación del % de asfalto

% de asfalto	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
% vacíos del agregado mineral en la mezcla compactada VMA	17.85%	16.92%	16.61%	16.45%	17.18%	18.41%
% de vacíos de aire en la mezcla compactada VTM	6.40%	5.33%	4.96%	4.30%	4.12%	3.88%
% de vacíos llenos de asfalto VFA	64.13%	68.50%	70.14%	73.84%	76.02%	78.91%
Promedio de estabilidad corregida (kg)	960.87	1105.1	1142.33	1195.76	1207.67	1183.32
Flujo (mm)	1.671	2.193	2.767	3.201	3.617	4.309
Estabilidad /flujo (kg/cm)	5749.15	5038.43	4128.41	3735.59	3339.17	2745.94

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados se identificó que el porcentaje de asfalto es 6.20% con un peso unitario de 2.273 g/cm³, una estabilidad de 1210 kg, flujo de 3.50 mm, % de vacíos VTM 4.18%, % vacíos llenos de asfalto 75.30%, % de vacíos en el agregado VMA 16.90% y una relación estabilidad/flujo de 3457.14 kg/cm.

5.3.3. Proporción de materiales de acuerdo a la dosificación de bolsas de plástico reciclado

Fue necesario identificar las dosificaciones de las muestras asfálticas al realizar dosificaciones de 0%, 5%, 10% y 15% de bolsas de plástico recicladas, calculando así la cantidad de grava, arena, filler, % de asfalto y bolsas de plástico reciclada.

Tabla 23. *Combinación de materiales en la mezcla asfáltica con una dosificación de 0%, 5%, 10% y 15% de bolsas plástico recicladas*

% de asfalto residual	Mezcla asfáltica (0.00% bolsas de plástico recicladas)	5% de bolsas de plástico (recicladas)	10% de bolsas de plástico (recicladas)	15% de bolsas de plástico (recicladas)
Grava de 1/2 (gr)	585.31	585.31	585.31	585.31
Arena (gr)	484.01	484.01	484.01	484.01
Filler - Cal (gr)	56.28	56.28	56.28	56.28
Bolsa de plástico (reciclado) (gr)	6.20	3.72	7.44	11.16
Asfalto a usar (%)	6.20%	6.18%	6.16%	6.14%

Fuente: Propia

En la mezcla con una dosificación de 0% de bolsas de plástico tiene una dosificación de grava de ½ =585.31 gr, arena=484.01 gr, filler=56.28 gr, bolsa de plástico reciclado= 6.20 gr y asfalto en 6.20%, con una dosificación del 5% de bolsas de plástico tiene una dosificación de grava de ½ =585.31 gr, arena=484.01 gr, filler=56.28 gr, bolsa de plástico reciclado= 3.72gr y asfalto en 6.18%, con una dosificación del 10% de bolsas de plástico tiene una dosificación de grava de ½ =585.31 gr, arena=484.01 gr, filler=56.28 gr, bolsa de plástico reciclado= 7.44gr y asfalto en 6.16% y con una dosificación del 15% de bolsas de plástico tiene una dosificación de grava de ½ =585.31 gr, arena=484.01 gr, filler=56.28 gr, bolsa de plástico reciclado= 11.16gr y asfalto en 6.14%.

5.3.4. Estimación del cambio de los vacíos llenos de asfalto (VFA) del cambio del % VFA en la mezcla asfáltica en caliente

Se realizó un análisis del comportamiento de los vacíos llenos de asfalto (VFA) con una variación del % d bolsas de plástico recicladas con un 5%, 10% y 20% de acuerdo a la EG 2013 manual de carreteras.

Tabla 24. Resultado del VFA con una variación del % de bolsas de plástico

	Mezcla asfáltica	5% de bolsas de plástico (recicladas)	10% de bolsas de plástico (recicladas)	15% de bolsas de plástico (recicladas)
	M0	M1	M2	M3
VFA para tráficos > 3 (millones de ejes equivalentes) EG 2013	65%-75%	65%-75%	65%-75%	65%-75%
% de Vacíos VFA	73.51%	74.02%	83.36%	87.78%
	Cumple	Cumple	NO Cumple	NO Cumple
% de variación	0.00%	0.69%	13.40%	19.41%

Fuente: Propia

Análisis:

En la tabla 19 se identificó una estimación del cambio en el VFA en la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así un % de VFA de 73.51% en la mezcla asfáltica con (0% de plástico reciclado), el % de VFA de 74.02% en la mezcla asfáltica con (5% de plástico reciclado), el % de VFA de 83.36% en la mezcla asfáltica con (10% de plástico reciclado) y el % de VFA de 87.78% en la mezcla asfáltica con (15% de plástico reciclado). Es así que la M0 y la M1 son las que permanecen dentro de los parámetros de % de VFA mencionado en la EG 2013 para un tráfico de >3 millones de ejes equivalentes. El mayor valor que se alcanzó es por la M3 con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, 11.16 gr y 6.14% de asfalto) el cual mostró una variación de 19.41% del % VFA con respecto a la muestra convencional.

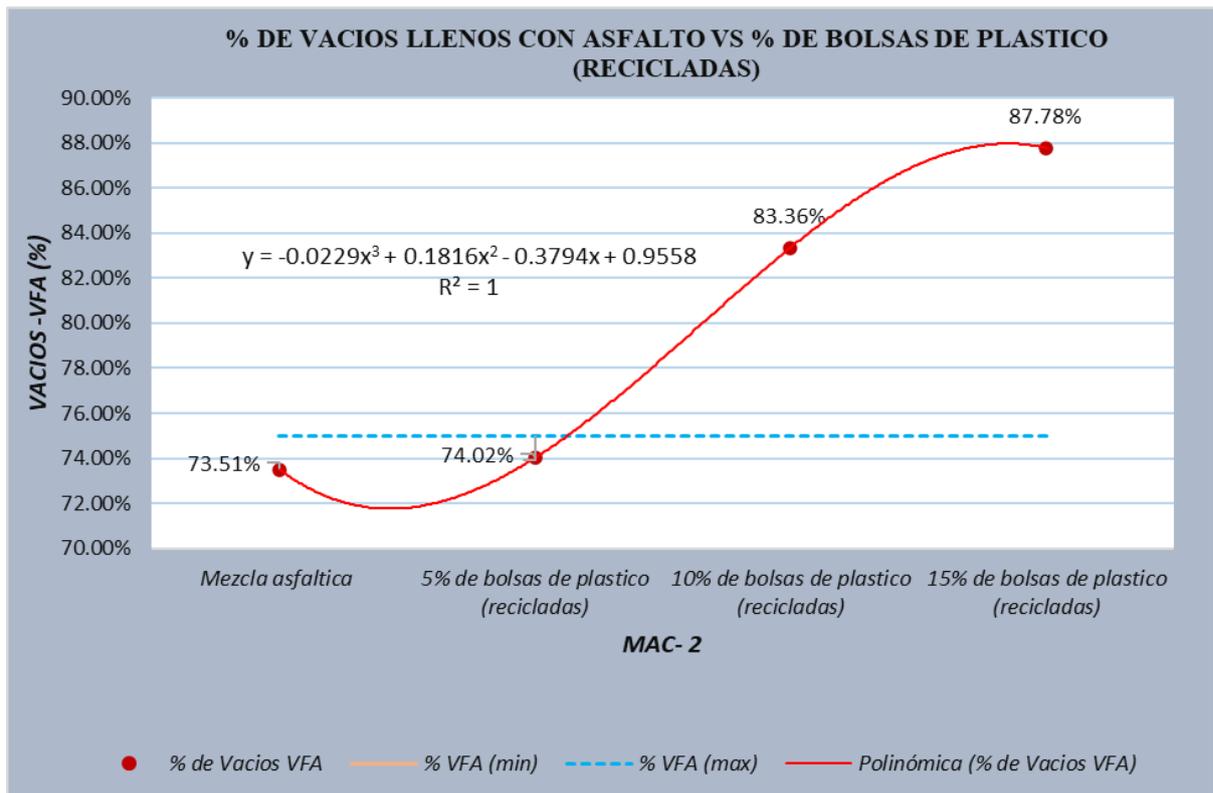


Figura 34. Comportamiento del % de vacíos llenos con asfalto

Fuente: Propia

En la figura 23 se muestra una tendencia al aumento del % de vacíos provocando que la M2 y M3 excedan los estándares mostrados en la EG 2013 logrando valores de 83.36% y 87.78%.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia al incremento del % de VFA alcanzando un valor mínimo por la M0 y valor máximo por la M3 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 25. % de vacíos con el VFA

% de asfalto residual	Muestra	% de Vacíos VFA	% de variación
Mezcla asfáltica	M0	73.51%	0.00%
5% de bolsas de plástico (recicladas)	M1	74.02%	0.69%
10% de bolsas de plástico (recicladas)	M2	83.36%	13.40%
15% de bolsas de plástico (recicladas)	M3	87.78%	19.41%

Fuente: Propia

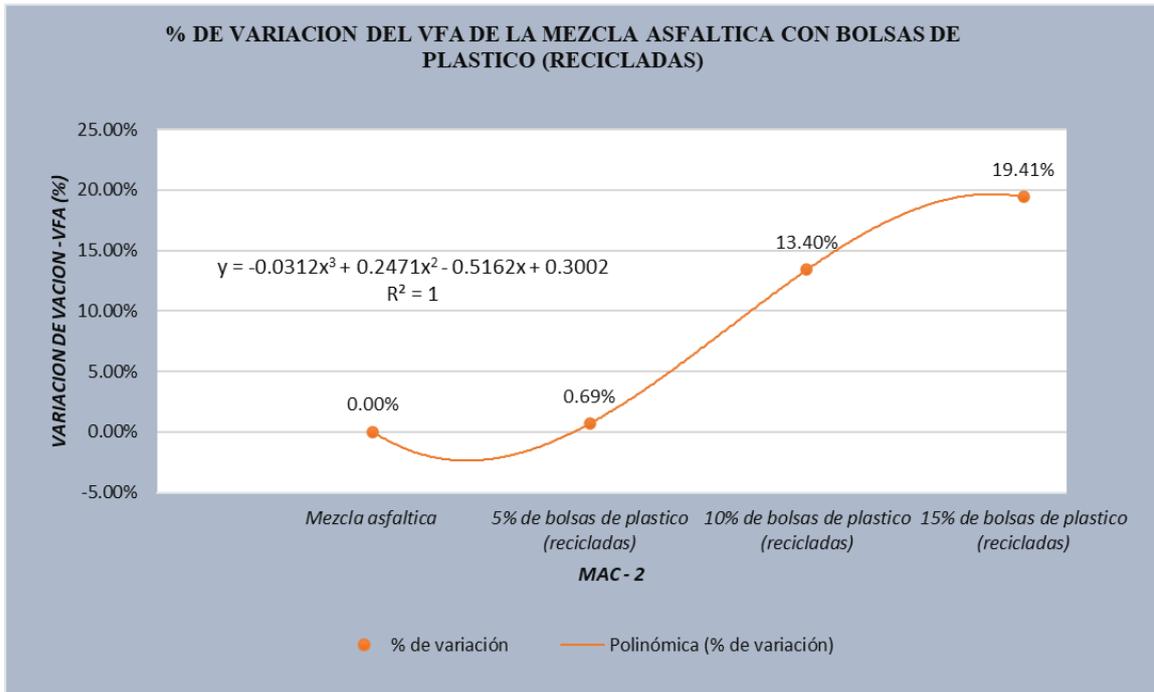


Figura 35. % de variación del VFA de la mezcla asfáltica

Fuente: Propia

En la figura 24 se muestra una variación positiva del % de VFA mostrando una variación de 0.69% en la M1, en la M2 varía en 13.40% y la M3 varía en 19.41% con respecto a la muestra convencional.

5.3.5. Estimación del cambio del % de vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM) en la mezcla asfáltica en caliente

Se evaluó el % de vacíos de aire en la mezcla asfáltica convencional y con la adición de 5%, 10% y 15% de bolsas de plástico (recicladas) es así que el VTM (Porcentaje de vacíos con el aire) fue analizado de acuerdo al MTC E 505.

Tabla 26. Resultado de vacíos del VTM de acuerdo con el MTC E 505

% de asfalto residual	Mezcla asfáltica	5% de bolsas de plástico (recicladas)	10% de bolsas de plástico (recicladas)	15% de bolsas de plástico (recicladas)
	M0	M1	M2	M3
% de Vacíos VTM	4.44%	3.48%	3.10%	2.90%
VTM (Porcentaje de vacíos con el aire) MTC E 505	3%-5%	3%-5%	3%-5%	3%-5%
% de variación	cumple 0.00	cumple -21.62%	cumple -30.18%	No cumple -34.68%

Fuente: Propia

Análisis:

En la tabla 21 se identificó una estimación del cambio en el VTM en la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así un % de VTM de 4.44% en la mezcla asfáltica con (0% de plástico reciclado), el % de VTM de 3.48% en la mezcla asfáltica con (5% de plástico reciclado), el % de VTM de 3.10% en la mezcla asfáltica con (10% de plástico reciclado) y el % de VTM de 2.90% en la mezcla asfáltica con (15% de plástico reciclado). Es así que la M0, M1 y la M2 son las que permanecen dentro de los parámetros de % de VTM mencionado en la EG 2013 con un rango de 3%- 5%. El menor valor que se alcanzó es por la M3 con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, 11.16 gr y 6.14% de asfalto) el cual muestra una variación de 2.90% del % VTM con respecto a la muestra convencional.

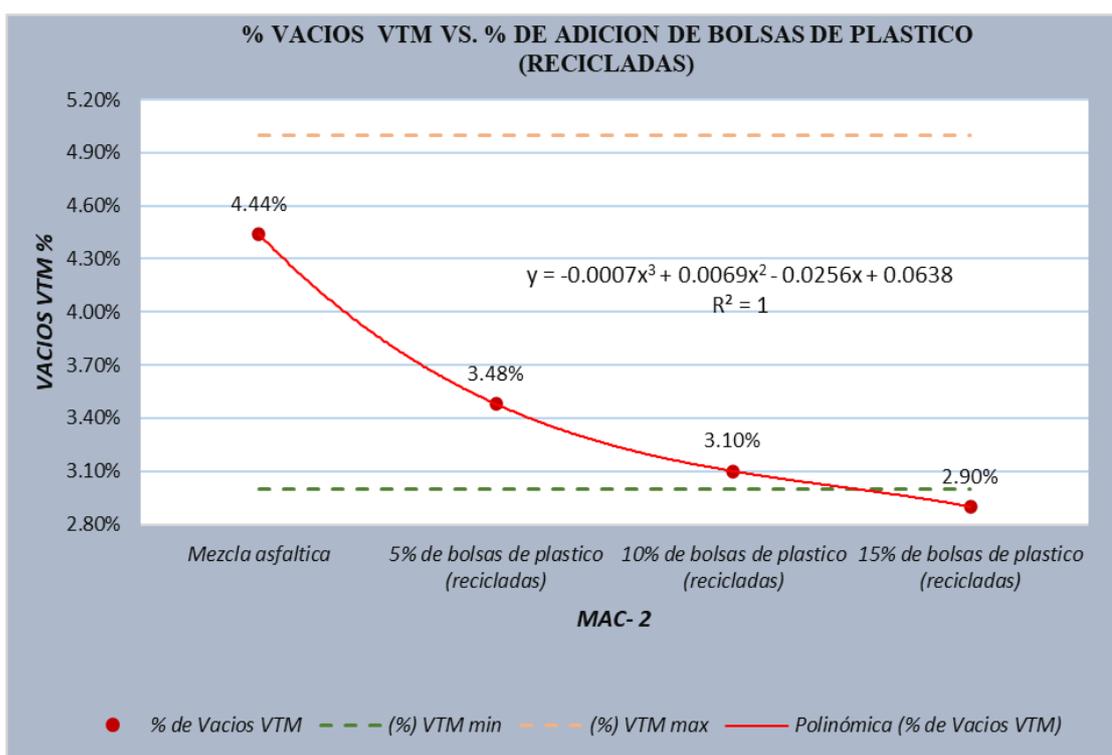


Figura 36. Comportamiento del % de vacíos VTM,

Fuente: Propia

En la figura 25 se muestra una tendencia a la reducción del % de vacíos provocando que la M3 mostrando un valor menor a los recomendados en los estándares mostrados en la EG 2013.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia a la reducción del % de VTM alcanzando un valor mínimo por la M3 y valor máximo por la M1 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 27. % de variación del VTM

% de asfalto residual	Muestra	% de Vacíos VTM	% de variación	(%) VTM min	(%) VTM max
Mezcla asfáltica	M0	4.44%	0.00	3.00%	5.00%
5% de bolsas de plástico (recicladas)	M1	3.48%	-0.22	3.00%	5.00%
10% de bolsas de plástico (recicladas)	M2	3.10%	-0.30	3.00%	5.00%
15% de bolsas de plástico (recicladas)	M3	2.90%	-0.35	3.00%	5.00%

Fuente: Propia

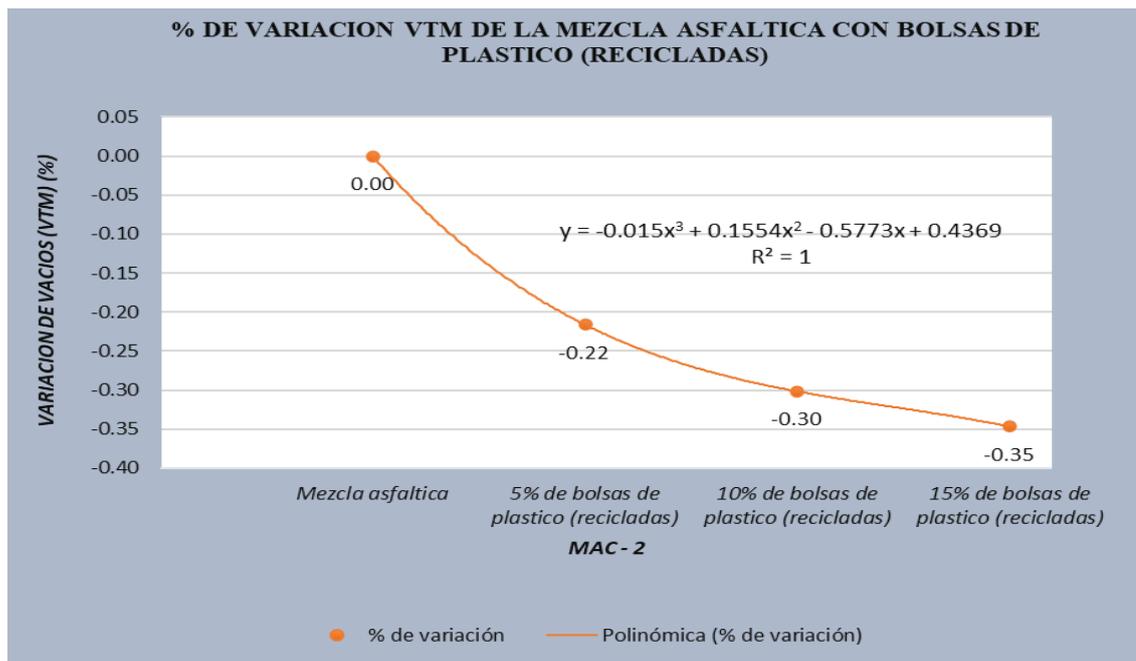


Figura 37. Variación de la variación del VTM

Fuente: Propia

En la figura se muestra una variación negativa del % de VTM mostrando una variación de -0.22% en la M1, en la M2 varía en -0.30% y la M3 varía en -0.35% con respecto a la muestra convencional.

5.3.6. Estimación de la relación estabilidad/flujo en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023

Se analizó la relación estabilidad/ flujo de acuerdo con el aparato Marshall en función al MT E 504 en la mezcla asfáltica con una dosificación de 0%, 5%, 10% y 15% de bolsas de plástico (recicladas).

Tabla 28. Resultados de la relación estabilidad/flujo del MAC-2

% de asfalto residual	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)		
	Estabilidad / flujo (kg /cm)	3405.8	3632.1	3492.1	4130.0	4162.9	4144.1	4065.6	3335.9	3024.0	2872.9	3566.6
Estabilidad / flujo promedio (kg /cm)	3509.991			4145.687			3475.142			3191.545		
Relación estabilidad/ flujo (kg/cm)	1700 (kg/cm)-4000 (kg/cm)			1700 (kg/cm)-4000 (kg/cm)			1700 (kg/cm)-4000 (kg/cm)			1700 (kg/cm)-4000 (kg/cm)		
% de variación	Cumple 0.00%			NO Cumple 18.11%			Cumple -0.99%			Cumple -9.07%		

Fuente: Propia

En la tabla 23 se identificó un cambio en la relación estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así en la M1 con (0% de plástico reciclado) una relación de estabilidad/flujo de 3405.8kg/cm, 3632.1 kg/cm y 3492.1 kg/cm en la M2 con (5% de plástico reciclado) el resultado es de 4130.0 kg/cm, 4162.9 kg/cm y 4144.1 kg/cm, en la M3 con (10% de plástico reciclado) 40656 kg/cm, 3335.9 kg/cm y 3024.0 kg/cm y en la M3 con (15% de plástico reciclado) 2872.9 kg/cm, 3566.6 kg/cm y 3135.2 kg/cm. Obteniendo así el mayor valor de relación estabilidad /flujo en la M1 con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, plástico reciclado 3.72 gr y 6.18% de asfalto) el cual mostro una variación de 15.00% de flujo con respecto a la muestra convencional.

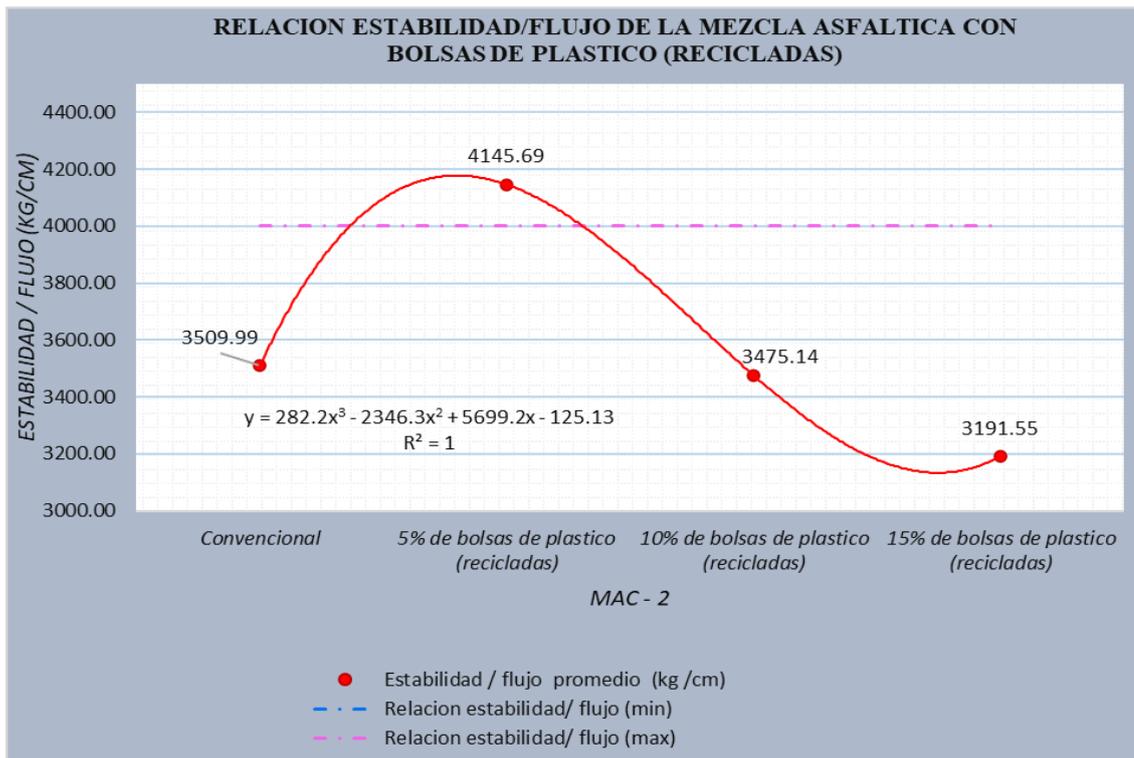


Figura 38. Comportamiento de la relación estabilidad/ flujo de mezcla asfáltica con uso de plástico reciclado

Fuente: Propia

En la figura 27 se muestra una tendencia al aumento de la relación estabilidad / flujo promedio máximo de 4145.69 kg/cm en la M1, en la M2 se mostró se mostró una relación de 3475.14 kg/cm, en la M3 se identificó una relación de estabilidad / flujo de 3191.55 kg/cm.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia de aumento de la relación estabilidad/flujo alcanzando un valor máximo en la M2 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 29. Variación de resultados de la relación estabilidad/ flujo

% de asfalto residual	Estabilidad / flujo promedio (kg /cm)	% de variación	Relación estabilidad/ flujo (min)	Relación estabilidad/ flujo (max)
Convencional	3509.99	0.00%	1700	4000
5% de bolsas de plástico (recicladas)	4145.69	18.11%	1700	4000
10% de bolsas de plástico (recicladas)	3475.14	-0.99%	1700	4000
15% de bolsas de plástico (recicladas)	3191.55	-9.07%	1700	4000

Fuente: Propia

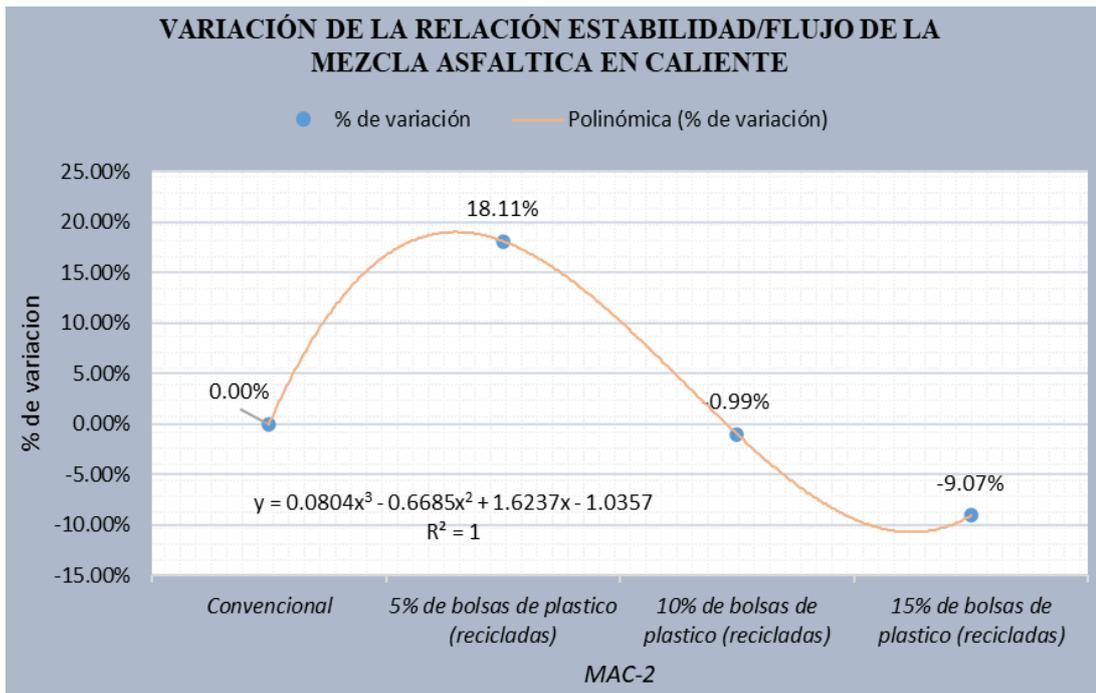


Figura 39. Tendencia de la variación de la relación de estabilidad/flujo

Fuente: Propia

En la figura se muestra la variación de la relación estabilidad/flujo en la mezcla asfáltica en caliente con el uso de bolsas de plástico mostrando así una variación de 18.11% en la M1, -0.99% en la M2 y -9.07% en la M3 con respecto a la muestra convencional.

5.4. Estimación de estabilidad corregida en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023

Para el cálculo de la estabilidad fue necesario identificar la resistencia de las mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504, de acuerdo con la EG 2013 la estabilidad mínima debe ser de 8.15 KN (831.07 kg).

Tabla 30. Resultados de la estabilidad corregida de la mezcla asfáltica con el uso de bolsa de plástico reciclado

% se asfalto residual	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)		
	M0			M1			M2			M3		
Estabilidad Corregida (kg)	1191.01	1274.86	1218.39	1414.94	1422.48	1423.50	1567.69	1286.64	1167.56	1249.13	1200.15	1366.00
Estabilidad Promedio Corregida (kg)	1228.087			1420.307			1340.630			1271.760		
Estabilidad (min) EG 2013	8.15 KN (831.07 kg)			8.15 KN (831.07 kg)			8.15 KN (831.07 kg)			8.15 KN (831.07 kg)		
	cumple			cumple			cumple			cumple		
% de variación	0.00 %			15.65%			9.16%			3.56%		

Fuente: Propia

Análisis:

En la tabla 25 se identificó una estimación del cambio de estabilidad en la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así una estabilidad en la M1 con (0% de plástico reciclado) 1191.01 kg, 1274.86 kg y 1218.39 kg, en la M2 con (5% de plástico reciclado) 1414.94 kg, 1422.48 kg y 1423.50 kg, en la M3 con (10% de plástico reciclado) 1567.69 kg, 1286.64 kg y 1167.56 kg y en la M3 con (15% de plástico reciclado) 1249.13 kg, 1200.15 kg y 1366.00 kg. Es así que la M0, M1, M2 y M3 cumpliendo así con el valor mínimo de estabilidad, el mayor valor alcanzado es por la M1 con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, 3.72 gr y 6.18% de asfalto) el cual muestra una variación de 15.65% de la estabilidad con respecto a la muestra convencional.

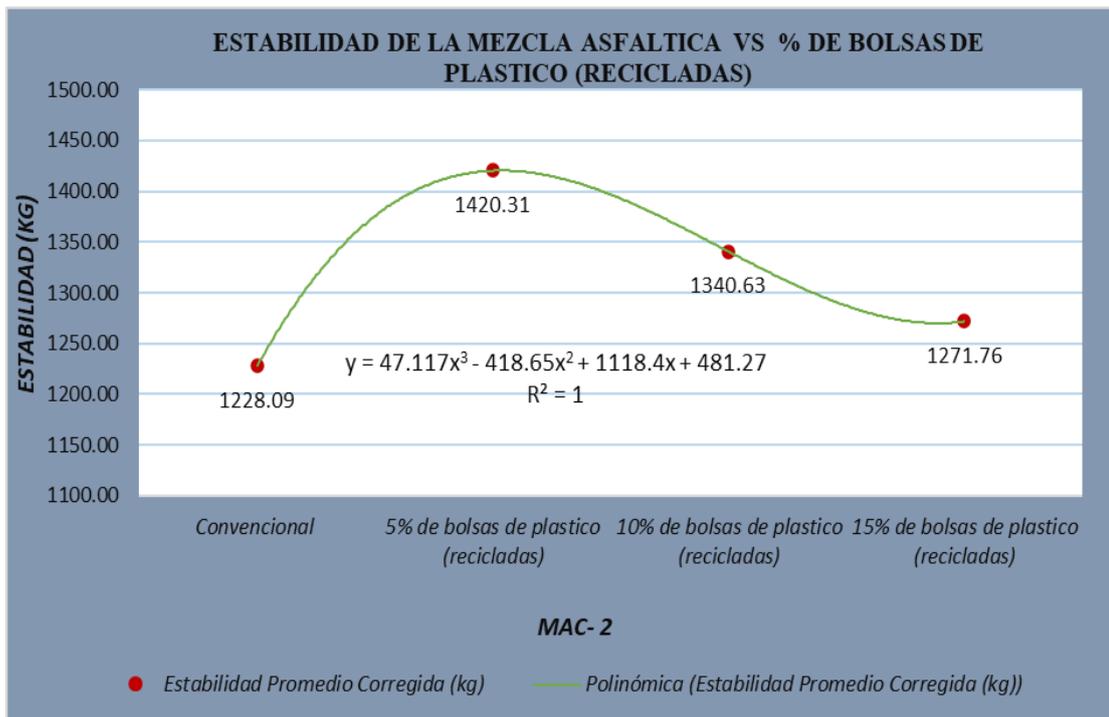


Figura 40. Comportamiento de la estabilidad de mezcla asfáltica con la adición de las bolsas de plástico recicladas

Fuente: Propia

En la figura 29 se muestra una tendencia de aumento y reducción de la estabilidad identificando que en la M2 se logra una estabilidad promedio de 1420.31 kg como el mayor valor, en tanto al emplear 10% y 15 % de bolsas de plástico reciclada provocando que la M3 mostrando un valor menor a los recomendados en los estándares mostrados en la EG 2013.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia al aumento de la estabilidad del alcanzando un valor máximo en la M2 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 31. Variación del % de estabilidad promedio corregida

% se asfalto residual	Muestra	Estabilidad Promedio Corregida (kg)	% de variación
Convencional	M1	1228.09	0.00%
5% de bolsas de plástico (recicladas)	M2	1420.31	15.65%
10% de bolsas de plástico (recicladas)	M3	1340.63	9.16%
15% de bolsas de plástico (recicladas)	M4	1271.76	3.56%

Fuente: Propia

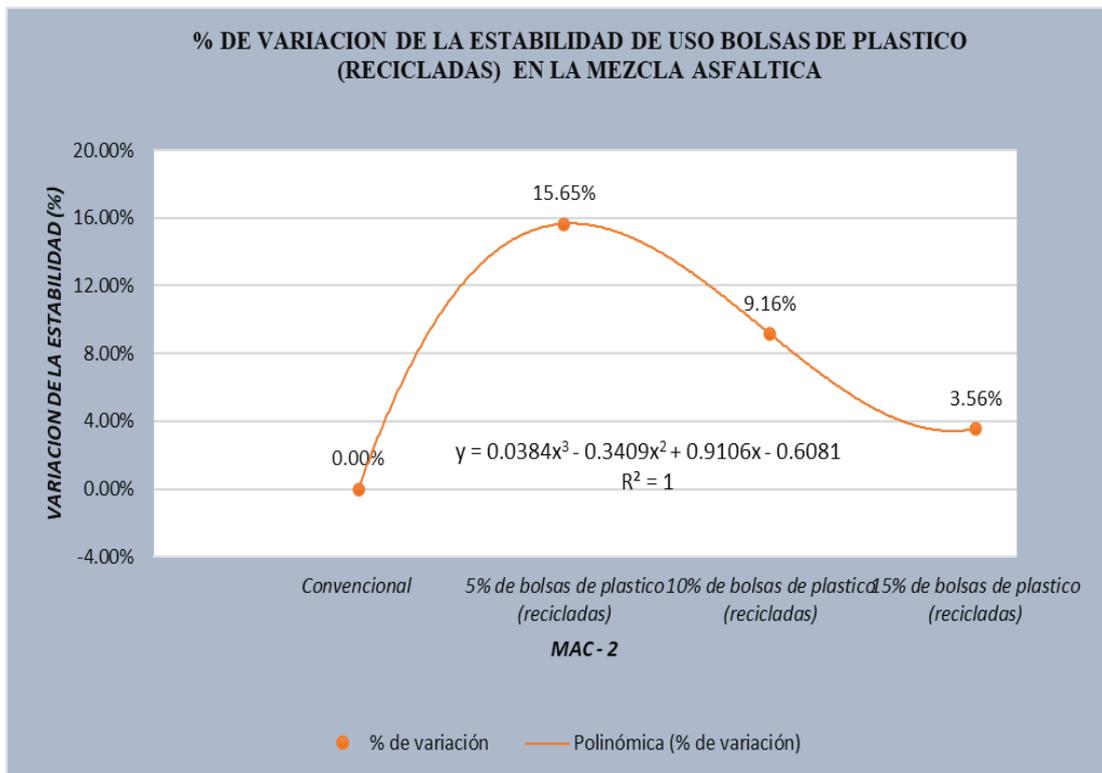


Figura 41. Variación de la estabilidad con diferentes dosificaciones del uso de bolsa de plástico

Fuente: Propia

En la figura 30 se muestra una variación de la estabilidad en la mezcla asfáltica en caliente con el uso de bolsas de plástico mostrando así una variación de 15.65% en la M1, 9.16% en la M2 y 3.56% en la M3 con respecto a la muestra convencional.

5.5. Estimación de la pérdida por desgaste en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023

Se estimó la pérdida por desgaste de acuerdo con la caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro por pérdida por desgaste – MTC E 515 teniendo en cuenta un desgaste < 20% (EG 2013).

Tabla 32. Resultados de la pérdida a por desgaste de la mezcla asfáltica caliente

Muestra	Convencional				5% de bolsas de plástico (recicladas)				10% de bolsas de plástico (recicladas)				15% de bolsas de plástico (recicladas)			
	M0				M1				M2				M3			
Perdida por desgaste (%)	13.00	13.80	13.40	13.50	12.20	12.60	12.70	12.30	14.50	14.40	14.20	14.30	17.60	17.30	17.70	17.20
Perdida promedio por desgaste (%)	13.425				12.45				14.35				17.45			
Desgaste < 20% (EG 2013)	<20%				<20%				<20%				<20%			
	cumple				cumple				cumple				cumple			
% de variación	0.00				-7.26%				6.89%				29.89%			

Fuente: Propia

En la tabla 27 se identificó un cambio en la pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así un desgaste en la M1 con (0% de plástico reciclado) de 13.00%, 13.80%, 13.40% y 13.50%, en la M2 con (5% de plástico reciclado) 12.20%, 12.60%, 12.70% y 12.30%, en la M3 con (10% de plástico reciclado) 14.50%, 14.40%, 14.20% y 14.30% y en la M3 con (15% de plástico reciclado) 17.60%, 17.30%, 17.70% y 17.20%. Es así que a mayor cantidad de bolsas plásticas recicladas se logra un mayor desgaste, en este caso el total de las muestras permanecen dentro de los parámetros máximos de desgaste permitidos, se identificó en la M3 el mayor valor de desgaste con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, 11.16 gr y 6.14% de asfalto) el cual muestra una variación de 29.89% del desgaste con respecto a la muestra convencional.

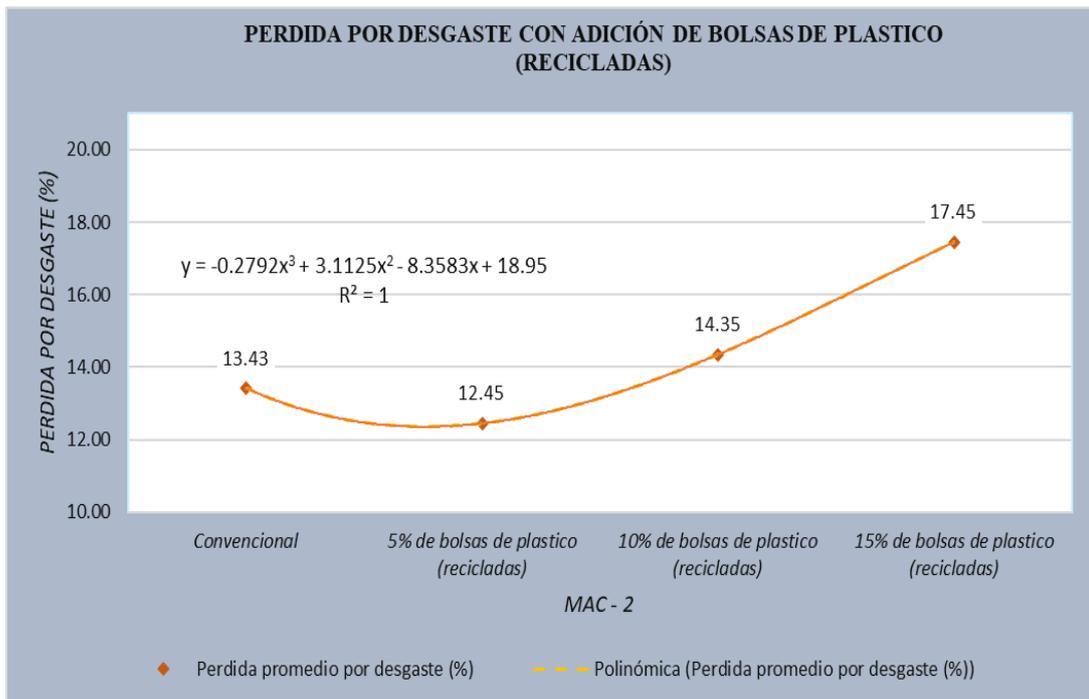


Figura 42. Comportamiento de la pérdida por desgaste con el uso de bolsas de plástico

Fuente: Propia

En la figura 31 se muestra una tendencia de aumento de los valores de desgaste se identificó un promedio máximo de 17.45% en la M3, en la M2 se mostró un desgaste de 14.35%, en la M2 se identificó un desgaste de 12.45%.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia al aumento del % de desgaste alcanzando un valor máximo en la M3 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 33. Variación de la pérdida promedio de desgaste con diferentes dosificaciones de bolsas de plástico con respecto al convencional

Muestra		Perdida promedio por desgaste (%)	% de variación
Convencional	M0	13.43	0.00
5% de bolsas de plástico (recicladas)	M1	12.45	-7.26
10% de bolsas de plástico (recicladas)	M2	14.35	6.89
15% de bolsas de plástico (recicladas)	M3	17.45	29.98

Fuente: Propia

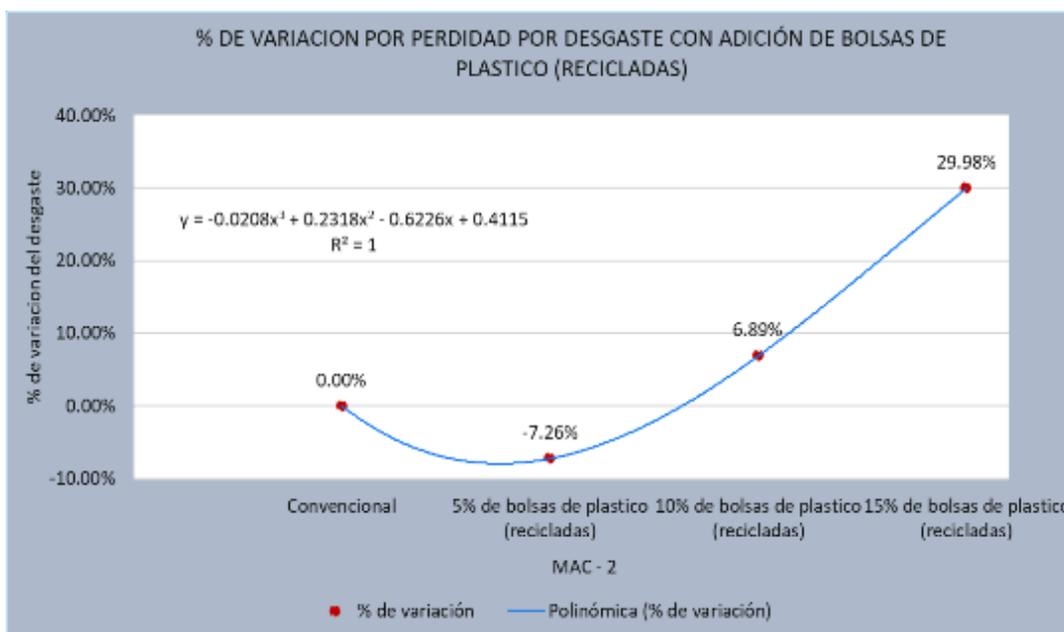


Figura 43. Variación del % de perdida por desgaste en la mezcla asfáltica

Fuente: Propia

En la figura de muestra una variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente con el uso de bolsas de plástico mostrando así una variación de -7.26% en la M1, 6.89% en la M2 y 29.98% en la M3 con respecto a la muestra convencional.

5.6. Estimación de la gravedad específica Bulk en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023

Se realizó un análisis de la gravedad específica Bulk de la mezcla compactada Gmb según el aparato Marshall MTC E 504, en la mezcla asfáltica M0 (0% de bolsas de plástico reciclada), M1 (5% de bolsas de plástico reciclada), M2 (10% de bolsas de plástico reciclado) y M3 (15% de bolsas de plástico reciclada).

Tabla 34. Resultados de la gravedad específica (Bulk) del -MAC 2

% de asfalto residual	Convencional		5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)			
	M0		M1			M2			M3			
Gravedad específica Bulk	2.283	2.257	2.277	2.341	2.333	2.329	2.311	2.316	2.315	2.304	2.300	2.288
Gravedad específica Bulk promedio	2.272		2.334			2.314			2.297			
% de variación	0.00%		2.73%			1.83%			1.10%			

Fuente: Propia

En la tabla 29 se identificó un cambio en la gravedad específica Bulk de la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así una gravedad específica Bulk en la M1 con (0% de plástico reciclado) de 2.283, 2.257 y 2.277, en la M2 con (5% de plástico reciclado) 2.341, 2.333 y 2.329, en la M3 con (10% de plástico reciclado) 2.311, 2.316 y 2.315 y en la M3 con (15% de plástico reciclado) 2.304, 2.300 y 2.288. Obteniendo así el mayor valor de gravedad específica Bulk en la M1 el mayor valor de desgaste con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, plástico reciclado 3.72 gr y 6.18% de asfalto) el cual muestra una variación de 2.73% de la gravedad específica Bulk con respecto a la muestra convencional.

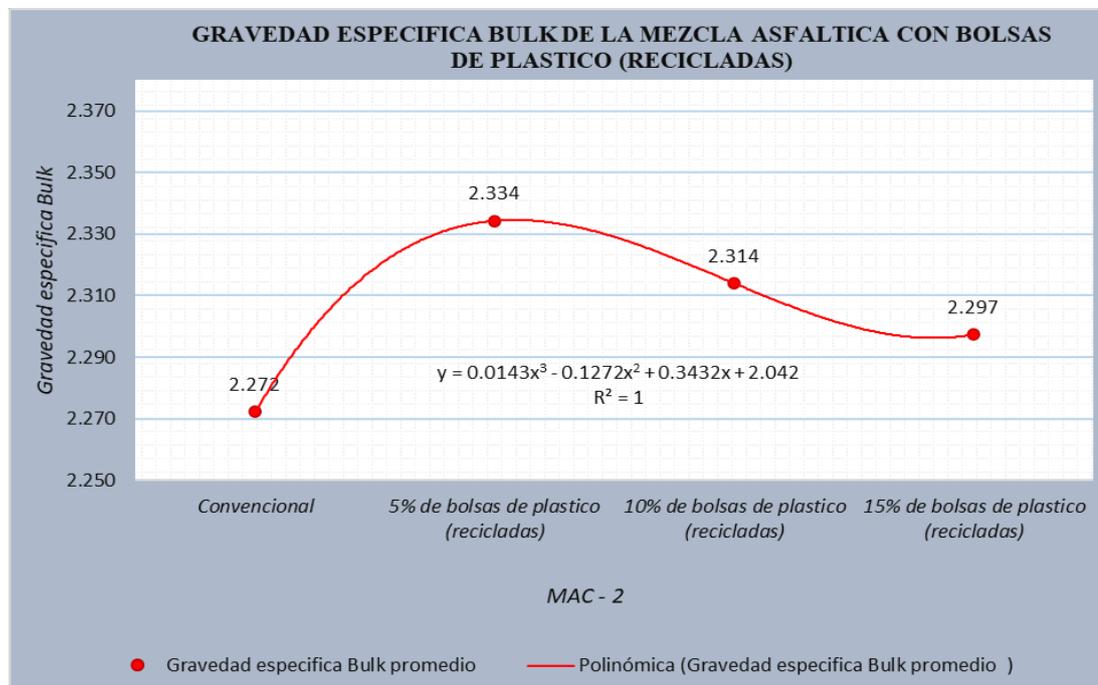


Figura 44. Comportamiento de la gravedad específica Bulk del MAC-2

Fuente: Propia

En la figura 33 se muestra una tendencia al aumento de los valores de gravedad específica promedio máximo de 2.334 en la M1, en la M2 se mostró una gravedad específica de 2.314, en la M3 se identificó una gravedad específica de 2.297%.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia de aumento de la gravedad específica Bulk alcanzando un valor máximo en la M1 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 35. Variación de los resultados de la gravedad específica Bulk en el MAC-2

% de asfalto residual	Muestra	Gravedad específica Bulk promedio	% de variación
Convencional	M1	2.272	0.00%
5% de bolsas de plástico (recicladas)	M2	2.334	2.73%
10% de bolsas de plástico (recicladas)	M3	2.314	1.83%
15% de bolsas de plástico (recicladas)	M4	2.297	1.10%

Fuente: Propia

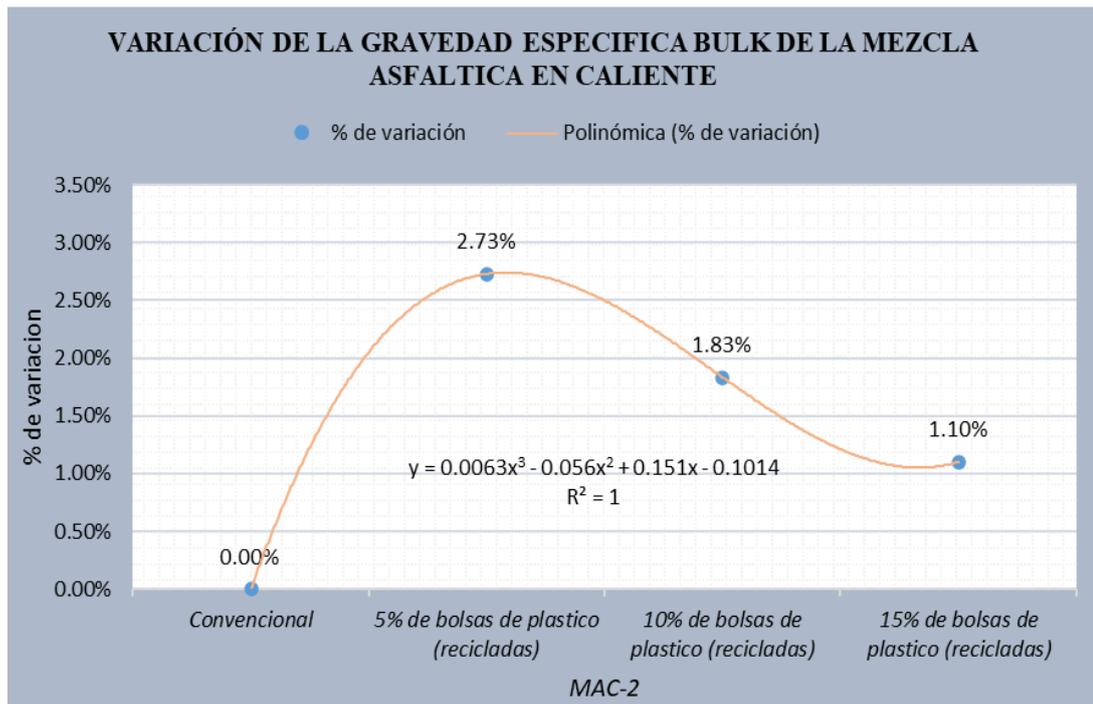


Figura 45. Porcentaje de variación de la gravedad específica Bulk

Fuente: Propia

En la figura 34 se muestra la variación de la gravedad específica Bulk en la mezcla asfáltica en caliente con el uso de bolsas de plástico mostrando así una variación de 2.73% en la M1, 1.83% en la M2 y 1.10% en la M3 con respecto a la muestra convencional.

5.7. Estimación del flujo en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023

Se realizó un análisis del flujo de la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis resistencia de las mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504, de acuerdo con la EG 2013 el flujo debe de estar dentro de los parámetros de 8"-14" (2mm - 3.5mm).

Tabla 36. Flujo promedio de las muestras asfálticas MAC - 2

% de asfalto residual	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)		
Flujo (mm)	3.497	3.510	3.489	3.426	3.417	3.435	3.856	3.857	3.861	4.348	3.365	4.357
Flujo promedio (mm)	3.499			3.426			3.858			4.023		
Flujo 0.01" (0.25 mm) de acuerdo con la EG-2013	8"-14" (2mm - 3.5mm)			8"-14" (2mm - 3.5mm)			8"-14" (2mm - 3.5mm)			8"-14" (2mm - 3.5mm)		
% de variación	Cumple 0.00			Cumple -2.08			NO Cumple 10.27%			NO Cumple 15.00%		

Fuente: Propia

En la tabla 31 se identificó un cambio en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente causado por la adición de bolsas de plástico (recicladas) obteniendo así en la M1 con (0% de plástico reciclado) un flujo de 3.497mm, 3.510 mm y 3.489 mm en la M2 con (5% de plástico reciclado) el flujo fue de 3.426mm, 3.417mm y 3.435mm, en la M3 con (10% de plástico reciclado) 3.856mm, 3.857mm y 3.861mm y en la M3 con (15% de plástico reciclado) 4.348mm, 3.365mm y 4.357mm. Obteniendo así el mayor valor de flujo en la M3 el mayor valor de desgaste con una combinación de (585.31 gr de grava de ½, arena de 484.01 gr, filler de 56.28 gr, plástico reciclado 11.16 gr y 6.14% de asfalto) el cual muestra una variación de 15.00% de flujo con respecto a la muestra convencional.

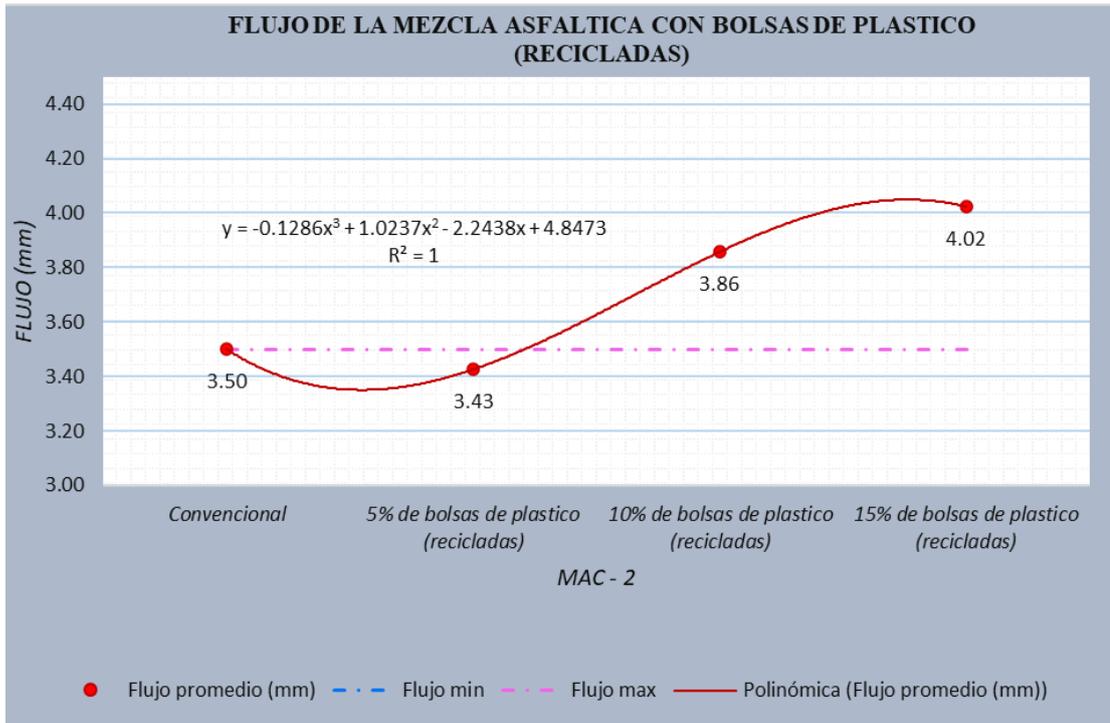


Figura 46. Análisis del flujo de mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsa de plástico recicladas

Fuente: Propia

En la figura 35 se muestra una tendencia al aumento de los valores de flujo promedio máximo de 4.02mm en la M3, en la M1 se mostró un flujo de 3.43mm, en la M2 se identificó un flujo de 3.86mm.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados se identificó una tendencia de aumento del flujo alcanzando un valor máximo en la M3 logrando así una función cuya relación llega a ser significativa con un coeficiente de $R^2 = 1$.

Tabla 37. Variación del flujo de la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsa de plástico recicladas

% de asfalto residual	Flujo promedio (mm)	% de variación	Flujo min	Flujo max
Convencional	3.50	0.000	2	3.5
5% de bolsas de plástico (recicladas)	3.43	-0.021	2	3.5
10% de bolsas de plástico (recicladas)	3.86	0.103	2	3.5
15% de bolsas de plástico (recicladas)	4.02	0.150	2	3.5

Fuente: Propia

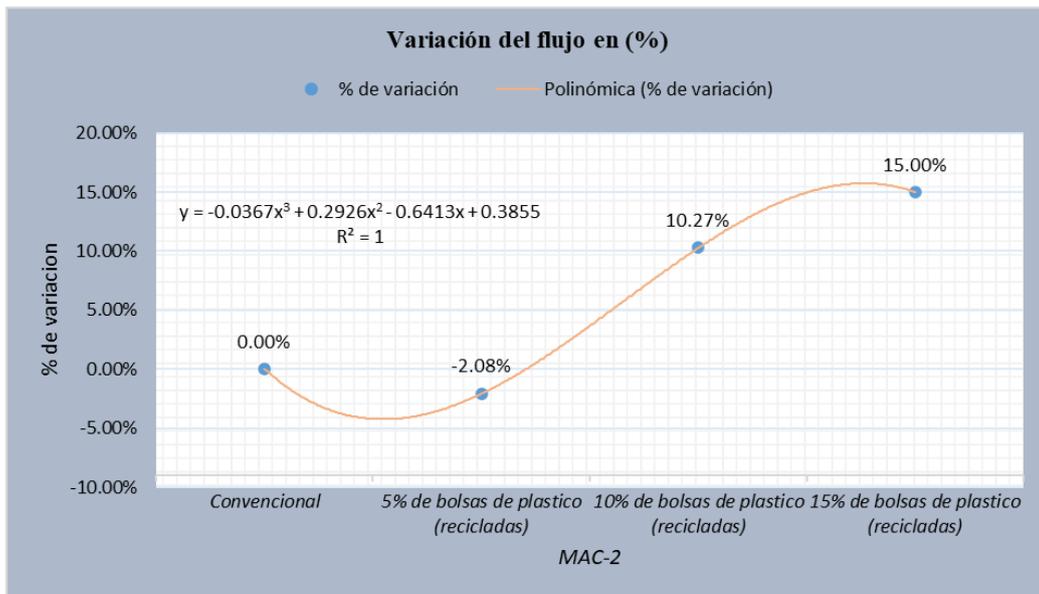


Figura 47. Variación de resultados de flujo en las MAC - 2

Fuente: Propia

En la figura 36 se muestra la variación del flujo en la mezcla asfáltica en caliente con el uso de bolsas de plástico mostrando así una variación de -2.08% en la M1, 10.27% en la M2 y 15.00% en la M3 con respecto a la muestra convencional.

5.8. Contrastación de hipótesis

5.8.1. Análisis estadístico de la estabilidad corregida en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.

- H0: La estabilidad NO varía al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.
- H1: La estabilidad varía significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 37 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.622, 0.209, 0.562 y 0.557 siendo mayores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos muestran una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H0.

Pruebas de normalidad

	Bolsa de plástico (recicladas)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	Convencional	,256	3	.	,961	3	,622
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,346	3	.	,838	3	,209
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	,270	3	.	,948	3	,562
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	,271	3	.	,947	3	,557

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 48. Resultados de la prueba de normalidad de los valores de estabilidad

Fuente: Propia

Estadísticos descriptivos de la estabilidad:

En la figura 38 se identificó los resultados de la media para la estabilidad de la mezcla asfáltica con uso de bolsas de plástico reciclada en la (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas), llegan a ser mayores con respecto a la muestra control sin uso de bolsa de plástico.

Descriptivos

Estabilidad	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Convencional	3	1228,08667	42,757744	24,686195	1121,87054	1334,30279	1191,010	1274,860
5% de bolsa de plástico (recicladas)	3	1420,30667	4,675568	2,699440	1408,69191	1431,92142	1414,940	1423,500
10% de bolsa de plástico (recicladas)	3	1340,63000	205,456064	118,620114	830,24884	1851,01116	1167,560	1567,690
15% de bolsa de plástico (recicladas)	3	1271,76000	85,209409	49,195675	1060,08809	1483,43191	1200,150	1366,000
Total	12	1315,19583	122,902561	35,478913	1237,10727	1393,28440	1167,560	1567,690

Figura 49. Análisis descriptivo del intervalo de confianza de la estabilidad

Fuente: Propia

En la figura 39 en la prueba de Anova se identificó que el p-valor >0.05 por lo que se aceptó la H_0 y rechazo la H_1 , concluyendo así que la: La estabilidad varía levemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. En las (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas).

ANOVA

Estabilidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	63509,588	3	21169,863	1,650	,254
Dentro de grupos	102645,846	8	12830,731		
Total	166155,434	11			

Figura 50. Resultado de la prueba de Anova de la estabilidad

Fuente: Propia

En figura 40 muestra los resultados de la prueba de Tukey apreciados que entre una comparativa de sustitución del M0 (0% de bolsa de plástico reciclada), M1 (5% de bolsa de plástico reciclada), M2 (10% de bolsa de plástico reciclada) y M3 (15% de bolsa de plástico reciclada) en el $p\text{-valor} > 0.05$ por lo que hay una diferencia significativa en las comparaciones de uso de plástico recicladas.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Estabilidad

HSD Tukey

(I) Bolsa de plástico (recicladas)	(J) Bolsa de plástico (recicladas)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Convencional	5% de bolsa de plástico (recicladas)	-192,22000	92,486867	,238	-488,39550	103,95550
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-112,54333	92,486867	,634	-408,71884	183,63217
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-43,67333	92,486867	,963	-339,84884	252,50217
5% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	192,22000	92,486867	,238	-103,95550	488,39550
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	79,67667	92,486867	,824	-216,49884	375,85217
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	148,54667	92,486867	,427	-147,62884	444,72217
10% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	112,54333	92,486867	,634	-183,63217	408,71884
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	-79,67667	92,486867	,824	-375,85217	216,49884
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	68,87000	92,486867	,876	-227,30550	365,04550
15% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	43,67333	92,486867	,963	-252,50217	339,84884
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	-148,54667	92,486867	,427	-444,72217	147,62884
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-68,87000	92,486867	,876	-365,04550	227,30550

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 12830,731.

Figura 51. Relación de la prueba de Tukey de la estabilidad

Fuente: Propia

5.8.2. Análisis estadístico de pérdida en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.

- H0: El desgaste NO se altera al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.
- H1: El desgaste se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 41 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.900, 0.488, 0.972 y 0.488 siendo mayores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos muestran una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H0.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Bolsa de plástico (recicladas)		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desgaste	Convencional	,220	4	.	,980	4	,900
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,236	4	.	,911	4	,488
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	,151	4	.	,993	4	,972
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	,236	4	.	,911	4	,488

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 52. Prueba de normalidad de los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica caliente con bolsas plástico recicladas

Fuente: Propia

Estadísticos descriptivos de la estabilidad:

En la figura 42 se identificó los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica con uso de bolsas de plástico reciclada en la (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas), llegan a ser mayores con respecto a la muestra control sin uso de bolsa de plástico.

Descriptivos

Desgaste	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Convencional	4	13,42500	,330404	,165202	12,89925	13,95075	13,000	13,800
5% de bolsa de plástico (recicladas)	4	12,45000	,238048	,119024	12,07121	12,82879	12,200	12,700
10% de bolsa de plástico (recicladas)	4	14,35000	,129099	,064550	14,14457	14,55543	14,200	14,500
15% de bolsa de plástico (recicladas)	4	17,45000	,238048	,119024	17,07121	17,82879	17,200	17,700
Total	16	14,41875	1,948407	,487102	13,38052	15,45698	12,200	17,700

Figura 53. Análisis descriptivo del desgaste de la mezcla asfáltica en caliente

Fuente: Propia

En la figura 43 en la prueba de Anova se identificó que el p-valor <0.05 por lo que se aceptó la H1 y rechazo la H0, concluyendo así que la: El desgaste se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. En las (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas).

ANOVA

Desgaste	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	56,227	3	18,742	313,460	,000
Dentro de grupos	,718	12	,060		
Total	56,944	15			

Figura 54. Resultados de significancia de la prueba de Anova de los puros de desgaste

Fuente: Propia

En figura 44 muestra los resultados de la prueba de Tukey apreciados que entre una comparativa de sustitución del M0 (0% de bolsa de plástico reciclada), M1 (5% de bolsa de plástico reciclada), M2 (10% de bolsa de plástico reciclada) y M3 (15% de bolsa de plástico reciclada) en el p-valor <0.05 por lo que hay una diferencia significativa en las comparaciones de uso de plástico recicladas.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Desgaste
HSD Tukey

(I) Bolsa de plástico (recicladas)	(J) Bolsa de plástico (recicladas)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Convencional	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,97500*	,172904	,001	,46166	1,48834
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-,92500*	,172904	,001	-1,43834	-,41166
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-4,02500*	,172904	,000	-4,53834	-3,51166
5% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	-,97500*	,172904	,001	-1,48834	-,46166
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-1,90000*	,172904	,000	-2,41334	-1,38666
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-5,00000*	,172904	,000	-5,51334	-4,48666
10% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	,92500*	,172904	,001	,41166	1,43834
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	1,90000*	,172904	,000	1,38666	2,41334
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-3,10000*	,172904	,000	-3,61334	-2,58666
15% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	4,02500*	,172904	,000	3,51166	4,53834
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	5,00000*	,172904	,000	4,48666	5,51334
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	3,10000*	,172904	,000	2,58666	3,61334

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,060.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Figura 55. Resultados del análisis de la prueba de Tukey

Fuente: Propia

5.8.3. Análisis estadístico de la gravedad específica Bulk en la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.

- H0: La gravedad específica NO se altera al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.
- H1: La gravedad específica se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 45 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.424, 0.637, 0.363 y 0.463 siendo mayores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos muestran una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H0.

Pruebas de normalidad

	Bolsa de plástico (recicladas)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gravedad específica Bulk	Convencional	,301	3	.	,912	3	,424
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,253	3	.	,964	3	,637
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	,314	3	.	,893	3	,363
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 56. Resultados de los valores de significancia de la gravedad específica Bulk

Fuente: Propia

Estadísticos descriptivos de la estabilidad:

En la tabla 46 se identificó los resultados de la media para la estabilidad de la mezcla asfáltica con uso de bolsas de plástico reciclada en la (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas), llegan a ser mayores con respecto a la muestra control sin uso de bolsa de plástico.

Descriptivos

Gravedad específica Bulk	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Convencional	3	2,27233	,013614	,007860	2,23851	2,30615	2,257	2,283
5% de bolsa de plástico (recicladas)	3	2,33433	,006110	,003528	2,31916	2,34951	2,329	2,341
10% de bolsa de plástico (recicladas)	3	2,31400	,002646	,001528	2,30743	2,32057	2,311	2,316
15% de bolsa de plástico (recicladas)	3	2,29733	,008327	,004807	2,27665	2,31802	2,288	2,304
Total	12	2,30450	,024858	,007176	2,28871	2,32029	2,257	2,341

Figura 57. Resultados descriptivo de la gravedad específica Bulk

Fuente: Propia

En la figura 47 en la prueba estadística de Anova se identificó que el p-valor >0.05 por lo que se aceptó la H0 y rechazo la H1, concluyendo así que la: La gravedad específica se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. En las (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas).

ANOVA

Gravedad especifica Bulk

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,006	3	,002	27,643	,000
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	,007	11			

Figura 58. Resultados de la prueba de Anova de la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica

Fuente: Propia

En figura 48 muestra los resultados de la prueba de Tukey apreciados que entre una comparativa de sustitución del M0 (0% de bolsa de plástico reciclada), M1 (5% de bolsa de plástico reciclada), M2 (10% de bolsa de plástico reciclada) y M3 (15% de bolsa de plástico reciclada) en el p-valor > 0.05 por lo que hay una diferencia significativa en las comparaciones de uso de plástico recicladas.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Gravedad especifica Bulk

HSD Tukey

(I) Bolsa de plástico (recicladas)	(J) Bolsa de plástico (recicladas)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Convencional	5% de bolsa de plástico (recicladas)	-,06200*	,007059	,000	-,08461	-,03939
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-,04167*	,007059	,002	-,06427	-,01906
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-,02500*	,007059	,031	-,04761	-,00239
5% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	,06200*	,007059	,000	,03939	,08461
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	,02033	,007059	,079	-,00227	,04294
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	,03700*	,007059	,003	,01439	,05961
10% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	,04167*	,007059	,002	,01906	,06427
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	-,02033	,007059	,079	-,04294	,00227
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	,01667	,007059	,163	-,00594	,03927
15% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	,02500*	,007059	,031	,00239	,04761
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	-,03700*	,007059	,003	-,05961	-,01439
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-,01667	,007059	,163	-,03927	,00594

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 7,475E-5.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Figura 59. Prueba de Tukey para la prueba de gravedad especifica Bulk

Fuente: Propia

5.8.4. Análisis estadístico del flujo de la mezcla asfáltica caliente con el uso de bolsas de plástico reciclado, Huancayo 2023.

- H0: El flujo NO vario al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.
- H1: El flujo vario significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022.

Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 49 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.739, 1.00, 0.363 y 0.935 siendo mayores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos muestran una distribución es normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H0.

Pruebas de normalidad							
	Bolsa de plastico (recicladas)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Flujo	Convencional	,229	3	.	,981	3	,739
	5% de bolsa de plastico (recicladas)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	10% de bolsa de plastico (recicladas)	,314	3	.	,893	3	,363
	15% de bolsa de plastico (recicladas)	,182	3	.	,999	3	,935

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 60. Análisis de normalidad del flujo de la mezcla asfáltica caliente

Fuente: Propia

Estadísticos descriptivos de la estabilidad:

En la figura 50 se identificó los resultados de la media para la estabilidad de la mezcla asfáltica con uso de bolsas de plástico reciclada en la (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas), llegan a ser mayores con respecto a la muestra control sin uso de bolsa de plástico.

Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Convencional	3	3,49867	,010599	,006119	3,47234	3,52500	3,489	3,510
5% de bolsa de plástico (recicladas)	3	3,42600	,009000	,005196	3,40364	3,44836	3,417	3,435
10% de bolsa de plástico (recicladas)	3	3,85800	,002646	,001528	3,85143	3,86457	3,856	3,861
15% de bolsa de plástico (recicladas)	3	4,35667	,008505	,004910	4,33554	4,37779	4,348	4,365
Total	12	3,78483	,384890	,111108	3,54029	4,02938	3,417	4,365

Figura 61. Análisis descriptivo del intervalo de confianza de los valores de flujo

Fuente: Propia

En la figura 51 en la prueba Anova se identificó que el p-valor >0.05 por lo que se rechazó la H_0 y acepto la H_1 , concluyendo así que la: El flujo vario significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. En las (M0: 0% bolsa de plástico recicladas), (M1: 5% bolsa de plástico recicladas), (M2: 10% bolsa de plástico recicladas) y (M10: 15% bolsa de plástico recicladas).

ANOVA

Flujo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,629	3	,543	7965,762	,000
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	1,630	11			

Figura 62. Resultados de la prueba de Anova del flujo

Fuente: Propia

En figura 52 muestra los resultados de la prueba de Tukey apreciados que entre una comparativa de sustitución del M0 (0% de bolsa de plástico reciclada), M1 (5% de bolsa de plástico reciclada), M2 (10% de bolsa de plástico reciclada) y M3 (15% de bolsa de plástico reciclada) en el p-valor >0.05 por lo que hay una diferencia significativa en las comparaciones de uso de plástico recicladas.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Flujo
HSD Tukey

(I) Bolsa de plástico (recicladas)	(J) Bolsa de plástico (recicladas)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Convencional	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,07267*	,006741	,000	,05108	,09425
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-,35933*	,006741	,000	-,38092	-,33775
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-,85800*	,006741	,000	-,87959	-,83641
5% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	-,07267*	,006741	,000	-,09425	-,05108
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	-,43200*	,006741	,000	-,45359	-,41041
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-,93067*	,006741	,000	-,95225	-,90908
10% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	,35933*	,006741	,000	,33775	,38092
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,43200*	,006741	,000	,41041	,45359
	15% de bolsa de plástico (recicladas)	-,49867*	,006741	,000	-,52025	-,47708
15% de bolsa de plástico (recicladas)	Convencional	,85800*	,006741	,000	,83641	,87959
	5% de bolsa de plástico (recicladas)	,93067*	,006741	,000	,90908	,95225
	10% de bolsa de plástico (recicladas)	,49867*	,006741	,000	,47708	,52025

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 6,817E-5.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Figura 63. Resultados de confianza del flujo de acuerdo a la mezcla asfáltica

Fuente: Propia

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados con antecedentes

6.1.1. Estabilidad

La estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 1228.09 kg, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 1420.31 kg, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 1340.63 kg y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 1271.76 kg. Es así que se muestra una variación de 15.65%, 9.16% y 3.56% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0). Es así que cumple con la estabilidad mínima de 8.15 KN según lo mencionado en la EG 2013.

Según Casi Quispe y otros (2021) con la adición de 4% de HRPE y 2% SRP se presenta un mejor resultado en la estabilidad, así como en nuestra investigación al emplear 5% de bolsas recicladas de plástico reciclada la estabilidad mejora dado que se obtuvo un resultado de 1420.31Kg. Por lo que se plantea emplear la dosificación del 5% en futuras investigaciones o casos con problemas semejantes al estudiado.

Capcha Espinoza, (2018), mencionado en antecedentes internacionales titulado “Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018”, Al

incorporar el caucho reciclado a la mezcla asfáltica se mejora la resistencia en un 3.83% incrementando el 10% GCR en comparación a la mezcla convencional, se obtuvo 1392.35 kg con estabilidad de 1339.05kg mostrando así que mejora la resistencia a la flexión, y finalmente **concluyo:** Menciona que luego de realizar el ensayo Marshall por un proceso de vía seca se incrementó un 10% de GCR al obtener un valor de 4.64% superando a la mezcla convencional.

Casi Quispe, y otros, (2021), presento la tesis de pregrado **título:** “Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros reciclados HDPE y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica”, Al realizar el ensayo Marshall y analizar la estabilidad de la mezcla con las dosificaciones de 4.92%(asfalto), 4% (HDPE), 6 (SBR) y 4%(HRPE) con 2% (SBR) obtiene una estabilidad en temperaturas bajas de 2954.42, 5805.52, 7262.68 y 5228.75 respectivamente, para el caso de altas temperaturas se obtuvo valores de 1302.70, 1735.84, 1316.08, y 1473.81 de forma respectiva según dosificaciones, los valores de flujo obtenido a temperaturas bajas son 11.04, 16.95, 12.66 y 13.39, para el caso de un flujo de temperatura alta los valores obtenidos son 8.99, 11.23, 10.20 y 10.26, y finalmente **concluyo:** Mencionando que al adicionando el 4% y 2% de HRPE y SRP de forma respectiva en la mezcla asfáltica en caliente esta produce una mejor estabilidad y flujo luego de realizar el ensayo Marshall.

5.8.5. Desgaste

La pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 13.43%, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 12.45%, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 14.35% y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 17.45%. Es así que se muestra una variación de -7.26%, 6.89% y 29.98% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0). Es así que cumple con el valor máximo de 20% de pérdida por desgaste según lo mencionado en la EG 2013.

Según Modera Tovar (2018) con la adición de 0.5% de Polisombra presenta resultados notables, dado que se puede ver una pérdida menor que el convencional, mientras que en nuestra investigación la menor pérdida de desgaste se presenta con la adición del 5% de bolsas de plástico recicladas. Por lo cual podemos mencionar que en este caso también el uso de 5 % de bolsas de plástico reciclado servirá de utilidad a futuras investigaciones que requieran la información recolectada.

Modera Tovar, (2018), presentado en antecedentes internacionales “Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica densa en caliente con adición de polipropileno/, Luego de realizar en ensayo de cántabro de pérdida por acción de desgaste observando así un aumento en el porcentaje de pérdida del desgaste en función del contenido de polisombra de esta forma se descarta que la adición de 1% poli sombra muestra resultados cercanos al convencional, para un 0.5% de polisombra a 150 vueltas muestra una pérdida menor que el convencional, en el ensayo de porcentaje de pérdida muestra un contenido óptimo de polisombra de 0.5%, y finalmente **concluyo:** La modificación del polipropileno en forma de poli sombra muestra resultados satisfactorios en presencia de humedad sin producir daños permanentes en la mezcla, al mejorar el valor de adherencia con adición de 0.5% y 1.0%.

5.8.6. Gravedad específica

La gravedad específica Bulk de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.272, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.334, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.314 y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.297. Es así que se muestra una variación de 2.73%, 1.83% y 1.10% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0).

Según Diaz Valdez (2022) el 4% de PET presenta el resultado más óptimo entre todas las dosificaciones estudiadas dado que el resultado obtenido en la gravedad específica es de 2.393 gr/cm³, así como en nuestra investigación al emplear 5% de bolsas recicladas de plástico la gravedad específica es 2.334, el cual es el dato que presente mejor resultados. Esta información obtenida servirá como referencias a futuras investigación y casos con problemas semejantes al estudiado.

Diaz Bardalez, (2022), mencionado como antecedentes nacionales “Efectos de la incorporación de PET reciclado en mezcla asfáltica en caliente para cargas de bajo tránsito en la ciudad de Iquitos-Perú, 2021”, En la investigación se realizó el ensayo Marshall, obteniéndose valores de gravedad específica de 2.457gr/cm³, 2.447 gr/cm³, 2.430 gr/cm³ y 2.418 gr/cm³ para una dosificación de 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de PEN

60/70, el factor de rigidez obtenido para las dosificaciones de 4%, 5%, 6%, 7% de PET es de 2473.16 kg/cm, 2037.14 kg/cm, 1930.52 kg/cm y 1659.43 kg/cm respectivamente, los valores de gravedad específica obtenidos son 2.393 gr/cm³, 2.378 gr/cm³, 2.359 gr/cm³ y 2.349 gr/cm³ según dosificación respectiva, y finalmente **concluyo:** Afirma que la mezcla asfáltica al incorporar plástico reciclado PET cumple con los valores mínimos de propiedades mecánicas y físicas del EG-2013, pero no muestra una mejora el resultado del comportamiento de las deformaciones permanentes al compararlo con la mezcla asfáltica convencional.

5.8.7. Flujo

El flujo de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 3.50 mm, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 3.43 mm, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 3.86mm y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 4.02mm. Es así que se muestra una variación de -2.08%, 10.27% y 15.00% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0). Es así que cumple con el parámetro se 2mm – 3.5 mm de flujo según lo mencionado en la EG 2013.

Según Lopez Sabogal (2020) con la adición de 4% de botellas de PET reciclada se presentó un resultado optimo puesto que fue el único valor que supero los 4 mm, por otro lado, en la presente investigación se pudo obtener que con el 15% de bolsas de plástico reciclado mejor es el flujo que se presenta en nuestra muestra, en este caso viene siendo de 4.02 mm. Todos los datos obtenidos sobre el flujo servirán como datos referentes para futuras investigaciones.

Navarro Jimenez, (2018), mencionado como antecedentes internacionales con título “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de Pet”, Al realizar el ensayo Marshall al que se le aplico 50 golpes de ambos lados haciendo un total de 100 golpes para un tráfico liviano se obtuvo un factor de estabilidad de 10.25 Kn (en las especificaciones este valor es de 5.34 Kn) en tanto el valor de flujo que se obtuvo es de 540 kg (en las especificaciones este valor es de 544 Kg), y finalmente **concluyo:** Se afirma que al emplear PET se limita a un diseño de mezcla asfáltica para tráfico liviano

que comprende al tráfico livianos de taxis, moto taxis, etc. Esto para el uso en calles secundarias.

Lopez Sabogal, (2020), presentado en antecedentes internacionales con su investigación “Comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con polímeros provenientes de las botellas PET recicladas”, Al realizar la investigación se realizó dosificaciones de 0%, 1%, 2%, 3% y 4% de PET, mostrando un mejor resultado de estabilidad hasta en un 5% comparado con el PET en tanto el mejor resultado de flujo es la mezcla convencional, al emplear esta mezcla se llega a disminuir el peso volumétrico hasta en un 23% y es posible la reducción del contenido de asfalto en un 0.5% al realizar una dosificación del 2% de PET sin que su trabajabilidad se vea afectada, y finalmente **concluyo:** Afirma que la adición de PET en la mezcla asfáltica mejora el comportamiento final en sus propiedades físicas y mecánicas siendo las dosificaciones de 1% y 2% de PET las que cumplen con la normas de INVIAS.

CONCLUSIONES

- **Objetivo general**

La adición de bolsas de plástico (recicladas) causa efectos positivos en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. De acuerdo con los resultados se identificó que el porcentaje óptimo de asfalto es 6.20% en la mezcla asfáltica convencional, se logró la mejor estabilidad de 15.16% (1420.31 kg), con una dosificación del 5% de bolsa de plástico reciclado, su flujo es de 3.43 mm variando en -2.08%, el desgaste es de 12.45% y se obtuvo una gravedad específica Bulk es de 2.334, es así que se recomienda el uso de esta mezcla asfáltica con para lugares climas cálidos.

- **Objetivo específico 1**

De acuerdo con el análisis estadístico con la prueba de ANOVA logra resultados de significancia de 0.254 aceptando la hipótesis nula H0.

La estabilidad varia levemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC). La estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 1228.09 kg, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 1420.31 kg, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 1340.63 kg y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 1271.76 kg. Es así que se muestra una variación de 15.65%, 9.16% y 3.56% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0). Es así que cumple con la estabilidad mínima de 8.15 KN según lo mencionado en la EG 2013.

- **Objetivo específico 2**

De acuerdo con el análisis estadístico con la prueba de ANOVA logra resultados de significancia de 0.00 aceptando la hipótesis alterna H1.

El desgaste se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. La pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 13.43%, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 12.45%, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 14.35% y en la M3

(15% de bolsas de plástico recicladas) es de 17.45%. Es así que se muestra una variación de -7.26%, 6.89% y 29.98% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0). Es así que cumple con el valor máximo de 20% de pérdida por desgaste según lo mencionado en la EG 2013.

- **Objetivo específico 3**

De acuerdo con el análisis estadístico con la prueba de ANOVA logra resultados de significancia de 0.00 aceptando la hipótesis alterna H1.

La gravedad específica se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. La gravedad específica Bulk de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.272, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.334, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.314 y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 2.297. Es así que se muestra una variación de 2.73%, 1.83% y 1.10% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0).

- **Objetivo específico 4**

De acuerdo con el análisis estadístico con la prueba de ANOVA logra resultados de significancia de 0.00 aceptando la hipótesis alterna H1.

El flujo vario significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2022. El flujo de la mezcla asfáltica en caliente en la M0 (0% de bolsas de plástico recicladas) es de 3.50 mm, en la M1 (5% de bolsas de plástico recicladas) es de 3.43 mm, en la M2 (10% de bolsas de plástico recicladas) es de 3.86mm y en la M3 (15% de bolsas de plástico recicladas) es de 4.02mm. Es así que se muestra una variación de -2.08%, 10.27% y 15.00% en la M1, M2 y M3 respectivamente en base a la muestra convencional (M0). Es así que cumple con el parámetro se 2mm – 3.5 mm de flujo según lo mencionado en la EG 2013.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los hallazgos empleado en los ensayos de la investigación mejora las propiedades reológicas de la mezcla asfáltica al incorporar un 5% de bolsa de plástico reciclada. Es así que el material utilizado en las pruebas recomendables para proyectos de infraestructura vial.
- Se recomienda la emplear como máximo una dosificación del 5% de bolsas de plástico ya que un mayor porcentaje la estabilidad (resistencia) se reduce, de la misma forma el desgaste de la mezcla asfáltica aumenta.
- Es recomendable tener en cuenta el valor de flujo ya que evalúa la deformación ya que este permite la asimilación de la asimilación de cargas garantizando así que la relación polvo / asfalto este dentro del límite establecido 0.60. De acuerdo con la relación estabilidad/ flujo en la M1 es recomendable para zonas cálidas, además la M2 y M3 se puede emplear en climas fríos.
- Es recomendable analizar los efectos de las bolsas de plástico recicladas en el asfalto en frio y el comportamiento que tienen en sus propiedades, identificando así en qué tipo de asfalto muestra mejores resultados esto al exponerlos a casos de intemperismo y envejecimiento, ya que estos factores llegan a reducir la estabilidad en la mezcla y puede resultar en una reducción en el tiempo de vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arao, M. 2016.** *Comportamiento mecánico de misturas asfálticas con inserción de PET*. 2016.
- Arias, 2021.** Diseño y metodología de la Investigación. *Diseño y metodología de la Investigación*. Arequipa : s.n., 2021.
- Armijo, y otros. 2020.** Manual de Metodología de Investigación. *Manual de Metodología de Investigación*. 2020, pág. 109.
- Balbin, Lavado, 2020.** *Influencia de la mezcla asfáltica modificada con polímeros en zonas cálidas de Perú*. Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2020.
- Barrera , Cubides y Rodriguez. 2018.** *Comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tipo MDC-19 adicionada con fibras de ternalenka y una mezcla asfáltica convencional*. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2018.
- Bernal. 2010.** *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia : s.n., 2010.
- Brena, J. 2021.** *Justificaciones de investigaciones*. Psicología , Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua : s.n., 2021.
- Capcha , K. 2018.** *Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado, Tacna 2018*. Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Tacna : s.n., 2018.
- Cárdenas ,V . 2021.** *Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021*. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2021. Tesis de pregrado.
- Casi , S y De La Cruz , G. 2021.** *Diseño de mezclas asfálticas en el caliente modificadas con polímeros reciclados HDPE y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2021.
- Castro , M. 2017.** *Manual para el reciclaje de bolsas plástico a través de la termo- fusión*. Universidad de la república de Uruguay. 2017. Tesis de grado.
- Castro, E. 2016.** *Teoría y práctica de la investigación científica*. Huancayo, Perú : PERUGRAPH SRL, 2016. Propiedad del autor.
- Diaz B, W. 2022.** *Efecto de la incorporación de PET reciclado en mezcla asfálticas en caliente para cargas de bajo tránsito en la ciudad de Iquitos- Perú, 2021*. Universidad Científica del Perú . Loreto : s.n., 2022. Tesis de pregrado .

- Diaz, J. 2017.** Ensayo- Maquina los Ángeles . [En línea] 12 de 05 de 2017.
<https://www.youtube.com/watch?v=EM6lqJEj01U>.
- Diferentes tipos de plástico. VelSid. 2018.* 2018, Gastronomi&Cia.
- Dzido M, Rosa. 2020.** *Estilos de Aprendizaje y su Influencia en la Comprensión Lectora de los Estudiantes en una Universidad Privada de Trujillo, 2020* . Escuela de Posgrado, Universidad Cesar Vallejo . Trujillo : s.n., 2020. pág. 101.
- EG-2013 Manual de carreteras . 2013.** *Especificaciones técnicas para construcción* . Lima : s.n., 2013.
- Flor , Sadith, Torres , C. 2020.** “*ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA EL MEJORAMIENTO DE PROPEIDADES MECANICAS CON LA DICION DE CLORUR DE SODIO, PUENTE PIEDRA, LIMA*. Facultad de Ingenieria, Universidad Privada del Norte. Lima : s.n., 2020.
- Forigua, J . 2014.** *Diseño de mezclas asfálticas modoficadas mediante la adición de desperdicios plásticos*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2014.
- Galindo , E . 2021.** *Metodologia de investigacion para hacer Tesis*. Facultad de Educacion, Universidad nacional de Huamanga. Ayacucho : s.n., 2021.
- Garcia Gonzalez, Jose y Paola, Sanchez Sanchez. 2020.** *Diseño teorico de la investigacion: Instrucciones metodologicas para el desarrollo de propuestas y proyectos de investigacion cientifica*. Colombia : s.n., 2020.
- Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** *Manual para los seminarios de Investigación en Psicología*. 2016.
- Herrera Fierro, Jhon Lennon y Valencia Rubiano, Angelica. 2021.** *Mezclas asfalticas modificadas con PET características que aportan el (polietileno tereftalato) en mezcla de asfalto*. Facultad de Ingenieria, Universidad Catolica de Colombia. Bogota : s.n., 2021.
- Hinostroza Alvino , Jakelyn Jenyfer. 2018.** Mapas de los 124 distritos y 09 provincias del departamento de Junin. [En línea] 11 de Febrero de 2018.
<http://comoestarenclase.blogspot.com/2012/03/mapa-politico-de-huancayo.html>.
- Javier Ester, Francisco. 2021.** *Material Plastico, uso y composición*. Facultad de Tecnologia e Innovacion . España : s.n., 2021.
- Lopez Sabogal, Juan Carlos. 2020.** *Comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con polímeros provenientes de las botellas PET recicladas*. Faculktad de ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá : s.n., 2020. Tesis de grado.

- Martínez Patlán , Alma Guadalupe . 2007.** *Técnicas de caracterización fisicoquímicas en la recolección de polietilentereftalato.* Centro de investigación de química aplicada. 2007. Trabajo de especialización.
- Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** *Metodología de la Investigación quinta edición.* s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
- Metodología de la Investigación.* **Carrasco Díaz, Sergio. 2016.** 2016.
- Moderá Tovar, Edwin Camilo. 2018.** *Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica densa en caliente con adición de polipropileno.* Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2018. Tesis Pregrado.
- MTC . 2018.** *Ministerio de Transporte y Comunicaciones.* 2018.
- MTC. 2021.** *Adquisición de materiales Pétreos.* Sullana : s.n., 2021.
- MTC -Ministerio de transportes y comunicaciones. 2016.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima : s.n., 2016.
- Navarro , J. 2018.** *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET.* Facultad de Ingeniería, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2018.
- Nicomedes , E. 2018.** *Tipos de Investigación.* Buenos aires : s.n., 2018. pág. 4.
- Pacheco, L . 2019.** *Promoviendo la reducción de bolsas plásticas en el mercado Santa Rosa-Uanacancha Pasco.* Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco : s.n., 2019. Pregrado.
- Quintero , G y Bohórquez , E. 2020.** *Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS.* Universidad Católica de Colombia . Bogotá : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Rodríguez, R , Castaño , V y Martínez, M. 2001.** *Emulsiones asfálticas.* Instituto mexicano del transporte. Safandila : s.n., 2001.
- Rus , E. 2020.** Investigación correlacional. *Economipedia* . [En línea] 01 de 11 de 2020. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-correlacional.html>. 978-1-4562-2396-0.
- Santamaría Chipana, Stephanie Elvira. 2020.** *Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico.* Universidad de Piura. Piura : s.n., 2020. pág. 82, Tesis de pregrado.
- Velázquez , M. 2008.** *Productos Bituminosos.* 2008. Manual del Asfalto.
- Yoel, Montero Flores Segundo. 2019.** *Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cascara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las*

edificaciones en la ciudad de Chiclayo. Facultad de Ingenieria, Universidad Señor de Sipan. Pimentel : s.n., 2019.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

Anexo 1 – Matriz de consistencia

“DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Qué efecto produce la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar los efectos de la adición de bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La adición de bolsas de plástico (recicladas) causa efectos positivos en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Bolsas de plásticos (recicladas)</p>	<p>Dosificación</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo.</p> <p>CUANDO: 2023</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN: La población está constituida por 40 briquetas de MAC- 2. MUESTRA: El tamaño de la muestra fue finito puesto que esta fue calculada empleando el método probabilístico intencional, lo que corresponde a 40 briquetas con dosificaciones del 5%, 10% 15% de plástico reciclado.</p>
				<p>Peso específico</p>	<p>Referencias</p>	
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿De qué manera varía la estabilidad al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?</p> <p>b) ¿Cómo se altera el desgaste al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Identificar la variación de la estabilidad al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p> <p>b) Evaluar la alteración de del desgaste al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) La estabilidad varía significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p> <p>b) El desgaste se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Mezcla asfáltica en caliente (MAC)</p>	<p>Estabilidad</p>	<p>Resistencia</p>	
				<p>Desgaste</p>	<p>Cántabro</p>	
				<p>Gravedad específica</p>	<p>Bulk</p>	

Anexo 1 – Matriz de consistencia

<p>c) ¿Cuál es la alteración que sufrirá la gravedad específica al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?</p> <p>d) ¿Cómo se modifica el flujo al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023?</p>	<p>asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p> <p>c) Determinar la alteración que sufre la gravedad específica al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p> <p>d) Calcular la variación del flujo al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p>	<p>asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p> <p>a) La gravedad específica se altera notablemente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p> <p>b) El flujo varío significativamente al adicionar bolsas de plástico (recicladas) en el diseño modificado de mezcla asfáltica en caliente (MAC), Huancayo 2023.</p>		<p align="center">Flujo</p>	<p align="center">Deformación</p>	<p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</p> <p>- Recolección de datos y observación directa.</p> <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</p> <p>Estadístico y probabilístico.</p>
--	--	--	--	-----------------------------	-----------------------------------	--

Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
1: Variable Independiente Bolsas de plásticos (recicladas)	Según (Javier Ester, 2021), estas están compuestas de polietileno de baja densidad, polietileno lineal, polietileno de alta densidad o polipropileno, no biodegradable, con espesor variable 18 y 30 micrómetros, su utilidad se basa como medio de transporte.	Las bolsas de plástico se operacionalizan mediante dos dimensiones: D1: Dosificación D2: Peso especifico	Dosificación	Porcentaje
			Peso especifico	Referencias
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	Según García Bello, (2021), se define mezcla en asfáltica caliente como la combinación de aproximadamente 95% roca, arena y/o grava n%5 de cemento asfáltico, producto derivado del crudo.	La mezcla asfáltica en caliente se llega a operacionalizar en base a cuatro dimensiones: D1: Estabilidad D2: Desgaste D3: Graduación especifica D4: Flujo	Estabilidad	Resistencia/ deformación
			Desgaste	Cántabro
			Graduación especifica	Bulk
			Flujo	Deformación

Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumentos

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
				1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Bolsas de plásticos (recicladas)	Dosificación	Porcentaje	Ficha técnica		X			
	Peso específico	Referencias	Ficha técnica		X			
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	Estabilidad	Resistencia/ deformación	Ficha de recolección de datos y observación directa		X			
	Desgaste	Cántabro	Ficha de recolección de datos y observación directa		X			
	Graduación específica	Bulk	Ficha de recolección de datos y observación directa		X			
	Flujo	Deformación	Ficha de recolección de datos y observación directa		X			

Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación



Referencia: beGREEN BOLSA GENÉRICA (TRANSPARENTE)

1. TIPO

Embalaje flexible presentación bolsa.

2. PRODUCTO

Bolsa en polietileno de alta densidad Biodegradable.



3. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Sustrato plano construido a partir de la resina de Polietileno de alta densidad Biodegradable por el método de descomposición Anaeróbica y Aeróbica en Rellenos Sanitarios, en Vertederos y en condiciones de compostaje, apto para contacto con alimentos. Ofrece buena protección a los aromas y gases; con buenas propiedades de resistencia química y mecánica, buena procesabilidad, buenas propiedades ópticas, excelente fortaleza y resistencia al rasgado. Las materias primas utilizadas para la fabricación de este producto cumplen con las regulaciones internacionales que permiten su uso en contacto con alimentos REGULACIÓN FDA 21 CFR 177.1520



4. ESTRUCTURA

COMPONENTE	CALIBRE (MILESIMAS DE PULGADA)	GRAMAJE(g/m ²)
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD BIODEGRADABLE BAJO EL MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN DE LAS CADENAS POLIMÉRICAS POR LA ACCIÓN DE MICROORGANISMOS, HONGOS Y BACTERIAS. DESCOMPOSICIÓN ABIÓTICA (HIDROLISIS) Y TERMINANDO CON LA DESCOMPOSICIÓN BIOTICA (ACIDO GÉNESIS, OCTANO GÉNESIS Y METANOGÉNESIS)	0.72	17.4

CUMPLE CON LAS NORMAS:

-D5511: TEST ESTANDAR DE BIODEGRADACIÓN ANAERÓBICA DE MATERIALES PLÁSTICOS EN ALTA PRESENCIA DE SÓLIDOS. (RELLENOS SANITARIOS).

-D5526: MÉTODO ESTANDAR PARA MEDIR LA BIODEGRADACIÓN ANAERÓBICA DE MATERIALES PLÁSTICOS EN CONDICIONES ACELERADAS DE VERTEDERO.

-D5338: PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA BIODEGRADACIÓN AERÓBICA DE MATERIALES PLÁSTICOS SOMETIDOS A CONDICIONES DE COMPOSTAJE CONTROLADAS. GLBAL: ASTM 6400.



5. APLICACIÓN PREVISTA

Utilizado para el empaque de residuos Genéricos. Este material no es garantizado para procesos térmicos ni llenado en caliente con temperaturas superiores a 40 grados centígrados. Formulación apropiada para contacto directo con alimentos de consumo humano.

6. VARIABLES DIMENSIONALES BÁSICAS

PROPIEDADES	VALORES	TOLERANCIAS	UNIDADES	NORMA Y CONDICIONES
Ancho Bolsa	61	+/- 3	cm	PDD06
Largo Bolsa	86		Pulgadas	PDD06
Espesor	0.72	+/- 5 %	Milésimas de pulgada	COVENIN 466-94
Selles laterales	2.	0		
Densidad	0.966	N.A.	g / cm ³	COVENIN 461
Rendimiento	18	+/- 0.02	bolsas / kg	Calculado



7. PROPIEDADES ESPECIALES

PROPIEDADES	VALORES	TOLERANCIAS	UNIDADES	NORMA Y CONDICIONES
Transmisión de Vapor de Agua	40-42	-	g / m ² / 24h / atm	ASTMF1249, 38°C 100% HR
Transmisión de Oxígeno	89-90		cm ³ / m ² / 24h / atm	ASTM-1307, 23°C 50% HR
Coefficiente de fricción	<0.20			Adimensional
Temperatura de fusión	120		°C	ASTM F 3418
Permeabilidad al vapor de agua	2.5		G / m ² / 24 h	ASTM F 1249
Permeabilidad al oxígeno	1.227		cm ³ / m ² / 24 h	ASTM D 1434
Permeabilidad al Dióxido de Carbono	4.010		cm ³ / m ² / 24 h	ASTM D 1434

8. INFORMACIÓN ADICIONAL

- Para Contacto directo con alimentos
- Estructura libre de olores residuales
- Buen Coeficiente de Deslizamiento para mejor desempeño en el empaqueo
- Buena Barrera a los aromas, humedad y grasas
- Buena barrera al oxígeno
- Estructura con alta integridad de selle



9. ALMACENAMIENTO Y GARANTÍA

Almacén cerrado con temperatura entre 20 - 25°C con una humedad entre 60 %, protegido contra la intemperie y el polvo. Lejos de sustancias solventes o químicas de olores fuertes. Proteger de la luz directa del sol o de la lluvia. No debe de estar puesto directamente en el piso para evitar la contaminación por roedores.

Proteger el material de presiones contra otros elementos para evitar el bloqueo. Un período largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material.

Teniendo en cuenta el manejo y las condiciones de almacenamiento las bolsas pueden conservar sus propiedades hasta 1 año, pero mejor utilizar este material antes de 6 meses para asegurar su máxima vida útil. Sin embargo la garantía que Sigmaplas otorga al producto es de 6 meses. Consérvelo en su empaque original hasta el uso final.

10. ENTREGA

Las Bolsas se entregan protegidas con polietileno de baja densidad.

11. CERTIFICACIONES

Certificamos que los materiales utilizados para esta referencia están aprobados por las regulaciones 175.105 F.D.A. y 21 CFR parágrafos 175.300, 177.300, 177.1350, 177.1520. subparagrafos C3.1, 178.3130. F.D.A. (Food and Drugs Administration E.U.A.), para su uso en empaque para alimentos. Esto es certificado en las fichas técnicas de nuestros proveedores.



12. ANEXOS

La información suministrada en el presente documento corresponde a cálculos estrictamente teóricos y a la recopilación de mediciones de algunas variables de proceso.

13. RECOMENDACIONES PREVIAS AL USO

Se sugiere realizar pruebas industriales para la aplicación requerida y según las condiciones del proceso de cada cliente. El uso de cada empaque depende de la vida útil (rotación), tipo de llenado, sistema de conservación, presentación final.

Dirección PRO



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

PRESENTADO POR:

**Bach. BALBIN GUERRERO EDER
MILENKO**

965287894 / 964743431

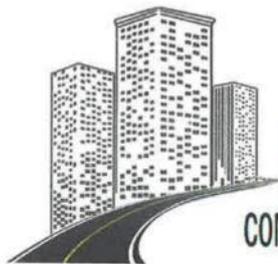


idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S. A. C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

PROPIEDADES DEL AGREGADO

- GRANULOMETRIA
- MATERIAL QUE PASA No. 200
- LIMITE LIQUIDO MALLA; No. 200 Y No. 40
- LIMITE PLASTICO MALLA No. 200 Y No. 40
- TERRONES DE ARCILLA
- PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
- GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
- EQUIVALENTE DE ARENA
- ABRASION LOS ANGELES

965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : AG. GRUESO
Fecha de recepción : Agosto-2023
Fecha de emisión : Agosto-2023

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

FORMA DE PARTICULA: SUB ANGULOSA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	mm			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 ½ in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 ½ in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 ½ in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	256.53	49.25	49.25	50.75
No. 4	4.750	126.5	24.29	73.54	26.46
No. 10	2.000	137.8	26.46	100.00	0.00
No. 40	0.425	0	0.00	100.00	0.00
No. 80	0.180	0	0.00	100.00	0.00
No. 200	0.075	0	0.00	100.00	0.00
FONDO		0	0.00	100.00	---



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Liza Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Vlasquez Manuel
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Código de format: CI-02_REV.01/2023-05-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : AG. FINO
Fecha de recepción : Agosto-2023
Fecha de emisión : Agosto-2023

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO FINO

FORMA DE PARTICULA: SUB REDONDEADA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 1/2 in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 1/2 in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.00	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
1/2 in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	0	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.750	0	0.00	0.00	100.00
No. 10	2.000	92.25	6.62	6.62	91.38
No. 40	0.425	476.62	44.53	53.15	46.85
No. 80	0.180	332.1	31.03	84.17	15.83
No. 200	0.075	156.83	14.65	98.82	1.18
FONDO		12.6	1.18	100.00	—



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuñiga Yerson
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ina Macha Vasquez Manuel
 JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

965287896 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede contactarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z.
Fecha de recepción : Agosto-2023 **Fecha de emisión** : Agosto-2023

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO
NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	16.3 °C	PROCEDIMIENTO DE LAVADO	A
	HUMEDAD	34%		LAVADO CON AGUA

B.- ENSAYO

AGREGADO GRUESO

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	1/2"
Masa seca de la muestra original	3456.25 g
Masa seca de la muestra después del lavado	3427.60 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	0.83 %

AGREGADO FINO

Muestra	M-01
Masa seca de la muestra original	1276.58 g
Masa seca de la muestra después del lavado	1254.30 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	1.75 %

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Alma Luzmila Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mónica Muñoz Manuel
CIP: 270853
JEFE DE CALIDAD





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. FINO

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Agosto-2023 **Fecha de emisión** : Agosto-2023

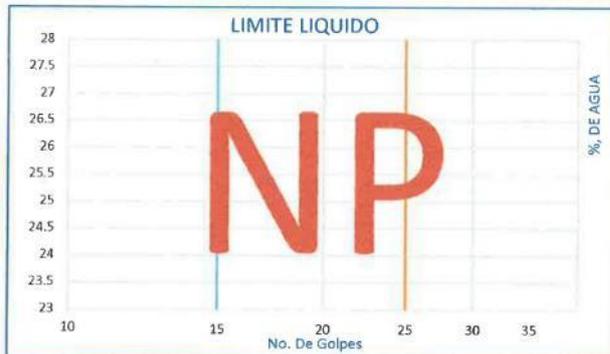
ASTM D4318-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	16.7 °C	METODO DE PREPARACION	SECA
	HUMEDAD	36%		PASANTE No. 200

B.- ENSAYO

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No. De Golpes	% de Agua	No. De Golpes	% de Agua	No. De Golpes
NUMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-
MASA DE LA TARA, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO HUMEDO, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO SECO, g	-	-	-	-	-
MASA AGUA, g	NP	NP	NP	NP	NP
MASA SUELO SECO, g	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE AGUA. %	NP	NP	NP	NP	NP



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	NP

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

[Firma]
Bach. Lima Juniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

[Firma]
Ina Mercha Vasquez Manuel
CIP: 770004
RUC: 20610623612

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Para verificar la autenticidad puede contactarse a: idecontrapruebas@grau.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (REICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. FINO (No. 40)

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Agosto-2023 **Fecha de emisión** : Agosto-2023

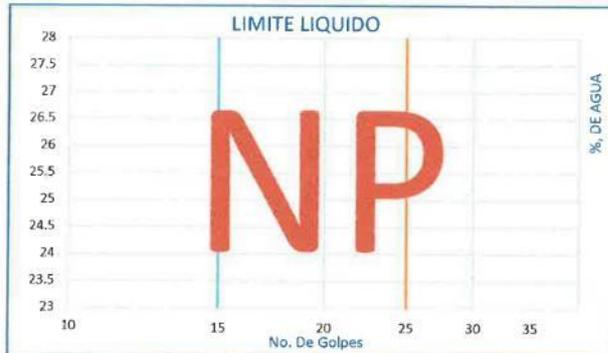
ASTM D4318-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	16.8 °C	MÉTODO DE PREPARACION	SECA
	HUMEDAD	37%		PASANTE No. 40

B.- ENSAYO

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	No. Golpes	Mo. 25	Mo. 15	Mo. 25	Mo. 15
NUMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-
MASA DE LA TARA, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO HUMEDO, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO SECO, g	-	-	-	-	-
MASA AGUA, g	NP	NP	NP	NP	NP
MASA SUELO SECO, g	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE AGUA. %	NP	NP	NP	NP	NP



LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE PLÁSTICO	NP

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Bach. Lima Cuzhiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 270803
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AGREGADO FINO

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Agosto-2023 **Fecha de emisión** : Agosto-2023

NTP 339.146 Rev. 2019; SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

A.- REACTIVO

Reactivo Empleado: Cloruro de calcico Disolucion: 86 mL en 3.8 Litros

1.- Ejecucion de Ensayo

Preparacion del especimen de ensayo: Procedimiento B
Metodo de agitacion: Metodo Manual Constante : 254 mm

Lectura de Arena*	339	336	338
Lectura de Arcilla*	117	115	118
lectura de Arena Corregida	85	82	84
Arena Equivalente, SE*	73	72	72
Valor de Equivalente, SE*	73		

* Los datos son redondeados al numero entero superior

Observacion:

- 1) La muestra fue proporcionada por el cliente.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
[Firma]
Bach. Lima Zuñiga Verron
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
[Firma]
Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 270163
M.P. 2011, 2010

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Agosto-2023 **Fecha de emisión** : Agosto-2023

MTC E 210; METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	16.6 °C
	HUMEDAD	36%

1.- EJECUCION DEL ENSAYO

1.1.- CON UNA A MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		Masa de Muestra, g	Masa con caras Fracturadas, g	% de caras Fracturadas	%, retenido gradacion Original	%, Promedio de caras fracturadas
Pasante Tamiz	Retenido Tamiz					
1 1/2 in.	1 in.	0	0	0	0	0
1 in.	3/4 in.	0	0	0	0	0
3/4 in.	1/2 in.	0	0	0	0	0
1/2 in.	3/8 in.	645.23	596.85	93	100	93
Total =		645.23			100	93

Porcentaje de una a mas caras Fracturadas*: 93 %

1.2.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		Masa de Muestra, g	Masa con caras Fracturadas, g	% de caras Fracturadas	%, retenido gradacion Original	%, Promedio de caras fracturadas
Pasante Tamiz	Retenido Tamiz					
1 1/2 in.	1 in.	0	0	0	0	0
1 in.	3/4 in.	0	0	0	0	0
3/4 in.	1/2 in.	0	0	0	0	0
1/2 in.	3/8 in.	645.23	473.25	73	100	73
Total =		645.23			100	73

Porcentaje de dos a mas caras Fracturadas*: 73 %

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el testista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Linda Zuhiga Yezson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Michela Viquez Manuel
CIP: 370883
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Agosto-2023

Fecha de recepción : Agosto-2023

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO - ASTM C127-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de muestra seca en horno de ensayo al aire, g	3189
B = Masa de muestra de ensayo "superficie saturada seca" en el aire, g	3214
C = Masa aparente de muestra saturada de ensayo en el agua, g	1980
Densidad Relativa (Gravedad Específica)(OD)	2.58
Densidad Relativa (Gravedad Específica) (SSD)	2.60
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Específica Aparente)	2.64
Absorción %	0.78%

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO - ASTM C128-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de la muestra seca al horno, g	491.43
B = Masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración, g	658.3
C = Masa de Fiola lleno de la muestra y el agua hasta la marca de Calibracion, g	964.21
S = Masa de la muestra de saturadosuperficialmente seca, g	500
Masa fiola, g	158.23
Densidad Relativa (Gravedad Específica)(OD)	2.53
Densidad Relativa (Gravedad Específica) (SSD)	2.58
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Específica Aparente)	2.65
Absorción %	1.74%

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuñiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mucha Vasquez Manuel
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AGREGADO FINO

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Agosto-2023 **Fecha de emisión** : Agosto-2023

NTP 339.146 Rev. 2019; SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

A.- REACTIVO

Reactivo Empleado: Cloruro de calcico **Disolucion:** 86 mL en 3.8 Litros

1.- Ejecucion de Ensayo

Preparacion del especimen de ensayo: Procedimiento B
Metodo de agitacion: Metodo Manual **Constante** : 254 mm

Lectura de Arena*	339	336	338
Lectura de Arcilla*	117	115	118
lectura de Arena Corregida	85	82	84
Arena Equivalente, SE*	73	72	72
Valor de Equivalente, SE*	73		

* Los datos son redondeados al numero entero superior

Observacion:

- 1) La muestra fue proporcionada por el cliente.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuniga Verron
JEFE DE LABORATORIO



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 270163
M.P. 2011, 2010

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

 965287894 / 964743431

 idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Agosto-2023

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : AGREGADO GRUESO
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : Agosto-2023

ASTM C131/C131M-20, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA LOS ÁNGELES

1.- Datos

Codigo de Muestra : AGREGADO GRUESO
Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN

Designacion de Granulometria: B
Fecha de Extracción: Agosto-2023

2.- Ensayo

Tabla 1 Granulometría de las muestras de ensayo*

PASANTE		TAMAÑOS		RETENIDO		Masa de los tamaños indicados, g			
mm	in	mm	in	A	B	C	Granulometria		
mm	in	mm	in	A	B	C	D		
37.50	1 1/2	25	1	1250 ± 25					
25.00	1	19	3/4	1250 ± 25					
19.00	3/4	12.5	1/2	1250 ± 10	2500 ± 10				
12.50	1/2	9.5	3/8	1250 ± 10	2500 ± 10				
9.50	3/8	6.3	1/4			2500 ± 10			
6.30	1/4	4.75	No 4			2500 ± 10			
4.75	No 4	2.36	No 8				5000 ± 10		
TOTAL				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		
NÚMERO DE ESFERAS				12	11	8	6		
MASA DE CARGA, g				5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15		
NÚMERO DE REVOLUCIONES				500	500	500	500		

Fuente: Tabla 1, ASTM C131/C131-20, Modificación Propia.

MATERIAL EMPLEADO SEGÚN LA DESIGNACION GRANULOMETRICA

PASANTE		TAMAÑOS		RETENIDO		Masa Empleada, g			
mm	in	mm	in	A	B	C	Granulometria		
mm	in	mm	in	A	B	C	D		
37.50	1 1/2	25	1						
25.00	1	19	3/4						
19.00	3/4	12.5	1/2		2506				
12.50	1/2	9.5	3/8		2486				
9.50	3/8	6.3	1/4						
6.30	1/4	4.75	No 4						
4.75	No 4	2.36	No 8						
Total de masa Empleada, g						5002			
Masa Retenido malla N°12, g						3714			
Perdida (Pasante Malla N° 12), g						1288			
PERDIDA DE ABRACION, %						26			

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lina Zuniga Yerson
NOTES DE LABORATORIO

1.- Tabla Informativa para la ejecucion del ensayo.

Observaciones:

* La muestra fue proporcionada por el cliente.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Misha Vasquez Manuel
CIP: 77083
JEFE DE CALIDAD

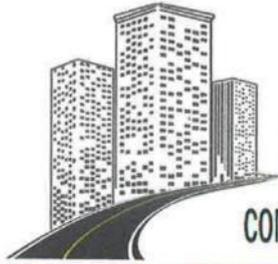
Pje. Oray N° 211, Chilca - Huancayo

965287894 / 96474331

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede
comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

ENSAYO MARSHALL EN CALIENTE - CONVENCIONAL

- COMBINACION DEL AGREGADO
- FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO
- ENSAYO MARSHALL - DATOS EXTRAIDOS
- GRAVEDAD ESPECIFICA TEORICA MAXIMA (RICE)
- GRAVEDAD ESPECIFICA BULK
- ESTABILIDAD CORREGIDA

965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

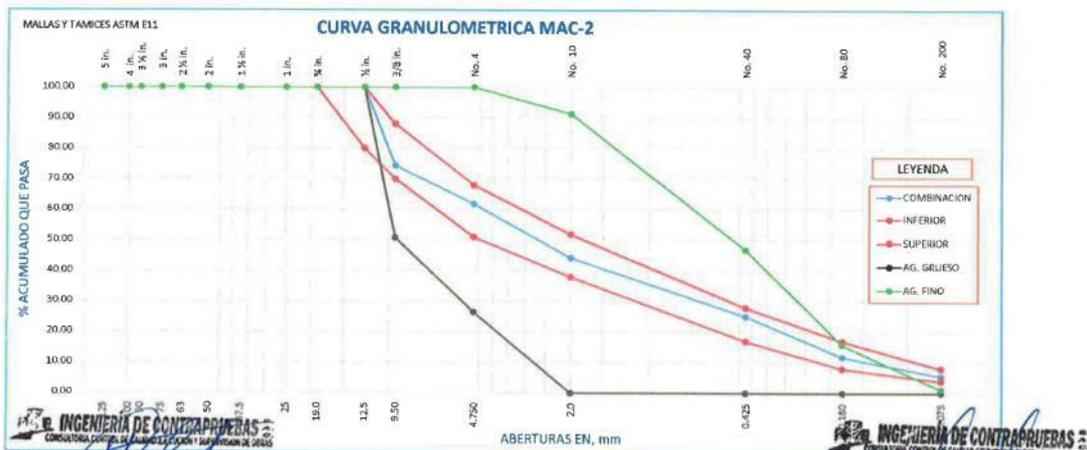
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : COMBINACION DE CANTERA - MAC-2
Fecha de recepción : Agosto-2023
Fecha de emisión : Agosto-2023

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: MAC-2

ABERTURAS CUADRADAS	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	COMBINACIONES	
TAMIZ	"mm"	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	52%	43%	5%	
5 in.	125.00	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
4 in.	100.00	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
3 ½ in.	90.00	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
3 in.	75.00	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
2 ½ in.	63.00	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
2 in.	50.000	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
1 ½ in.	37.500	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
1 in.	25.000	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
¾ in.	19.000	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
½ in.	12.500	100.00	100.00	100.00	52.00	43.00	5.00	100.00
3/8 in.	9.500	50.75	100.00	100.00	26.39	43.00	5.00	74.39
No. 4	4.750	26.46	100.00	100.00	13.76	43.00	5.00	61.76
No. 10	2.000	0.00	91.38	100.00	0.00	39.29	5.00	44.29
No. 40	0.425	0.00	46.85	100.00	0.00	20.15	5.00	25.15
No. 80	0.180	0.00	15.83	100.00	0.00	6.81	5.00	11.81
No. 200	0.075	0.00	1.18	100.00	0.00	0.51	5.00	5.51



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuñiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Alberto Vasquez Manuel
CIP: 70913
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : CONVENCIONAL
Fecha de recepción : Agosto-2023
Fecha de emisión : Agosto-2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE
 MEZCLA ASFALTICA MAC-2

Pag. : 1 de 2

1.- GRADACION DEL MATERIAL

% de Grava en Peso total de la Mezcla	52%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	43%
% de filler en la mezcla	5%

% de Grava en Peso total del Agregado	54.74%
% de Arena en Peso total del Agregado	45.26%

2.- PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DE BRIQUETAS

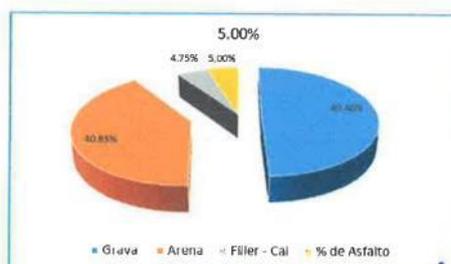
TIPO DE MARTILLO: SOSTENIDO MANUALMENTE
 DIAMETRO DE MOLDE, cm : 10
 NUMERO DE GOLPES POR LADO: 75
 ALTURA, cm : 6.35

MUESTRA	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
°C, Fabricacion	140	140	140	140	140	140
°C, Compactacion	125	125	125	125	125	125
Numero de Golpes por Cara	75	75	75	75	75	75
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
% de Asfalto s/m	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
Masa Total de Ag. g	1146	1140	1134	1128	1122	1116
Grava	595.92	592.8	589.68	586.56	583.44	580.32
Arena	492.78	490.2	487.62	485.04	482.46	479.88
Filler - Cal	57.3	57	56.7	56.4	56.1	55.8
Masa de Asfalto, g	54	60	66	72	78	84

3.- PROPORCIONES EN %

Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Masa de Asfalto, g	54	60	66	72	78	84
Masa Total de Ag. g	1146	1140	1134	1128	1122	1116
Grava	49.66%	49.40%	49.14%	48.88%	48.62%	48.36%
Arena	41.07%	40.85%	40.64%	40.42%	40.21%	39.99%
Filler - Cal	4.78%	4.75%	4.73%	4.70%	4.68%	4.65%
% de Asfalto	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%

4.- GRAFICOS DE PROPORCIONES DE ASFALTO

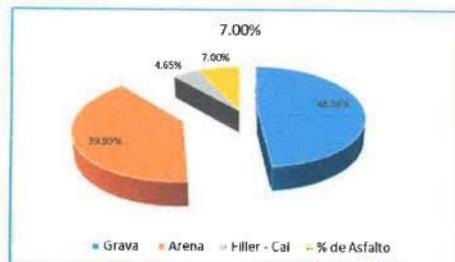
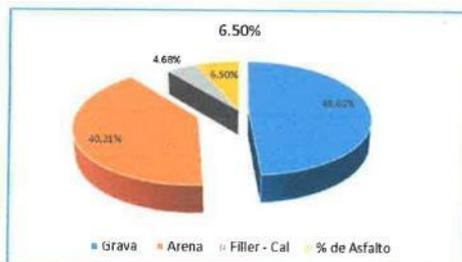
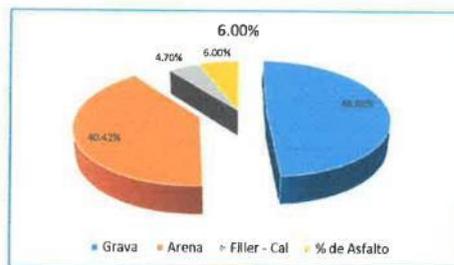


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-063-IDC-2023	N° de muestra	: CONVENCIONAL
Código de formato	: CT-02 REV.01/2023-06-14	Fecha de recepción	: Agosto-2023
Peticionario	: Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO	Fecha de emisión	: Agosto-2023
Ubicación	: HUANCAYO - JUNIN		

**FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE
MEZCLA ASFALTICA MAC-2**

Pag. : 2 de 2



Observaciones:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 16.6°C y 37% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-07-26 al 2023-08-05.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS

Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS

Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 374963
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapuebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapuebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de recepción : Agosto-2023
 Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 5

1.- Ensayo de Marshall, datos extraídos previo al ensayo

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diámetro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIE NTE, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
4.50%	A	102.00	102.10	66.30	67.10	66.10	1243.50	699.40	1246.50	10.08	1.92
	B	101.70	102.00	59.20	59.00	59.20	1113.10	695.30	1209.10	8.88	1.25
	C	101.40	101.70	63.90	64.50	64.00	1212.20	654.40	1213.50	9.43	1.84
5.00%	A	101.60	101.70	68.30	67.90	68.00	1239.90	695.50	1245.00	11.27	1.25
	B	101.80	101.60	66.30	65.20	65.30	1187.40	664.40	1192.60	13.24	2.28
	C	101.50	101.80	64.20	64.70	63.90	1177.10	649.80	1181.70	10.17	3.05
5.50%	A	101.60	101.60	60.70	60.50	60.80	1167.60	639.50	1168.90	6.80	2.25
	B	101.70	102.10	63.20	62.40	63.20	1213.30	681.00	1214.50	11.24	3.11
	C	101.35	101.40	60.90	61.20	60.60	1175.10	665.00	1176.30	13.72	2.95
6.00%	A	101.60	101.80	62.20	62.10	62.00	1180.20	653.50	1180.90	13.11	3.25
	B	101.60	101.70	61.00	61.80	61.20	1167.90	654.60	1168.10	12.31	2.60
	C	101.80	101.40	62.60	62.80	63.40	1198.10	681.20	1198.70	8.75	3.75
6.5%	A	100.70	101.30	57.80	57.90	57.60	1109.50	618.20	1110.00	11.69	3.62
	B	101.60	101.40	61.20	61.70	61.80	1164.30	653.00	1164.50	10.65	3.82
	C	101.40	101.80	60.70	60.80	60.50	1150.90	645.40	1152.10	9.67	3.41
7.00%	A	101.35	101.40	60.00	59.50	59.65	1130.40	625.50	1131.60	11.23	3.21
	B	101.50	101.60	62.70	61.80	60.35	1167.30	639.40	1158.00	11.74	5.36
	C	101.50	101.45	60.75	60.50	60.40	1153.30	646.70	1154.00	9.51	4.36

2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
Masa de muestra seca en el aire, g	1189.50	1193.70	1196.70	1197.60	1148.60	1176.40
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	11345.00	11348.00	11348.00	11348.00	11348.00	11348.00
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	12029.00	12037.00	12041.30	12042.00	12011.00	12021.00
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2.353	2.365	2.377	2.378	2.365	2.337

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 15.7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-08-01 al 2023-08-10.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. Lima Zuñiga Yerson
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. Mucha-Vesquez Manuel
 CIP: 270963
 JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALOJER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de recepción : Agosto-2023
 Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 5

3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
4.50%	A	1243.50	1246.50	699.40	547.10	2.273
	B	1113.10	1209.10	695.30	513.80	2.166
	C	1212.20	1213.50	654.40	559.10	2.168
5.00%	A	1239.90	1245.00	695.50	549.50	2.256
	B	1187.40	1192.60	664.40	528.20	2.248
	C	1177.10	1181.70	649.80	531.90	2.213
5.50%	A	1167.60	1168.90	639.50	529.40	2.206
	B	1213.30	1214.50	681.00	533.50	2.274
	C	1175.10	1176.30	665.00	511.30	2.298
6.00%	A	1180.20	1180.90	653.50	527.40	2.238
	B	1167.90	1168.10	654.60	513.50	2.274
	C	1198.10	1198.70	681.20	517.50	2.315
6.50%	A	1109.50	1110.00	618.20	491.80	2.256
	B	1164.30	1164.50	653.00	511.50	2.276
	C	1150.90	1152.10	645.40	506.70	2.271
7.00%	A	1130.40	1131.60	625.50	506.10	2.234
	B	1157.30	1158.00	639.40	518.60	2.232
	C	1153.30	1154.00	646.70	507.30	2.273

4.- Datos Basicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico	1.03
Gravedad Especifica del Agregado Fino	2.53
Gravedad Especifica del Agregado Grueso	2.58
Gravedad Especifica del Filler	3.15

Observacion:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 15.7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-08-01 al 2023-08-10.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de recepción : Agosto-2023
 Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 5

5.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diámetro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, kg
4.50%	A	102.05	66.500	543.92	0.93	10.08	9.38	956.17
	B	101.85	59.133	481.78	1.09	8.68	9.46	965.12
	C	101.55	64.133	519.44	1.00	9.43	9.43	961.33
5.00%	A	101.65	68.07	552.38	0.89	11.27	10.03	1023.23
	B	101.70	65.60	532.89	0.96	13.24	12.71	1296.13
	C	101.65	64.27	521.54	0.96	10.17	9.77	995.93
5.50%	A	101.60	60.667	491.84	1.09	6.80	7.41	755.75
	B	101.90	62.933	513.24	1.00	11.24	11.24	1145.99
	C	101.38	60.900	491.55	1.09	13.72	14.96	1525.25
6.00%	A	101.70	62.10	504.46	1.04	13.11	13.63	1389.86
	B	101.65	61.33	497.74	1.04	12.31	12.80	1305.32
	C	101.60	62.93	510.22	1.00	8.75	8.75	892.11
6.50%	A	101.00	57.767	462.82	1.19	11.69	13.92	1418.94
	B	101.50	61.500	497.62	1.04	10.65	11.07	1129.20
	C	101.60	60.667	491.84	1.09	9.67	10.54	1074.86
7.00%	A	101.38	59.72	482.00	1.09	11.23	12.24	1248.18
	B	101.55	61.55	498.51	1.04	11.74	12.21	1245.01
	C	101.48	60.55	489.69	1.09	9.51	10.36	1056.75

6.- PROCESAMIENTO

% CEMENTO ASFALTICO	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	49.66%	49.40%	49.14%	48.88%	48.62%	48.36%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	41.07%	40.85%	40.64%	40.42%	40.21%	39.99%
% de filler en la mezcla	4.78%	4.75%	4.73%	4.70%	4.68%	4.65%
% de Grava en Peso total del Agregado	54.7%	54.7%	54.7%	54.7%	54.7%	54.7%
% de Arena en Peso total del Agregado	45.3%	45.3%	45.3%	45.3%	45.3%	45.3%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G _{ab}	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G _{mb}	2.202	2.239	2.259	2.276	2.268	2.246
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G _{mm}	2.353	2.365	2.377	2.378	2.365	2.337
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G _{se}	2.505	2.538	2.573	2.595	2.600	2.584
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P _{ba}	-0.89%	-0.35%	0.20%	0.54%	0.61%	0.36%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P _{be}	4.51%	5.00%	5.50%	5.99%	6.49%	7.00%
% Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	17.85%	16.92%	16.61%	16.45%	17.18%	18.41%
% Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	6.40%	5.33%	4.96%	4.30%	4.12%	3.88%
% Vacios llenos con Asfalto "VFA"	64.13%	68.50%	70.14%	73.84%	76.02%	78.91%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	960.87	1105.10	1142.33	1195.76	1207.67	1183.32
Promedio de FLUJO, mm	1.671	2.193	2.767	3.201	3.617	4.309
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	5749.15	5038.43	4128.41	3735.59	3339.17	2745.94

Observacion:

* Los datos extraidos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 15.7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-08-10 al 2023-08-10

Este informe no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad. Los resultados se basan en las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. *Lina Zuniga Yerson*
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. *Misha Viasquez Manuel*
 JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

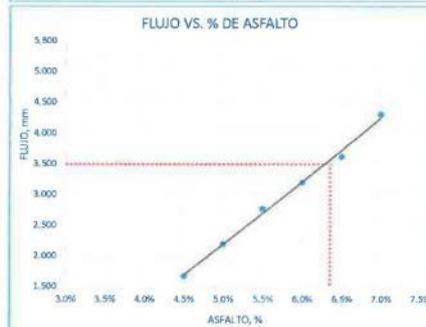
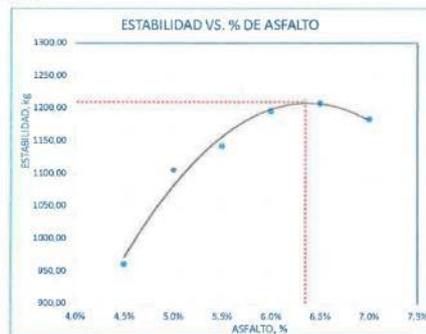
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de recepción : Agosto-2023
 Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 4 de 5

7.- GRAFICOS



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. Lima Zuñiga Yerson
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. Mario Velazquez Manuel
 CIP: 770803
 JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : CONVENCIONAL
Fecha de recepción : Agosto-2023
Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 5 de 5

8.- RESULTADOS

NUMERO DE GOLPES POR LADO:	75
ASFALTO, %:	6.20%
PESO UNITARIO, g/cm ³ :	2.273
ESTABILIDAD, kg:	1210
FLUJO, mm:	3.50
% DE VACIOS "VTM":	4.18%
% VACIOS LLENOS DE CON ASFALTO:	75.30%
% VACIOS EN EL AGREGADO "VMA":	16.90%
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3457.14
RELACION POLVO - ASFALTO	0.76

COMPOSICION DE MEZCLA



COMPOSICION DE MEZCLA

	% Por Peso del Total de Mezcla	%, por Peso del total del Agregado
CEMENTO ASFALTICO	6.20%	---
GRAVA	48.78%	52.00%
ARENA	40.33%	43.00%
Filler - Cal	4.69%	5.00%

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 15.7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-08-01 al 2023-08-10.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. Luis Zuñiga Verson
 JEFE DEL LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. Misha Vasquez Manzo
 CIP: 27083
 JEFE DE CONTROL

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**ENSAYO MARSHALL; ADICION DE
BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS)
EN 5%, 10% Y 15%.**

- FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO
- ENSAYO MARSHALL - DATOS EXTRAIDOS
- GRAVEDAD ESPECIFICA TEORICA MAXIMA (RICE)
- GRAVEDAD ESPECIFICA BULK
- ESTABILIDAD CORREGIDA
- GRAFICOS

965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **N° de muestra** : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Fecha de recepción** : Agosto-2023
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Agosto-2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE CON ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS)
MEZCLA ASFALTICA MAC-2

Pag. : 1 de 2

1.- GRADACION DEL MATERIAL

% de Grava en Peso total de la Mezcla	52.00%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	43.00%
% de filler en la mezcla	5.00%

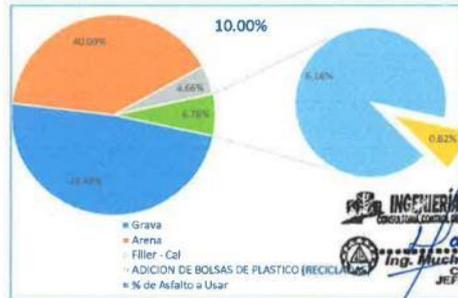
2.- PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DE BRIQUETAS

	TIPO DE MARTILLO: SOSTENIDO MANUALMENTE		DIAMETRO DE MOLDE, cm : 10	
	NUMERO DE GOLPES POR LADO: 75		ALTURA, cm : 6.35	
ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.	0.00%	5.00%	10.00%	15.00%
°C, Fabricación	140	140	140	140
°C, Compactación	125	125	125	125
Numero de Golpes por Cara	75	75	75	75
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200
% de Asfalto s/m	6.20%	6.20%	6.20%	6.20%
Masa Total de Ag, g	1125.6	1125.6	1125.6	1125.6
Grava 1/2	585.31	585.31	585.31	585.31
Arena	484.01	484.01	484.01	484.01
Filler - Cal	56.28	56.28	56.28	56.28
Masa de Asfalto Total, g	74.4	74.4	74.4	74.4
ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.	0	3.72	7.44	11.16

3.- PROPORCIONES EN %, ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.

ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.	0.00%	5.00%	10.00%	15.00%
Masa de Mezcla, g	1200	1203.72	1207.44	1211.16
Masa de Asfalto, g	6.20%	6.20%	6.20%	6.20%
Masa Total de Ag, g	1125.6	1125.6	1125.6	1125.6
Grava	48.78%	48.63%	48.48%	48.33%
Arena	40.33%	40.21%	40.09%	39.96%
Filler - Cal	4.69%	4.68%	4.66%	4.65%
ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS)	0.00%	0.31%	0.62%	0.92%
% de Asfalto a Usar	6.20%	6.18%	6.16%	6.14%

4.- GRAFICOS DE PROPORCIONES, ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 Bach. **Lima Zuniga Yoro**
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 Ing. **Musever Vasquez Manuel**
 CIP: 270893
 JEFE DE CALIDAD



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **N° de muestra** : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Fecha de recepción** : Agosto-2023
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Agosto-2023

**FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE CON ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS)
MEZCLA ASFALTICA MAC-2**



Pag. : 2 de 2

Observaciones:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controlados de 15.7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-08-01 al 2023-08-10.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuñiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mucha Valenzuela Manuel
CIP: 270983
JEFE DE CALIDAD





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023

N° de muestra : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Fecha de recepción : Agosto-2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 4

1.- ENSAYO DE MARSHALL, DATOS EXTRAÍDOS PREVIO AL ENSAYO

ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS)	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIA METE, g	ESTABILIDAD, KN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
0.00%	PVC-1	101.75	101.50	63.35	63.40	63.65	1213.10	682.32	1213.70	11.680	3.497
	PVC-2	101.40	101.65	60.15	60.00	58.75	1145.00	638.32	1145.60	11.470	3.510
	PVC-3	101.50	101.55	62.35	62.45	62.20	1175.30	659.81	1175.90	11.489	3.489
5.00%	PVC-4	100.50	101.60	64.10	63.90	64.20	1212.50	695.80	1213.70	13.876	3.426
	PVC-5	101.10	101.40	63.40	64.20	64.00	1182.40	677.48	1184.30	13.950	3.417
	PVC-6	101.10	101.50	63.90	63.20	62.80	1167.30	688.45	1169.70	13.960	3.435
10.00%	PVC-7	101.50	101.70	54.90	53.60	53.10	1013.20	675.35	1113.70	11.647	3.858
	PVC-8	101.60	101.50	60.50	61.10	60.40	1154.60	658.26	1156.70	11.576	3.857
	PVC-9	101.70	101.50	63.90	62.40	62.90	1169.30	665.56	1170.70	11.450	3.861
15.00%	PVC-10	102.30	101.20	62.70	62.90	61.70	1190.80	674.26	1191.20	12.250	4.348
	PVC-11	102.10	101.70	63.50	63.90	64.50	1230.70	696.82	1231.80	12.260	4.365
	PVC-12	101.80	101.90	60.20	60.30	60.10	1154.20	651.25	1155.70	12.290	4.357

2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	0%	5.00%	10.00%	15.00%
Masa de muestra seca en el aire, g	1197.64	1198.62	1178.74	1198.70
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	11345.00	11348.00	11348.00	11348.00
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	12039.00	12051.00	12033.20	12040.00
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G _{mm}	2.378	2.418	2.388	2.366

Observacion:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 15.7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-08-01 al 2023-08-10.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zurúiga Yessson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 770883
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964763431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023

N° de muestra : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Fecha de recepción : Agosto-2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 4

3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G _{mb}
0.00%	PVC-1	1213.10	1213.70	682.32	531.38	2.283
	PVC-2	1145.00	1145.60	638.32	507.28	2.257
	PVC-3	1175.30	1175.90	659.81	516.09	2.277
5.00%	PVC-4	1212.50	1213.70	695.80	517.90	2.341
	PVC-5	1182.40	1184.30	677.48	506.82	2.333
	PVC-6	1167.30	1169.70	668.45	501.25	2.329
10.00%	PVC-7	1013.20	1113.70	675.35	438.35	2.311
	PVC-8	1154.60	1156.70	658.26	498.44	2.316
	PVC-9	1169.30	1170.70	665.56	505.14	2.315
15.00%	PVC-10	1190.80	1191.20	674.26	516.94	2.304
	PVC-11	1230.70	1231.80	696.62	535.18	2.300
	PVC-12	1154.20	1155.70	651.25	504.45	2.288

4.- Datos Basicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico	1.03
Gravedad Especifica del Agregado Fino	2.53
Gravedad Especifica del Agregado Grueso	2.58
Gravedad Especifica del Filler	3.15

Observación:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 15 7°C y 42% de Humedad relativa. En las fechas de
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Muestra Viquez Manuel
CIP: 270883
JEFE DE CALIDAD





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **N° de muestra** : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Fecha de recepción** : Agosto-2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 4

5.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, KN	ESTABILIDAD CORREGIDA, Kn	ESTABILIDAD, kg
0.00%	PVC-1	101.63	63.467	514.80	1.00	11.68	11.68	1191.01
	PVC-2	101.53	59.633	482.75	1.09	11.47	12.50	1274.86
	PVC-3	101.53	62.333	504.61	1.04	11.49	11.95	1218.39
5.00%	PVC-4	101.05	64.07	513.80	1.00	13.88	13.88	1414.94
	PVC-5	101.25	63.87	514.23	1.00	13.95	13.95	1422.48
	PVC-6	101.30	63.30	510.17	1.00	13.96	13.96	1423.50
10.00%	PVC-7	101.60	53.867	436.71	1.32	11.65	15.37	1567.69
	PVC-8	101.55	60.667	491.36	1.09	11.58	12.62	1286.64
	PVC-9	101.60	63.067	511.30	1.00	11.45	11.45	1167.56
15.00%	PVC-10	101.75	62.43	507.66	1.00	12.25	12.25	1249.13
	PVC-11	101.90	63.97	521.67	0.96	12.26	11.77	1200.15
	PVC-12	101.85	60.20	490.47	1.09	12.29	13.40	1366.00

6.- PROCESAMIENTO

% ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO	0.00%	5.00%	10.00%	15.00%
% de Asfalto Convencional	6.20%	6.20%	6.20%	6.20%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	48.78%	48.78%	48.78%	48.78%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	40.33%	40.33%	40.33%	40.33%
% de filler en la mezcla	4.69%	4.69%	4.69%	4.69%
% de Grava en Peso total del Agregado	54.7%	54.7%	54.7%	54.7%
% de Arena en Peso total del Agregado	45.3%	45.3%	45.3%	45.3%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G _{ab}	2.560	2.560	2.560	2.560
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G _{mb}	2.272	2.334	2.314	2.297
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G _{mm}	2.378	2.418	2.388	2.366
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G _{sa}	2.603	2.655	2.616	2.587
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P _{1a}	0.66%	1.43%	0.86%	0.42%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P _{2a}	6.19%	6.19%	6.19%	6.20%
% Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	16.75%	13.39%	18.65%	23.74%
% Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	4.44%	3.48%	3.10%	2.90%
% Vacios llenos con Asfalto "VFA"	73.51%	74.02%	83.36%	87.78%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1228.09	1420.31	1340.63	1271.76
Promedio de FLUJO, mm	3.499	3.426	3.858	4.357
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3510.16	4145.67	3474.93	2919.11

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Bach. Lina Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Ing. Macho Vasquez Manuel
CIP: 47085
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287896 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023

N° de muestra : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%, 10% Y 15%.

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO

Fecha de recepción : Agosto-2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de emisión : Agosto-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 4 de 4

7.- GRAFICOS



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Manuel Vasquez Manuel
CIP: 17095
JEFE DE CALIDAD

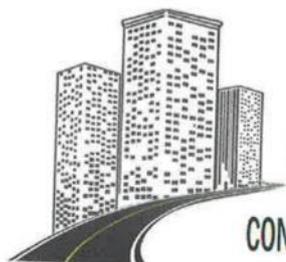
Pje. Grau N° 211, Chicla - Huancayo

965287894 / 964763431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS
BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL
ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR
DESGASTE - MTC E 515

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **N° de muestra** : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 5%.

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Fecha de emisión** : Agosto-2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de recepción : Agosto-2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	16.5 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	34%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
CONVENCIONAL	1	1184.5	1039.86	12.2%	12.4%
	2	1187.3	1037.8	12.6%	
	3	1192.25	1041.25	12.7%	
	4	1186.3	1040.2	12.3%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

[Firma]
Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

[Firma]
Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 370023
JEFE DE CALIDAD





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Agosto-2023

N° de muestra : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN 10%.
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : Agosto-2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	16.4 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	35%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
CONVENCIONAL	1	1181.26	1009.7	14.5%	14.3%
	2	1188.6	1017.8	14.4%	
	3	1186.5	1018.6	14.2%	
	4	1191.26	1021.2	14.3%	

* El promedio de un minimo de 4 especimenes según el metodo de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especimenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Incho Vesquez Manuel
CIP: 27693
JEFE DE CALIDAD





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **N° de muestra** : ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS) EN

Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Fecha de emisión** : Agosto-2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de recepción : Agosto-2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TÁMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	16.4 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	35%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
CONVENCIONAL	1	1175.68	968.56	17.6%	17.5%
	2	1181.26	976.8	17.3%	
	3	1176.8	968.3	17.7%	
	4	1192.5	987.62	17.2%	

* El promedio de un minimo de 4 especimenes según el metodo de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especimenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

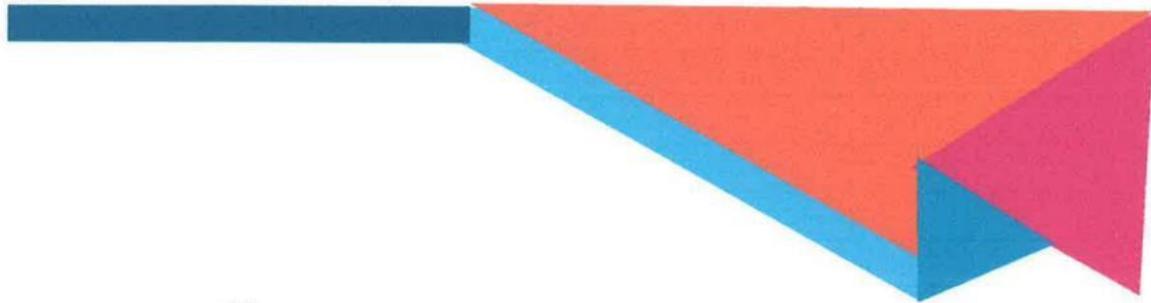
INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Bach. Lima Zuñiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Bach. Macha Vazquez Manuel
JEFE DE CALIDAD





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S. A. C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

OTROS ENSAYOS

- ADHESIVIDAD
- IMPUREZAS ORGANICAS
- SALES SOLUBLES
- AZUL DE METILENO



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Agosto-2023

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : AG. FINO
Ensayado por : Y.Z.LZ
Fecha de emisión : Agosto-2023

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
(PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER) - MTC E 220

A.- INFORMACION PREVIA AL ENSAYO

MATERIAL: PASANTE DE POR LA MALLA No. 30 y RETENIDO No. 70
REACTIVO: CARBONATO SODICO
TIPO DE LIGANTE: PEN 85/100

B.- LA DISOLUCIÓN DE CONCENTRACIÓN

Molaridad	G de Na2 CO3/1 disolución	CONCENTRACION PARA 20 cm ³ , USADA	INDICE DE ADHESIVIDAD
M/256	0.414	0.021	1
M/128	0.828	0.041	2
M/64	1.656	0.083	3
M/32	3.312	0.166	4
M/16	6.625	0.331	5
M/8	13.250	0.663	6
M/4	26.5	1.325	7
M/2	53	2.650	8
M/1	106	5.300	9
NO HAY DESPLAZAMIENTO M/1			10

C.- RESULTADO

TEMPERATURA DE ENSAYO: 16.7 °C

MUESTRA	DESPRENDIMIENTO PARCIAL		DESPRENDIMIENTO TOTAL	
	INDICE	MOLARIDAD	INDICE	MOLARIDAD
AG. FINO + CSS-1H	8	M/64	9	M/64

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el testista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 77883
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. FINO
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO **Ensayado por** : Y.Z.L.Z
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Agosto-2023
Fecha de recepción : Agosto-2023

NTP 400.024; MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO

1.- REACTIVO Y INSUMOS PREVIO AL ENSAYO

Solución de Hidróxido de Sodio (3 %): 3 g
 Agua Destilada : 97 ml

2.- ENSAYO

ESTANDAR GARDNER DE COLOR No.	PLACA ORGANICA No.
5	1
8	2
11	3 (Estandar)
14	4
16	5

RESULTADO DE LA PLACA ORGANICA NO. :	Mayor, Menor o igual		
	3	a	3

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Buchi Lima **Quilga Yerson**
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mucha Vasquez Manuel
CIP: 370863
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Agosto-2023
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : AG. GRUESO Y FINO
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : Agosto-2023

NTP 339.152; MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

1.- CANTIDADES NIMINAS EMPLEADAS

AGREGADO GRUESO, g : 502.2
 AGREGADO GRUESO, g : 100.25

2.- ENSAYOS

AGREGADO GRUESO :	0.035	%
	351.5	PPM

AGREGADO FINO :	0.056	%
	563.4	PPM

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. *Lizma Zúñiga Yorbón*
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. *Mucha Vazquez Manuel*
CIP: 370803
JEFE DE CALIDAD



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-063-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. BALBIN GUERRERO EDER MILENKO
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Agosto-2023

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : FINO
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : Agosto-2023

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES - AASHTO T 330

1.- Datos

Codigo de Muestra : FINO
Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN
Designación de Granulometria: B
Fecha de Extracción : Agosto-2023

2.- Ensayo
 Donde:

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

VA = Valor de Azul de Metileno en mg de azul por grano de material seco pasa el tamiz de 0.075 mm (No 200)
 C = Concentración de solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución,
 V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación
 W = gramos de material seco utilizado en la prueba

	C, mg	W, g	V, ml
Prueba 1 =	4.5	10	10
VA =	4.500		

- Observacion:**
- 1) La muestra fue proporcionada por el cliente.
 - 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
 - 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. *Yerson*
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. *Yerson*
 CIP: 27063
 JEFE DE CALIDAD

Anexo N°05: Confiabilidad y Validez del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Informante:	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Ing. Luis Gamero Espinoza		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023	DRACH BALBIN GUERRERO, EDER MILENIO

II. ASPECTOS DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Muy Buena 41-60%	Excelente 61-100%
1. CLARIDAD	Este formulado con lenguaje apropiado			✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables			✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad			✓	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para evaluar aspectos de las estrategias				✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teorico practico.			✓	
8. COHERENCIA	El contenido responde a las instrucciones y las observaciones			✓	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al proposito del diagnostico.			✓	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más				✓

III. PROMEDIO DE LA APLICACION:

74%

IV. PROMEDIO DE LA VALIDACION:

Agosto 2023	Ingeniero Civil	 Luis Gamero Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 126161	2
Lugar y fecha	Profesión	Firma del experto	Nº de experto

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

ATIVOS

Informante:	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
toy		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023	BACH. BALSIN GUERRERO, EDER MILENKO

VALIDACION:

RES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
	Esta formulado con lenguaje apropiado			X	
	Esta expreso en conductas observables			X	
	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X	
	Existe una organización lógica.			X	
	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X
	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X
	Basado en aspectos teorico científico.				X
	Entre los índices indicadores y las dimensiones.			X	
	La estrategia responde el proposito del diagnostico.			X	
	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más				

VALIDACIÓN:

76%

VALIDACION:

3	Ingeniero Civil	 Ing. Angel Parí-Humbly INGENIERO CIVIL CIP 159614 SUPERVISOR DE OBRA	3
Fecha	Profesión	Firma del experto	N° de experto

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

OS INFORMATIVOS

Nombre del Informante:	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Andrés Porras Olarte		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023	BACH. BALBIN GUERRERO, EDI

FACTORES DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
ADAPTACIÓN	Esta formulado con lenguaje apropiado			X	
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables			X	
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			X	
PRECISIÓN	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				
OPERACIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				
BASES CIENTÍFICAS	Basado en aspectos teórico científico.				
RELEVANCIA	Entre los indices indicadores y las dimensiones.				
VALORACIÓN DIAGNÓSTICA	La estrategia responde el proposito del diagnostico.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más			X	

GRADO DE LA APLICACIÓN:

82 %

DETALLES DE LA VALIDACION:

gosto 2023	Ingeniero Civil		1
Lugar y Fecha	Profesión	Firma del experto	N° de expert

FICHA DE VALIDACIÓN

TUTULO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICION DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADAS), HUANCAYO 2023

AUTOR: BACH. BALBIN GUERRERO, EDER MILENKO

DEFICIENTE	1
ACEPTABLE	2
EXCELENTE	3

Nombre y Apellidos: Mgr. Rando Porras Cebal

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación			X	3
2	Peso específico		X		2
3	Estabilidad		X		2
4	Desgaste		X		2
5	Gravedad específica		X		2
6	Flujo			X	3

Nombre y Apellidos: Ing. Luis Gamarra Espinoza

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación		X		2
2	Peso específico			X	3
3	Estabilidad		X		2
4	Desgaste		X		2
5	Gravedad específica		X		2
6	Flujo			X	3

Nombre y Apellidos: Ing. Angel Pari Llantay

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación		X		2
2	Peso específico		X		2
3	Estabilidad		X		2
4	Desgaste			X	3
5	Gravedad específica			X	3

Anexo N°06: La data del procesamiento de datos

PORCENTAJE DE VACÍOS

% de asfalto residual	Mezcla asfáltica	5% de bolsas de plástico (recicladas)	10% de bolsas de plástico (recicladas)	15% de bolsas de plástico (recicladas)
	M0	M1	M2	M3
% de Vacíos VTM	4.44%	3.48%	3.10%	2.90%
VTM (Porcentaje de vacíos con el aire) MTC E 505	3%-5%	3%-5%	3%-5%	3%-5%
	cumple	cumple	cumple	No cumple
% de variación	0.00	-21.62%	-30.18%	-34.68%

ESTABILIDAD

% de asfalto residual	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)		
Estabilidad / flujo (kg /cm)	3405.8	3632.1	3492.1	4130.0	4162.9	4144.1	4065.6	3335.9	3024.0	2872.9	3566.6	3135.2
Estabilidad / flujo promedio (kg /cm)	3509.991			4145.687			3475.142			3191.545		
Relación estabilidad/ flujo (kg/cm)	1700 (kg/cm)- 4000 (kg/cm)			1700 (kg/cm)- 4000 (kg/cm)			1700 (kg/cm)- 4000 (kg/cm)			1700 (kg/cm)- 4000 (kg/cm)		
	Cumple			NO Cumple			Cumple			Cumple		
% de variación	0.00%			18.11%			-0.99%			-9.07%		

DESGASTE

Muestra	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)						
	M0			M1			M2			M3						
Perdida por desgaste (%)	13.00	13.80	13.40	13.50	12.20	12.60	12.70	12.30	14.50	14.40	14.20	14.30	17.60	17.30	17.70	17.20
Perdida promedio por desgaste (%)	13.425			12.45			14.35			17.45						
Desgaste < 20% (EG 2013)	<20%			<20%			<20%			<20%						
	cumple			cumple			cumple			cumple						
% de variación	0.00			-7.26%			6.89%			29.89%						

GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK

% de asfalto residual	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)		
	M0			M1			M2			M3		
Gravedad específica Bulk	2.283	2.257	2.277	2.341	2.333	2.329	2.311	2.316	2.315	2.304	2.300	2.288
Gravedad específica Bulk promedio	2.272			2.334			2.314			2.297		
% de variación	0.00%			2.73%			1.83%			1.10%		

FLUJO

% de asfalto residual	Convencional			5% de bolsas de plástico (recicladas)			10% de bolsas de plástico (recicladas)			15% de bolsas de plástico (recicladas)		
Flujo (mm)	3.497	3.510	3.489	3.426	3.417	3.435	3.856	3.857	3.861	4.348	3.365	4.357
Flujo promedio (mm)	3.499			3.426			3.858			4.023		
Flujo 0.01" (0.25 mm) de acuerdo con la EG-2013	8"-14" (2mm - 3.5mm)			8"-14" (2mm - 3.5mm)			8"-14" (2mm - 3.5mm)			8"-14" (2mm - 3.5mm)		
	Cumple			Cumple			NO Cumple			NO Cumple		
% de variación	0.00			-2.08			10.27%			15.00%		

Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento

2. LAVADO POR LA MALLA N°200



Fotografía N° 3: Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasa por el tamiz N°200, según referencia de la NTP 400.018

FUENTE: Elaboración Propia

3. EQUIVALENTE DE ARENA



Fotografía N° 4: El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm), según referencia de la NTP 339.146

FUENTE: Elaboración Propia

4. ANALISIS GRANULOMETRICO

4.1. Agregado grueso



Fotografía N° 5: Determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados, según referencia de la norma MTC E 204.

FUENTE: Elaboración Propia

4.2. Agregado fino



Fotografía N° 6: Determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados finos, según referencia de la norma MTC E 204.

FUENTE: Elaboración Propia

5. LIMITES DE ATTERBERG

5.1. Límite líquido



Fotografía N° 7: Ensayo de límite líquido, según referencia de la norma MTC E 110.

FUENTE: Elaboración Propia.

5.2. Límite plástico



Fotografía N° 8: Ensayo de límite plástico, según referencia de la norma MTC E 110.

FUENTE: Elaboración Propia

6. ABRASIÓN DE LOS ANGELES – AGREGADO GRUESO



Fotografía N° 9: Es una medida de la degradación de agregados, las cuales incluyen desgaste, impacto y trituración, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo, según la norma MTC E 207.

FUENTE: Elaboración Propia

7. COMPACTACIÓN METODO MARSHALL

7.1. MUESTRA CONVENCIONAL

7.1.1. MEZCLA DE MATERIALES



Fotografía N° 10: Establecer el procedimiento para la toma de muestras de mezclas de materiales asfálticos con agregados minerales tal como son preparados para el uso en pavimentación, según referencia de la norma MTC E 501.

FUENTE: Elaboración Propia

8. RESISTENCIA DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL



Fotografía N° 11: Colocar el molde ensamblado en el pedestal de compactación con el sujetador y aplicar el número requerido de golpes con el martillo especificado de compactación, según referencia de la norma MTC E 504.

FUENTE: Elaboración Propia

9. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO



Fotografía N° 12: Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen, según referencia de la norma MTC E-507

FUENTE: Elaboración Propia

10. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA



Fotografía N° 13: Registro de dos masas del espécimen en aire y agua (respectivamente) a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Luego, se seca hasta el estado saturado superficialmente seco SSS para calcular su gravedad específica bulk.

FUENTE: Elaboración Propia

11. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL



Fotografía N° 14: Con todo el equipo en posición se procede a aplicarle una carga a la briqueta hasta que ocurra la falla o rotura, se lee y anota esta lectura, que es el Valor del Flujo.

FUENTE: Elaboración Propia

12. PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS (RICE)



Fotografía N° 15: Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas no compactadas a 25 °C, según referencia de la norma MTC E-508.

FUENTE: Elaboración Propia

13. MODIFICACIÓN MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADO) AL 5% , 10% , Y 15%

13.1. MEZCLA DE MATERIALES CON INCORPORACIÓN AL 5%



Fotografía N° 16: Procedimiento para tomar muestras de mezclas asfálticas con agregados para pavimentación, según norma MTC E 501.

FUENTE: Elaboración Propia

13.2. MEZCLA DE MATERIALES CON INCORPORACIÓN AL 10%



Fotografía N° 17: Procedimiento para tomar muestras de mezclas asfálticas con agregados para pavimentación, según norma MTC E 501.

FUENTE: Elaboración Propia

13.3. MEZCLA DE MATERIALES CON INCORPORACIÓN AL 15%



Fotografía N° 18: Procedimiento para tomar muestras de mezclas asfálticas con agregados para pavimentación, según norma MTC E 501.

FUENTE: Elaboración Propia

14. RESISTENCIA DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL MODIFICADO MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADO) AL 5% , 10 % , Y 15%

14.1. INCORPORACIÓN AL 5%



Fotografía N° 19: Coloca el molde en el pedestal con el sujetador y aplica golpes con el martillo de compactación según norma MTC E 504.

FUENTE: Elaboración Propia

14.2. INCORPORACIÓN AL 10%



Fotografía N° 20: Coloca el molde en el pedestal con el sujetador y aplica golpes con el martillo de compactación según norma MTC E 504.

FUENTE: Elaboración Propia

14.3. INCORPORACIÓN AL 15%



Fotografía N° 21: Coloca el molde en el pedestal con el sujetador y aplica golpes con el martillo de compactación según norma MTC E 504.

FUENTE: Elaboración Propia

15. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLÁSTICO (RECICLADO) AL 5% , 10% , Y 15%

15.1. INCORPORACIÓN AL 5%



Fotografía N° 22: Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen, según referencia de la norma MTC E-507

FUENTE: Elaboración Propia

15.2. INCORPORACIÓN AL 10 %



Fotografía N° 23: Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen, según referencia de la norma MTC E-507

FUENTE: Elaboración Propia

15.3. INCORPORACIÓN AL 15%



Fotografía N° 24: Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen, según referencia de la norma MTC E-507

FUENTE: Elaboración Propia

16. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA MODIFICADO MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADO) AL 5% , 10% , Y 15%

16.1. INCORPORACIÓN AL 5%



Fotografía N° 25: Se registran las masas del espécimen en aire y agua a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Después, se seca hasta alcanzar el estado SSS para calcular su gravedad específica bulk.

FUENTE: Elaboración Propia

16.2. INCORPORACIÓN AL 10%



Fotografía N° 26: Se registran las masas del espécimen en aire y agua a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Después, se seca hasta alcanzar el estado SSS para calcular su gravedad específica bulk.

FUENTE: Elaboración Propia

16.3. INCORPORACIÓN AL 15%



Fotografía N° 27: Se registran las masas del espécimen en aire y agua a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Después, se seca hasta alcanzar el estado SSS para calcular su gravedad específica bulk.

FUENTE: Elaboración Propia

17. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL MODIFICADO MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADO) AL 5% , 10% , Y 15%

17.1. INCORPORACIÓN AL 5%



Fotografía N° 28: Con todo el equipo en posición se procede a aplicarle una carga a la briqueta hasta que ocurra la falla o rotura, se lee y anota esta lectura, que es el Valor del Flujo.

FUENTE: Elaboración Propia

17.2. INCORPORACIÓN AL 10 %



Fotografía N° 29: Con todo el equipo en posición se procede a aplicarle una carga a la briqueta hasta que ocurra la falla o rotura, se lee y anota esta lectura, que es el Valor del Flujo.

FUENTE: Elaboración Propia

17.3. INCORPORACIÓN AL 15 %



Fotografía N° 30: Con todo el equipo en posición se procede a aplicarle una carga a la briqueta hasta que ocurra la falla o rotura, se lee y anota esta lectura, que es el Valor del Flujo.

FUENTE: Elaboración Propia

18. PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS (RICE) MODIFICADO MEDIANTE LA ADICIÓN DE BOLSAS DE PLASTICO (RECICLADO) AL 5% , 10% , Y 15%

18.1. INCORPORACIÓN AL 5%



Fotografía N° 31: Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas no compactadas a 25 °C, según referencia de la norma MTC E-508.

FUENTE: Elaboración Propia

18.2. INCORPORACIÓN AL 10%



Fotografía N° 32: Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas no compactadas a 25 °C, según referencia de la norma MTC E-508.

FUENTE: Elaboración Propia

18.3. INCORPORACIÓN AL 15 %



Fotografía N° 33: Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas no compactadas a 25 °C, según referencia de la norma MTC E-508.
FUENTE: Elaboración Propia