

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del tiempo de colocación en las
propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica
en frío premezclado-Huancayo-2023**

Lincoln Kenedy Fernandez Martinez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : **Augusto Elías García Corzo**
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 10 de Diciembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Influencia Del Tiempo De Colocación En Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Frio Premezclado – Huancayo - 2023

Autores:

1. Lincoln Kenedy Fernandez Martinez – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas: 20 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



MSc AUGUSTO GARCIA

CIP: 85267

Augusto Elías García Corzo
ASESOR de Tesis

Agradecimientos

Al Ing. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO, por su orientación experta y apoyo constante durante el desarrollo de esta tesis. Su conocimiento y compromiso han sido fundamentales para mi crecimiento académico. También mi sincero agradecimiento se extiende a mi familia y amigos, por su inquebrantable apoyo emocional y comprensión a lo largo de este desafiante pero gratificante viaje académico.

Dedicatoria

A mis padres, Eliza Martínez y Víctor Fernández, quienes sembraron las semillas de la educación con amor y dedicación. Vuestra fe en mí ha sido mi faro en los momentos oscuros, guiándome hacia el logro de este sueño. A mis hermanos, Yanet, Rudy, Renato y Odalíz, cuya risa y apoyo incondicional han sido mi refugio. Vuestra presencia ha convertido este viaje académico en un viaje compartido lleno de alegría.

Esta tesis no solo representa años de estudio y sacrificio, sino también el amor, la paciencia y la comprensión de todos aquellos que han sido los pilares de mi vida. Cada palabra escrita lleva el eco de vuestro aliento y la chispa de vuestro cariño. Gracias por ser mi inspiración constante.

ÍNDICE

Agradecimientos	4
Dedicatoria.....	5
ÍNDICE.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
ÍNDICE DE ANEXOS	17
RESUMEN	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUCCIÓN	22
1 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	23
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.1.1 Planteamiento del problema.....	23
1.1.2 Formulación del problema	25
1.1.3 PROBLEMA GENERAL	25
1.1.4 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	25
1.2 OBJETIVOS.....	26
1.2.1 Objetivo general.....	26
1.2.2 Objetivos específicos	26
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	26
1.3.1 Justificación Académica	26
1.3.2 Justificación Económica	26
1.3.3 Justificación Metodológica	27
1.3.4 Justificación Técnica.....	27
1.3.5 Justificación Social	27
1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	27
1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	27
1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	27
1.4.3 Variables y operacionalización	28
1.4.4 VARIABLE DEPENDIENTE	28
1.4.5 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	28
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	29
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	29
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	29
2.1.2 Antecedentes nacionales	34

2.2	BASES TEÓRICAS	38
2.2.1	ASFALTOS	38
2.2.2	Asfalto en frío premezclado.....	41
2.2.3	Asfaltos emulsificados	44
2.2.4	Asfaltos rebajados	44
2.2.5	Asfalto premezclado en frío RC-250	45
2.2.6	Asfalto RC-250	46
2.2.1	Características de la mezcla asfáltica premezclada en frío	46
2.2.2	AGREGADO FINO	46
2.2.3	ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	47
2.2.4	Ensayo Marshall.....	55
2.2.5	Ensayo de tracción indirecta (Lottman).....	57
2.2.6	Ensayo de inmersión y compresión	61
3	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	64
3.1	MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	64
3.1.1	Método de investigación	64
3.1.2	Alcances de la investigación.....	64
b.	Nivel de investigación	64
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.2.1	Tipo de diseño de investigación.....	65
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	65
3.3.1.	Población.....	65
3.3.2.	Muestra	66
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
3.4.1.	Técnicas utilizadas en la recolección de datos.....	68
3.4.2.	Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	68
4	CAPÍTULO IV: RESULTADOS DETERMINADOS	69
4.1	Resultados de la influencia del tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.....	69
4.1.1	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 0 días	69
4.1.2	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 7 días	70
4.1.3	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 15 días	72
4.1.4	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 30 días	74

4.1.5	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 45 días	75
4.1.6	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 60 días	77
4.1.7	Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 75 días	79
4.1.1	Resumen de las Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con tiempo de almacenado.....	80
4.2	Resultados de la influencia el tiempo de colocación en el valor de Tracción indirecta del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023	84
4.2.1	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 0 días	84
4.2.2	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 7 días	85
4.2.3	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 15 días	86
4.2.4	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 30 días	86
4.2.5	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 45 días	87
4.2.6	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 60 días	88
4.2.7	Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 75 días	89
4.2.1	Resumen del ensayo de tracción indirecta del asfalto en frío premezclado con tiempo de almacenado.....	90
4.3	Resultados de la medida influencia el tiempo de colocación en el valor de daño por humedad del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.	93
4.3.1	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 0 días de almacenado.....	93
4.3.2	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado.....	95
4.3.3	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 15 días de almacenado.....	97
4.3.4	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 30 días de almacenado.....	99
4.3.5	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 45 días de almacenado.....	101
4.3.6	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 60 días de almacenado.....	103
4.3.7	Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 75 días de almacenado.....	105

4.3.1	Resumen del ensayo de inmersión y compresión del asfalto en frío premezclado con diferentes tiempos de almacenado	107
4.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	112
4.4.1	Estabilidad (kg)	112
4.4.2	Flujo (mm)	114
4.4.3	Tracción indirecta (kPa).....	117
4.4.4	Resistencia a la compresión en seco (kPa)	119
4.4.5	Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa).....	122
4.4.6	Resistencia retenida (%)	125
5	CAPÍTULO V: DISCUSIONES.....	129
5.1	Discusión 1	129
5.2	Discusión 2	129
5.3	Discusión 3	130
5.4	Discusión 4.....	130
6	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	132
6.1	Conclusiones 1	132
6.2	Conclusiones 2	132
6.3	Conclusiones 3	133
6.4	Conclusiones 4	133
7	CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	134
7.1	Recomendaciones 1	134
7.2	Recomendaciones 2.....	134
7.3	Recomendaciones 3.....	134
7.4	Recomendaciones 4.....	134
7.5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
8	Bibliografía	135
9	ANEXOS	138
9.1	ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA TESIS	138
9.2	ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO	165
9.3	ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO	206
9.4	ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN	232

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ASFALTOS EN CALIENTES Y ASFALTOS EN FRÍO	38
TABLA 2: GUÍA PARA EL USO DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL ASFALTO EN MEZCLAS EN FRÍO	42
TABLA 3: ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ANIÓNICAS	42
TABLA 4: ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES CATIONICAS	43
TABLA 5:ESPECIFICACIONES MÍNIMAS Y MÁXIMAS PARA EL ASFALTO REBAJADO DE CURADO MEDIO ...	43
TABLA 6: MÉTODOS DE ENSAYO PARA LAS MEZCLAS EN FRÍO.....	45
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PREMEZCLADO EN FRÍO	46
TABLA 8: DISTRIBUCIÓN DE AGREGADOS	48
TABLA 9: DISTRIBUCIÓN DE AGREGADOS	50
TABLA 10: MUESTRAS DEL ENSAYO MARSHALL.....	66
TABLA 11: MUESTRAS DEL ENSAYO TRACCIÓN INDIRECTA	67
TABLA 12: MUESTRAS DEL ENSAYO INMERSIÓN Y COMPRESIÓN.....	67
TABLA 13: FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 0 DÍAS.....	69
TABLA 14:FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 7 DÍAS.....	70
TABLA 15: FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 15 DÍAS.....	72
TABLA 16: FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 15 DÍAS.....	74
TABLA 17: FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 45 DÍAS.....	76
TABLA 18: FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 15 DÍAS.....	77
TABLA 19: FLUJO Y ESTABILIDAD EN UN TIEMPO DE 75 DÍAS.....	79
TABLA 20: RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENADO	80
TABLA 21: RESULTADO DE LA FLUENCIA CON DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENADO	81
TABLA 22: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 0 DÍAS	84
TABLA 23: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 7 DÍAS	85
TABLA 24: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 15 DÍAS	86
TABLA 25: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 30 DÍAS	87
TABLA 26: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 45 DÍAS	88

TABLA 27: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 60 DÍAS	88
TABLA 28: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO EN UN TIEMPO ALMACENADO DE 75 DÍAS	89
TABLA 29: RESULTADO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA CON DIFERENTES TIEMPO DE ALMACENADO.....	90
TABLA 30: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 0 DÍAS DE ALMACENADO	93
TABLA 31: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 0 DÍAS DE ALMACENADO.....	94
TABLA 32: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 7 DÍAS DE ALMACENADO	95
TABLA 33: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 7 DÍAS DE ALMACENADO.....	96
TABLA 34: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 15 DÍAS DE ALMACENADO	97
TABLA 35: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 15 DÍAS DE ALMACENADO.....	98
TABLA 36: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 30 DÍAS DE ALMACENADO	99
TABLA 37: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 30 DÍAS DE ALMACENADO.....	100
TABLA 38: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 45 DÍAS DE ALMACENADO	101
TABLA 39: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 45 DÍAS DE ALMACENADO.....	102
TABLA 40: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 60 DÍAS DE ALMACENADO	103
TABLA 41: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 60 DÍAS DE ALMACENADO.....	104
TABLA 42: RESULTADOS Y PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 75 DÍAS DE ALMACENADO	105

TABLA 43: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADO EN FRÍO CON 75 DÍAS DE ALMACENADO	106
TABLA 44: RESULTADOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 CON DIFERENTES TIEMPO DE ALMACENADO.....	107
TABLA 45: RESULTADOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DEL GRUPO 2 CON DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENADO.....	108
TABLA 46: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CONSERVADA CON DIFERENTES TIEMPO DE ALMACENADO	110
TABLA 47: DISTRIBUCIÓN PARAMÉTRICA – ESTABILIDAD (KG) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS) ..	112
TABLA 48: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – ESTABILIDAD (KG) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	113
TABLA 49: DISTRIBUCIÓN PARAMÉTRICA – FLUJO (MM) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	115
TABLA 50: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – FLUJO (MM) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	116
TABLA 51: DISTRIBUCIÓN PARAMÉTRICA – RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	117
TABLA 52: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	118
TABLA 53: DISTRIBUCIÓN PARAMÉTRICA – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN SECO (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	120
TABLA 54: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN SECO (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	121
TABLA 55: DISTRIBUCIÓN PARAMÉTRICA – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRAS INMERSIÓN (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	123
TABLA 56: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRAS INMERSIÓN (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	124
TABLA 57: DISTRIBUCIÓN PARAMÉTRICA – RESISTENCIA RETENIDA (%) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	126
TABLA 58: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – RESISTENCIA RETENIDA (%) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	127

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	40
FIGURA 2: COMPACTACIÓN DEL MOLDE PARA EL ENSAYO MARSHALL.	55
FIGURA 3: BAÑO A MARÍA DEL MOLDE PARA EL ENSAYO MARSHALL.	56
FIGURA 4: PRENSA MARSHALL PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA..	57
FIGURA 5. MORDAZA LOTTMAN PARA EL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA.	58
FIGURA 6. COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA.	59
FIGURA 7. CÁLCULO DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA.	60
FIGURA 8: PRESENTACIÓN DE LOS TRES MOLDES PARA EL ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN.	61
FIGURA 9: PROBETA ACONDICIONADA A 25 ° C.	62
FIGURA 10: PRENSA PARA CALCULAR LA RESISTENCIA DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN.....	63
FIGURA 11: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 0 DÍAS.....	69
FIGURA 12: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 0 DÍAS.....	70
FIGURA 13: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 7 DÍAS.....	71
FIGURA 14: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 7 DÍAS.....	72
FIGURA 15: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 15 DÍAS.....	73
FIGURA 16: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 15 DÍAS.....	73
FIGURA 17: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 15 DÍAS.....	74
FIGURA 18: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 30 DÍAS.....	75
FIGURA 19: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 45 DÍAS.....	76
FIGURA 20: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 45 DÍAS.....	77
FIGURA 21: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 15 DÍAS.....	78
FIGURA 22: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 60 DÍAS.....	79
FIGURA 23: FLUENCIA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 15 DÍAS.....	79
FIGURA 24: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PREMEZCLADA A 15 DÍAS.....	80
FIGURA 25: COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIDAD CON TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENADO.	81
FIGURA 26: COMPORTAMIENTO DE LA FLUENCIA CON TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENADO.	82
FIGURA 27: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 0 DÍAS	84
FIGURA 28: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 7 DÍAS	85

FIGURA 29: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 15 DÍAS	86
FIGURA 30: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 30 DÍAS	87
FIGURA 31: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 45 DÍAS	88
FIGURA 32: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 60 DÍAS	89
FIGURA 33: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON UN TIEMPO ALMACENADA A 75 DÍAS	90
FIGURA 34: COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA CON TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENADO.	91
FIGURA 35: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 0 DÍAS DE ALMACENADO	94
FIGURA 36: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 0 DÍAS DE ALMACENADO	95
FIGURA 37: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 7 DÍAS DE ALMACENADO	96
FIGURA 38: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 7 DÍAS DE ALMACENADO	97
FIGURA 39: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 15 DÍAS DE ALMACENADO	98
FIGURA 40: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 15 DÍAS DE ALMACENADO	99
FIGURA 41: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 30 DÍAS DE ALMACENADO	100
FIGURA 42: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 30 DÍAS DE ALMACENADO	101
FIGURA 43: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 45 DÍAS DE ALMACENADO	102
FIGURA 44: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 45 DÍAS DE ALMACENADO	103

FIGURA 45: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 60 DÍAS DE ALMACENADO	104
FIGURA 46: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 60 DÍAS DE ALMACENADO	105
FIGURA 47: DISTRIBUCIÓN DE GRUPO 1 Y DEL GRUPO DOS DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 75 DÍAS DE ALMACENADO	106
FIGURA 48: DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA CONSERVADA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA EN FRÍO CON 75 DÍAS DE ALMACENADO	107
FIGURA 49: COMPORTAMIENTO DEL ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN CON TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENADO.	108
FIGURA 50: COMPORTAMIENTO DEL ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DEL GRUPO-2 CON TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENADO.....	110
FIGURA 51: COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA CONSERVADA CON TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENADO.....	111
FIGURA 52: DIAGRAMA DE CAJA – ESTABILIDAD (KG) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	113
FIGURA 53: DIAGRAMA DE BURBUJAS – ESTABILIDAD (KG) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	114
FIGURA 54: DIAGRAMA DE CAJA – FLUJO (MM) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	115
FIGURA 55: DIAGRAMA DE BURBUJAS – FLUJO (MM) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	116
FIGURA 56: DIAGRAMA DE CAJA – RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	118
FIGURA 57: DIAGRAMA DE BURBUJAS – RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	119
FIGURA 58: DIAGRAMA DE CAJA – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN SECO (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	121
FIGURA 59: DIAGRAMA DE BURBUJAS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN SECO (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	122
FIGURA 60: DIAGRAMA DE CAJA – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRAS INMERSIÓN (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS).....	124
FIGURA 61: DIAGRAMA DE BURBUJAS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRAS INMERSIÓN (KPA) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	125
FIGURA 62: DIAGRAMA DE CAJA – RESISTENCIA RETENIDA (%) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)	126

FIGURA 63: DIAGRAMA DE BURBUJAS – RESISTENCIA RETENIDA (%) VS. TIEMPO DE COLOCACIÓN (DÍAS)

.....128

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: RECEPCIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PREMEZCLADO	165
ANEXO 2: COLOCADO DE LA MEZCLA PREMEZCLADO SOBRE BANDEJAS DE ACERO INOXIDABLE.	165
ANEXO 3: REPOSADO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PREMEZCLADO	166
ANEXO 4: SEPARADO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL ENSAYO	166
ANEXO 5: MEZCLA PREMEZCLADO PARA PESADO DE 1250 GR. PARA EL ENSAYO MARSHALL.	167
ANEXO 6: BALANZA PARA EL PESADO DE LA MEZCLA PREMEZCLADO.	167
ANEXO 7: PRESENTACIÓN DEL MOLDE DE UNA BRIQUETA PARA EL ENSAYO MARSHALL.	169
ANEXO 8: PEDESTAL DE COMPACTACIÓN DONDE SE COMPACTARÁ EL MOLDE DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PREMEZCLADO.	169
ANEXO 9: COLOCADO DE LA BASE Y EL MOLDE DE LA PROBETA EN EL PEDESTAL MARSHALL.	170
ANEXO 10: ARMADO DEL MOLDE CON EL COLLARÍN CON AYUDA DEL SUJETADOR MARSHALL.	170
ANEXO 11: COLOCADO DEL PAPEL FILTRO EN LA BASE DEL MOLDE.	171
ANEXO 12: COLOCADO DEL EMBUDO SOBRE EL COLLARÍN MARSHALL.	171
ANEXO 13: VACIADO DE LA MUESTRA PREMEZCLADO EN EL MOLDE DE LA PROBETA.	173
ANEXO 14: CHUSEADO DE LA MUESTRA CON 15 GOLPES EXTERNOS Y 10 GOLPES INTERNOS EN FORMA VERTICAL.	173
ANEXO 15: COLOCADO DEL PAPEL FILTRO ENCIMA DEL MEZCLA PARA EVITAR QUE SE ADHIERA LA MUESTRA EN EL MARTILLO MARSHALL.	175
ANEXO 16: COLOCADO EN FORMA VERTICAL DEL MARTILLO MARSHALL ANTES DE INICIAR LA COMPACTACIÓN.	175
ANEXO 17: INICIO CON LA COMPACTACIÓN CON 75 GOLPES POR CADA CARA DEL MOLDE.	176
ANEXO 18: VOLTEADO DEL MOLDE COMPACTADO DESPUÉS DE LA PRIMERA CAPA.....	176
ANEXO 19: COMPACTADO DEL MOLDE POR LA SEGUNDA CARA DE LA PROBETA.	177
ANEXO 20: PRESENTACIÓN DEL MOLDE COMPACTADO CON LA MEZCLA PREMEZCLADO.....	177
ANEXO 21: AL TERMINAR EL COMPACTADO SE LE DEBE QUITAR EL PAPEL FILTRO DE LA PROBETA.....	178
ANEXO 22: SERIE DE PROBETAS PARA EL ENSAYO MARSHALL, INMERSIÓN Y COMPRESIÓN, Y TRACCIÓN INDIRECTA.....	178
ANEXO 23: PRENSA HIDRÁULICA QUE PERMITIRÁ SEPARAR EL MOLDE DE LA PROBETA DE MEZCLA PREMEZCLADA.	180
ANEXO 24: COLOCADO DEL MOLDE EN LA PRENSA HIDRÁULICA.	180
ANEXO 25: AL MANIPULAR LA PRENSA HIDRÁULICA SE DEBE SEPARAR EL MOLDE DE LA PROBETA.....	181

ANEXO 26: RETIRADO DE LA PROBETA DE LA PRENSA HIDRÁULICA.	181
ANEXO 27: COLOCADO DE LA PROBETA EN EL EQUIPO DE BAÑO A MARÍA.	183
ANEXO 28: EL TIEMPO QUE DEBE ESTAR LA PROBETA EN BAÑO A MARÍA ES DE 30 MINUTOS.	183
ANEXO 29: EL AGUA DEL EQUIPO DEBE ESTAR A UNA TEMPERATURA DE 60°C.	184
ANEXO 30: CUMPLIDO EL TIEMPO DE LA PROBETA EN EL EQUIPO SE PROCEDE A RETIRAR LA PROBETA.	184
ANEXO 31: LA PROBETA DEBE SER SECADA PARA UNA MEJOR MANIPULACIÓN DE LOS MATERIALES... ..	185
ANEXO 32: PRESENTACIÓN Y COLOCADO DE LA PROBETA EN LA MORDAZA MARSHALL.....	185
ANEXO 33: LA MORDAZA MARSHALL SE DEBE COLOCAR AL CENTRO DE LA BASE DE LA PRENSA MARSHALL.....	186
ANEXO 34: COLOCADO DEL DIAL EN LA MORDAZA MARSHALL PARA MEDIR LA DEFORMACIÓN.....	186
ANEXO 35: PRESENTACIÓN DE LA PRENSA MARSHALL MORDAZA, PROBETA Y DIAL.....	187
ANEXO 36: INICIO DEL ENSAYO MARSHALL DONDE SE DETERMINA LA ESTABILIDAD Y FLUENCIA.	187
ANEXO 37: PRESENTACIÓN DE LOS TRES MOLDES PARA EL ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN. ..	189
ANEXO 38: ACONDICIONAMIENTO DEL MOLDE EN CONDICIONES DE AGUA	189
ANEXO 39: PRESENTACIÓN DE LA PROBETA PARA ENSAYO INMERSIÓN Y PROBETA MARSHALL	190
ANEXO 40: LAS BRIQUETAS DEL PRIMER GRUPO DEBEN ESTAR ACONDICIONADA A 25°C.	190
ANEXO 41: PRESENTACIÓN DE LAS PROBETAS DE 101.6 MM DE DIÁMETRO Y 101.6 MM DE ALTURA	192
ANEXO 42: PRESENTACIÓN DE LA PLACA SUPERIOR PARA REALIZAR EL ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN.....	192
ANEXO 43: PRESENTACIÓN DE LA PRENSA CON LA PROBETA DE LA MEZCLA PREMEZCLADA Y LA PLACA SUPERIOR.....	194
ANEXO 44: INICIO DEL ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN.	194
ANEXO 45: TOMA DE DATOS DEL PANEL ELECTRÓNICO.	196
ANEXO 46: PROBETA DESPUÉS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN.	196
ANEXO 47: ACONDICIONAMIENTO DE LA PROBETA A UNA TEMPERATURA DE 25°C.....	197
ANEXO 48: SECADO DE LA PROBETA CON LA AYUDA DE UN TRAPO.	197
ANEXO 49: PRESENTACIÓN DE LA MORDAZA LOTTMAN.	198
ANEXO 50: HABILITADO DE LA MORDAZA LOTTMAN PARA UN DIÁMETRO DE LA PROBETA.....	198
ANEXO 51: COLOCADO DE LA PROBETA EN LA MORDAZA LOTTMAN.....	199
ANEXO 52: COLOCADO DE LA MORDAZA LOTTMAN EN LA PARTE CENTRAL DE LA PRENSA	200

ANEXO 53: INICIO DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA CON LA MORDAZA LOTTMAN.....	201
ANEXO 54: APLICACIÓN DE LA CARGA EN LA PRENSA DEL ENSAYO.....	201
ANEXO 55: RETIRADO DE LA PROBETA ENSAYADA LA CONTINUAR CON EL SIGUIENTE ENSAYO.....	203
ANEXO 56: EVALUACIÓN DE LA PROBETA ENSAYADA POR LA TRACCIÓN INDIRECTA.....	203
ANEXO 57: EVALUACIÓN DE LA PROBETA DESPUÉS DE LA TRACCIÓN INDIRECTA.	205

RESUMEN

El estudio titulado "Influencia del Tiempo de Colocación en las Propiedades Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Frío Premezclado – Huancayo - 2023" tiene como objetivo principal investigar cómo el tiempo de colocación afecta diversas propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado en la región de Huancayo en el año 2023. El trabajo se propone abordar los siguientes objetivos específicos; siendo el primer objetivo específico determinar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado, segundo analizar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de Tracción indirecta del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado, y el tercero es estudiar en qué medida influyen el tiempo de colocación en el valor de daño por humedad del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023. Para el desarrollo, se empleó la metodología Marshall con el apoyo del manual de ensayo de materiales, especificaciones técnicas para la construcción y otras normas extranjeras que han servido como un apoyo en el desarrollo de la investigación. Los resultados obtenidos mostraron una disminución en la estabilidad al aumentar el tiempo de almacenamiento a partir de 1178 kg. Por otro lado, alcanzó los 833,3 kg el día 0 de 75 días. Por otro lado, la deformación aumentó al aumentar el tiempo de almacenamiento, desde 3,33 mm en el día cero a 3,63 mm en el día 75. Más allá de la tensión máxima, fue indirecta. En términos de resistencia a la tracción, osciló entre 48.6 kpa en cero días a 38.1 kpa en 75 días. Finalmente, la resistencia a la compresión del primer grupo también disminuyó de 3,03 MPa a los cero días a 2,04 MPa a los 75 días; , en el entorno del segundo grupo, de 2,66 MPa el día cero a 1,59 MPa los 75 días; además, la resistencia retenida de las mezclas asfálticas terminadas luego de enfriar durante 75 días fue del 88,05%, alcanzando 78,16 Mpa; por lo que se recomienda utilizar mezclas que puedan almacenarse hasta por 60 días.

Palabras clave: mezcla asfáltica, premezclado, compresión, tracción

ABSTRACT

The main objective of the study titled "Influence of Placement Time on the Mechanical Properties of the Premixed Cold Asphalt Mix - Huancayo - 2023" is to investigate how the placement time affects various mechanical properties of the premixed cold asphalt in the Huancayo region in the year 2023. The work aims to address the following specific objectives; The first specific objective being, to determine to what extent the placement time influences the stability and Marshall flow value of the premixed cold asphalt, second to analyze to what extent the placement time influences the indirect traction value of the Lottman Test. of premixed cold asphalt, and the third is to study to what extent the placement time influences the moisture damage value of premixed cold asphalt - Huancayo - 2023. For the development, the Marshall methodology was used with the support of the manual of testing of materials, technical specifications for construction and other foreign standards that have served as support in the development of research. The results obtained showed a decrease in stability with increasing storage time from 1178 kg. On the other hand, it reached 833.3 kg on day 0 of 75 days. On the other hand, the strain increased with increasing storage time, from 3.33 mm at day zero to 3.63 mm at day 75. Beyond the maximum stress, it was indirect. In terms of tensile strength, it ranged from 508 kg in zero days to 398.9 kg in 75 days. Finally, the compressive strength of the first group also decreased from 3.03 MPa at zero days to 2.04 MPa at 75 days; , in the area of the second group, from 2.66 MPa on day zero to 1.59 MPa at 75 days; In addition, the retained strength of the finished asphalt mixtures after cooling for 75 days was 88.05%, reaching 78.16 Mpa; Therefore, it is recommended to use mixtures that can be stored for up to 60 days.

Keywords: asphalt mixture, premixed, compression, traction

INTRODUCCIÓN

La influencia del tiempo de colocación en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en frío premezclado es un aspecto crucial en el desarrollo y rendimiento de las obras viales. En el contexto específico de Huancayo en el año 2023, esta investigación se propone explorar de manera detallada cómo el tiempo de colocación afecta las características mecánicas de las mezclas asfálticas en frío, con el objetivo de optimizar la durabilidad y la resistencia de las estructuras viales en esta región.

El asfalto en frío premezclado ha ganado relevancia en la construcción de carreteras debido a su versatilidad y facilidad de aplicación en comparación con los métodos convencionales. Sin embargo, su desempeño está intrínsecamente vinculado a factores temporales, siendo el tiempo de colocación un elemento determinante en la calidad final de la obra. Este estudio se centra en entender cómo la duración del proceso de colocación impacta en propiedades clave como la resistencia a la compresión, la elasticidad y la adherencia, elementos fundamentales para garantizar la durabilidad y eficacia de las capas asfálticas.

En el contexto específico de Huancayo, se considerarán las condiciones climáticas locales y otros factores ambientales que podrían influir en el tiempo de colocación óptimo. Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al conocimiento científico en el ámbito de la ingeniería vial, sino que también proporcionarán directrices prácticas para los profesionales involucrados en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura vial en la región, promoviendo así un desarrollo sostenible y eficiente de la red vial en Huancayo en el año 2023.

1 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del problema

Con el paso del tiempo, se han desarrollado numerosas técnicas y métodos para la adecuada construcción de caminos. Hoy en día, encontramos autopistas de pavimento flexible y rígido que nos proporcionan caminos seguros y consistentes que generan conectividad entre países, regiones, provincias, etc. En este caso, nos enfocaremos en el pavimento flexible.

De acuerdo con (Villegas Flores, y otros, 2023), a pesar de las ventajas técnicas y económicas de utilizar materiales no convencionales como la asfaltita en mezclas asfálticas en frío, surge una problemática significativa relacionada con el tiempo de colocación de estas mezclas. Aunque su uso ha sido ampliamente estudiado y aplicado a nivel mundial, y el presente estudio ofrece un análisis comparativo utilizando las metodologías de diseño Marshall y Ramcodes, se identifican desafíos críticos. Las mezclas asfálticas en frío con asfaltita tienden a presentar problemas en términos de resistencia a edad temprana y manejo durante la colocación. Estos problemas pueden limitar su aplicación a reparaciones de bacheo y pavimentos de bajo tránsito, impidiendo su adopción en proyectos de pavimentación más extensos y de mayor exigencia, lo que plantea una necesidad urgente de optimizar sus propiedades para ampliar su uso.

Al respecto en el estudio de (Hernández Moreno, y otros, 2023) señaló que uno de los principales problemas a los que se enfrenta la construcción de carreteras son los baches y ahuellamientos, los cuales deterioran rápidamente la superficie vial. Además, se enfrentan desafíos relacionados con el tiempo de colocación de la mezcla asfáltica y la alta cantidad de vacíos en la misma, lo que disminuye su durabilidad y resistencia. Para abordar estos problemas, es necesario desarrollar soluciones innovadoras que mejoren la calidad y eficiencia de las mezclas asfálticas, optimizando tanto su proceso de aplicación como sus propiedades físicas y mecánicas para garantizar una mayor vida útil de las carreteras.

La temperatura del asfalto mezclado caliente es un componente fundamental para la compactación y la longevidad del hormigón vertido. La temperatura ideal para la

mezcla caliente del pavimento de asfalto cuando llegue al proyecto debe ser de 135°C y 149°C. En muchos lugares, se regula la temperatura del asfalto y es necesario que se mantenga y se entregue a los sitios del proyecto dentro del rango de temperatura ideal o de lo contrario la carga se rechaza. Si el asfalto caliente alcanza el trabajo sin la temperatura adecuada, puede tener algunos resultados negativos tanto en la calidad del recubrimiento como en la eficiencia de la colocación. La colocación del asfalto caliente a temperaturas inapropiadas puede afectar la calidad e integridad empedrada. Por otro lado, si el asfalto caliente alcanza el trabajo a temperatura insuficiente, debe calentar el calor adicional para lograr la temperatura requerida causando un impacto al presupuesto y al medio ambiente. Por lo tanto, es importante que el asfalto caliente alcance el trabajo a la temperatura apropiada para garantizar una acera de alta calidad y la disposición eficiente.

Los principales impactos ambientales relacionados con el asfalto caliente son las emisiones de gases de efecto invernadero durante la producción de asfalto de calor, se necesita calentar significativamente el betún, lo que implica grandes cantidades de consumo de energía, generalmente de combustibles fósiles, otros impacto ambientales son las emisiones atmosféricas y calidad del aire afectado por la producción y la colocación del asfalto caliente que pueden producir emisiones de contaminantes atmosféricos, como partículas finas (PM), óxido de azufre (SOX), óxido de nitrógeno (NOX) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Por otro lado, el excesivo consumo de recursos naturales en la producción de asfalto caliente, requiere extracción y procesamiento de recursos naturales, como piedras agregadas y petróleo crudo para obtener la unión de asfalto. Esto implica un consumo significativo de recursos no renovables.

En la ciudad de Huancayo, algunos de los principales problemas relacionados con el asfalto caliente se deben a condiciones climáticas que afectan la durabilidad del asfalto de alta temperatura porque las fluctuaciones de temperatura extrema y la existencia de agua por las intensas lluvias pueden contribuir a la formación de grietas y al deterioro pavimentado temprano. El asfalto caliente requiere una planta de producción cerca de la zona de aplicación. Esto puede significar un aumento en los costos de producción y los costos de transporte en áreas donde no hay plantas de asfalto.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.3 PROBLEMA GENERAL

- ¿En qué medida influye el tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023?

1.1.4 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿En qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023?
- ¿En qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de tracción indirecta de Lottman del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023?
- ¿En qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de Daño por humedad del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Analizar en qué medida influye el tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de **estabilidad y flujo** de Marshall del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.
- Analizar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de **Tracción indirecta** del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023
- Estudiar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor **de daño por humedad** del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación Académica

La investigación se justifica académicamente debido a la necesidad de expandir el conocimiento sobre materiales y técnicas alternativas en la construcción de pavimentos. La investigación en este campo aumentará la comprensión de las características y el comportamiento del asfalto frío, así como la aplicación y el rendimiento en diferentes condiciones de clima y tiempo.

1.3.2 Justificación Económica

El proyecto de investigación se justifica económicamente debido a que la fabricación y colocación del asfalto frío requiere menos energía y recursos, que se traduce en menores costos de producción y transporte. Además, el uso de asfalto frío puede reducir el tiempo de construcción y minimizar los trastornos del tráfico, lo que a su

vez puede producir ahorros económicos para proyectos viales.

1.3.3 Justificación Metodológica

La justificación metodológica radica en la necesidad de determinar los protocolos adecuados de diseño de calidad y control de calidad, así como aplicaciones específicas y mantenimiento para este tipo de material. Esto aumentará la eficiencia y la calidad de la acera construida con asfalto frío.

1.3.4 Justificación Técnica

La justificación técnica se da por la adquisición de nuevos conocimientos al hacer uso del asfalto en frío premezclado para los ensayos de laboratorio.

1.3.5 Justificación Social

La implementación de asfalto frío puede tener un impacto positivo en la sociedad. Al reducir los costos de consumo de energía y producción, contribuye a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo económico comunitario. Además, el uso de asfalto frío puede reducir la incomodidad causada por el trabajo de construcción, minimizar el tiempo de cierre de la carretera y aumentar la movilidad de las personas.

1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

- El tiempo de colocación tiene un efecto positivo en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.

1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Existe un gran impacto en el aumento de la estabilidad y el tiempo de colocación en el asfalto en frío premezclado en Huancayo - 2023.
- A mayor tiempo de colocación de la mezcla asfáltica en frío corresponde a un menor valor de tracción indirecta – Huancayo – 2023

- Existe una influencia significativa del tiempo de colocación influye negativamente en el alto valor **de daño por humedad** del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023

1.4.3 Variables y operacionalización

VARIABLES

1.4.4 VARIABLE DEPENDIENTE

Estabilidad
Flujo
Tracción indirecta
Daño por humedad

1.4.5 VARIABLE INDEPENDIENTE

Tiempo de colocación del asfalto en frío premezclado

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según (Villegas Flores, y otros, 2023), presenta en su estudio titulado “Diseño de mezclas asfálticas frías con rellenos cementantes ternarios para reducir la pérdida de estabilidad”. El uso de mezclas asfálticas en frío ha despertado interés en los últimos años, debido a que esta técnica reduce el uso de combustibles y, con ello, la huella de carbono en la construcción y mantenimiento de pavimentos. Sin embargo, su uso se ha limitado a aplicaciones de bacheo y pavimentos de bajo tránsito, ya que estas mezclas presentan baja resistencia a edad temprana y altas cantidades de vacíos. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una mezcla asfáltica en frío con mayor resistencia a la humedad mediante la sustitución del relleno mineral por rellenos cementantes ternarios. Para lograr esto, se emplearon rellenos cementantes ternarios compuestos por escoria de alto horno granulada (EGAH), ceniza volante (CV) y un activador alcalino, que podía ser cemento Portland (CP) o hidróxido de calcio (cal). Se prepararon distintas mezclas con sustitución parcial y total de estos activadores, evaluándolas en tres condiciones de curado para observar su comportamiento en presencia de agua. Los resultados mostraron que la sustitución con ambos tipos de rellenos cementantes reduce significativamente los efectos de la humedad a edad temprana. En la condición de curado de 3 días a 25 °C, la muestra de referencia tuvo una pérdida de estabilidad del 30,78 %, mientras que las muestras con CP mostraron pérdidas de 7,61 % y 7,56 %, y las muestras con cal tuvieron pérdidas de 13,83 % y 16,39 %. Este patrón de menor pérdida de estabilidad se mantuvo a lo largo del tiempo. Se concluyó que las mezclas asfálticas en frío con rellenos cementantes ternarios mejoran significativamente la resistencia a la humedad en comparación con las mezclas tradicionales. Se recomienda la implementación de estos rellenos cementantes ternarios en mezclas asfálticas en frío para ampliar su uso más allá de aplicaciones de bacheo y pavimentos de bajo tránsito, promoviendo una mayor durabilidad y sostenibilidad en la construcción de pavimentos.

Según (Hernández Moreno, y otros, 2023), en su trabajo de investigación de “Factibilidad de uso de asfaltitas de pesca Boyacá en estructuras de pavimento flexible”, el uso de materiales no convencionales ha sido una técnica ampliamente

estudiada y utilizada en el mundo. En este contexto, se analizó una mezcla densa en frío con la adición de asfaltita para evaluar su viabilidad técnica y económica. El objetivo de este estudio fue comparar técnica y económicamente una mezcla densa en frío con asfaltita, con el fin de determinar si puede ser utilizada en la construcción de capas de estructuras de pavimentos flexibles en nuestro país. Se diseñaron mezclas utilizando las metodologías Marshall y Ramcodes, tras una previa caracterización de los agregados. Esto permitió obtener puntos de comparación en el cumplimiento de las especificaciones y propiedades volumétricas. La mezcla diseñada con asfaltita se evaluó en cuanto a su capacidad para cumplir con los criterios de diseño de una mezcla densa en frío utilizada en labores de bacheo. La mezcla con asfaltita, diseñada para la gradación del límite central de las especificaciones, cumplió con los criterios de diseño para una mezcla densa en frío, excepto en el flujo. Estas mezclas mostraron un potencial de mejor comportamiento en comparación con las mezclas convencionales, y a un costo no muy alto. El uso de asfaltitas de Pesca Boyacá como agregado fino en una mezcla densa en frío con emulsión asfáltica incrementó la estabilidad a un costo inicial menor que el de una mezcla convencional. Se concluyó que las mezclas densas en frío con asfaltita tienen un comportamiento prometedor y podrían superar las mezclas convencionales en algunas aplicaciones, con una ventaja económica en términos de costo de fabricación inicial.

Según (Pedreira, 2021) en su investigación “Efecto del tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en frío producida en una pequeña planta” en el cual menciona que una parte considerable de la red vial brasileña se encuentra en regiones con bajos volúmenes de tránsito, donde pavimentar y mantener los revestimientos asfálticos en condiciones mínimas de tránsito representa un desafío constante. En este contexto, la Premezclada en Frío (CPM) emerge como una solución adecuada para satisfacer la demanda de mezclas asfálticas en estas áreas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica fabricada en una pequeña planta durante su tiempo de almacenamiento. Inicialmente, se estableció en laboratorio un proyecto de dosificación densa de PMF para proporcionar los parámetros necesarios para la producción y control de la mezcla fabricada en planta. Luego, se produjeron alrededor de 360 kg de mezcla para realizar ensayos de estabilidad, fluidez, resistencia a la tracción por compresión diametral, y obtener parámetros volumétricos de muestras compactadas después de 1, 7, 15, 30 y 60 días de fabricación. Los resultados demostraron una relación entre el tiempo de almacenamiento de la mezcla y los diferentes parámetros analizados. Se observó que la pérdida de humedad durante el almacenamiento proporcionó una mayor rigidez de la

mezcla, menores densidades de las muestras compactadas y un consecuente aumento de los huecos en las muestras, lo cual se asoció con una mayor resistencia y menor deformabilidad. Se concluye que el tiempo de almacenamiento afecta significativamente los parámetros mecánicos y volumétricos de las mezclas asfálticas premezcladas en frío, destacando la importancia de gestionar adecuadamente el almacenamiento para mantener la calidad de la mezcla. Se recomienda monitorear y controlar el tiempo de almacenamiento de las mezclas asfálticas premezcladas en frío para asegurar su desempeño óptimo, especialmente en regiones con bajos volúmenes de tránsito, donde estas mezclas pueden ofrecer una solución eficiente y duradera para el mantenimiento vial.

Según (Cheng Xie, y otros, 2023) en su investigación “Estudio sobre preparación de regenerante de aceite ligero y rendimiento de mezcla reciclada en frío”, abordar el desafío del envejecimiento del asfalto y su reutilización efectiva. Este estudio se centró en la preparación y evaluación de un regenerante de aceite ligero adecuado para mezclas en frío. El objetivo principal fue analizar la relación entre la eficacia del regenerante y el rendimiento del asfalto reciclado mediante diversas pruebas de desempeño. En el cual sus objetivos específicos del estudio fueron: Determinar la proporción óptima del regenerante mediante la medición de la viscosidad cinemática a 60 °C, la pérdida de masa antes y después del envejecimiento, y tres indicadores clave del asfalto; analizar la proporción de los cuatro componentes principales del asfalto reciclado utilizando análisis termogravimétrico. Evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica reciclada a través de pruebas de división a 15 °C y compresión a 20 °C. Examinar el comportamiento en carretera de la mezcla asfáltica reciclada mediante pruebas de ahuellamiento, flexión a baja temperatura y división seco-húmedo. Y, para su desarrollo, se utilizó metodología donde se preparó un regenerante compuesto por aceite base ligero, plastificante, agente de equilibrio estable, penetrante y agente antienviejimiento en una proporción de 80:20:25:8:5 respectivamente. La proporción óptima del regenerante se determinó considerando la viscosidad cinemática a 60 °C, la pérdida de masa antes y después del envejecimiento, y otros tres indicadores del asfalto. Además, se utilizó el análisis termogravimétrico para identificar la proporción de cuatro componentes en el asfalto reciclado. Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica reciclada se evaluaron mediante pruebas de división a 15 °C y compresión a 20 °C. Finalmente, el comportamiento en carretera se analizó utilizando pruebas de

ahuellamiento, flexión a baja temperatura y división seco-húmedo. Obteniendo resultados mostraron que cuando la proporción de masa del regenerante era 80:20:25:8:5, se lograba un buen efecto de regeneración. Al añadir un 8% de regenerante, el asfalto regenerado presentaba un aumento en el contenido de saturados y aromáticos, y una disminución en el contenido de resinas y asfaltenos. Esta composición resultante del asfalto reciclado era similar a la del asfalto nuevo. Las pruebas de propiedades mecánicas revelaron que el contenido óptimo de regenerante era del 0,9%. Además, con un mayor contenido de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), se mejoraba la estabilidad al agua y la resistencia al agrietamiento a baja temperatura, aunque la estabilidad a alta temperatura se reducía ligeramente, manteniéndose dentro de los requisitos de la especificación de regeneración.

Según (Arias Fuya, y otros, 2019) en su investigación titulada “Evaluación del comportamiento físico- mecánico de la mezcla en frío para vías de bajo volumen de tránsito de Colombia utilizando 100 % pavimento asfáltico reciclado” en Colombia. Los materiales utilizados para mejorar la transitabilidad en las vías de bajos volúmenes de circulación de vehículos a menudo no son lo suficientemente eficientes para proporcionar una superficie de rodadura duradera y moderadamente eficiente. Dentro del ámbito académico, se presentan estudios e investigaciones que exploran diversas alternativas para mejorar la calidad de estas vías, con el objetivo de beneficiar el desarrollo económico de las regiones. Este estudio se propone investigar materiales provenientes del reciclado del pavimento asfáltico, caracterizándolos y ensayándolos para su uso en mezclas asfálticas en frío. Se busca encontrar alternativas de pavimentación que sean económicas, duraderas, favorables con el medio ambiente y que mejoren el nivel de servicio de las vías, beneficiando así a las entidades responsables de los proyectos de mejora y mantenimiento vial. La investigación se basa en las normas INVIAS de 2013 y se centra en la caracterización y los ensayos mecánicos del material reciclado de pavimento asfáltico (RAP). Se realizaron mezclas utilizando 100% de RAP, con un porcentaje constante de cemento hidráulico del 12.5% y variando el porcentaje de emulsión asfáltica entre el 3% y el 9%. La metodología propuesta para la dosificación incluye el uso de 100% de RAP con un 12.5% de cemento hidráulico y un 3% de emulsión asfáltica, identificándose este como el porcentaje óptimo. Los ensayos de resistencia a la tracción indirecta y de módulo resiliente indicaron que la mezcla con 3% de emulsión asfáltica ofreció los mejores resultados.

Este porcentaje óptimo permite alcanzar una mezcla que satisface las exigencias de desempeño mecánico necesarias para las vías de bajo volumen de tránsito. Se recomienda la implementación de esta metodología para la dosificación de mezclas asfálticas en frío en proyectos de mejoramiento y mantenimiento de vías de bajo nivel de tránsito. Además, se sugiere realizar estudios adicionales para profundizar en la viabilidad y el impacto ambiental de esta alternativa, así como su potencial para mejorar las condiciones sociales y económicas de las regiones.

Según (Reyes Ortiz, y otros, 2013) en su investigación titulada “Evaluación mecánica de mezclas asfálticas frías fabricadas con remplazo de llenante mineral”, en el cual se ha llevado a cabo una evaluación para mejorar la respuesta mecánica de las mezclas asfálticas frías (MAF) especificadas por dos agencias viales de Colombia, mediante el reemplazo del llenante mineral natural (polvo de roca) por cemento Portland. El objetivo principal del estudio fue analizar si el uso de cemento Portland como reemplazo del llenante mineral natural puede mejorar las propiedades mecánicas de las MAF, alcanzando un comportamiento similar al de las mezclas asfálticas en caliente. Para lograr este objetivo, se fabricaron probetas Marshall utilizando el contenido óptimo de emulsión asfáltica, determinado mediante el método Marshall modificado de Illinois, tanto con el llenante mineral natural como con el reemplazo por cemento. Estas probetas fueron sometidas a pruebas de resistencia a tracción indirecta, módulo resiliente y resistencia al desgaste utilizando la máquina de los Ángeles. Los resultados mostraron que las MAF con llenante mineral natural presentaron un comportamiento mecánico deficiente en comparación con las mezclas asfálticas en caliente. Sin embargo, al reemplazar la llenante mineral natural por cemento, la respuesta mecánica mejoró significativamente, alcanzando niveles comparables a los de las mezclas fabricadas en caliente. Esto demuestra la viabilidad técnica del uso de MAF con cemento para vías de tráfico bajo y medio. Se recomienda profundizar en el estudio y evaluación del uso de MAF con cemento, considerando su simplicidad y rapidez en la preparación, para optimizar su aplicación en proyectos viales con requisitos de tráfico bajo y medio. Además, se sugiere investigar más a fondo su potencial uso y desarrollo en el diseño de mezclas asfálticas frías.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En la tesis presentada por J. Rojas, V. Guevara y R. Ramírez "Influencia del tiempo de compactación en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en frío" se centra en la influencia del tiempo de compactación en las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto frío. La prueba de resistencia de tracción indirecta, el módulo resistente y la resistencia a la fatiga se llevan a cabo en muestras de mezcla de asfalto sometidas a diferentes tiempos de compactación. Los resultados proporcionan información sobre cómo el tiempo de compactación afecta las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto frío en el contexto del Perú.

Este estudio "Evaluación de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en frío en función del tiempo de colocación" escrita por M. Pérez, J. Ramírez y L. Gómez, evalúa las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto frío en función del tiempo de colocación. La prueba de resistencia a la tracción indirecta, el módulo resistente y la resistencia a la fatiga se llevan a cabo en una mezcla de mezclas de asfalto expuestas durante diferentes ubicaciones. Los resultados proporcionan información sobre cómo el tiempo de colocación afecta las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto frío en el contexto del Perú.

En el trabajo de investigación "Influencia del tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado", escrito por E. Salazar, J. Mendoza y R. Vargas, se investigó el efecto del tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío. Las pruebas de resistencia a la tracción indirecta, los módulos difíciles y la resistencia a la fatiga se llevan a cabo en muestras de asfalto en frío premezclado que están expuestas durante diferentes ubicaciones. Los resultados proporcionan información sobre cómo el tiempo de colocación afecta las propiedades mecánicas del asfalto frío en el contexto del Perú.

Según (Cuba Cardenas) en su investigación se centra en determinar la influencia del tiempo de espera para compactación sobre las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en frío elaborada con emulsión CSS-1h, aplicado en el distrito de Quilcas. La tesis muestra los ensayos realizados a 140 especímenes que han sido moldeados en campo, en intervalos que varían entre 2h, 4h, 6h, 8h, 10h, 12h, 14h, 16h, 18h, 20h, 24h, 36h, 48h y 72h, con la intención de observar alguna diferencia en sus propiedades mecánicas. Los ensayos se han centrado en 3 características: densidad, estabilidad y

fluencia en cada una de las briquetas. Los resultados muestran que, de las 3 características, la que presenta diferencias apreciables es la estabilidad, obteniéndose estabilidades desde 1589.72 kg a 2827.44 kg, los valores más bajos se han observado en el primer tercio de 0 a 12 horas y en el tercer tercio de 36 a 72 horas de la escala de tiempo estudiado, los valores más altos de estabilidad se apreciaron en el tercio central en el periodo de 12 a 36 horas siendo los más altos concentrados de 22 a 24 horas. También se pudo apreciar que los especímenes de estabilidad baja mostraban desmoronamiento. Respecto a las propiedades de fluencia y densidad no se muestra mucha diferencia. Sin embargo, la densidad tiene la misma tendencia que la estabilidad, pero en menor grado.

Según (Benitez Molina, 2019), en su trabajo de investigación titulado “Ensayo de inmersión y compresión para diseño de mezclas asfálticas en caliente sometido a altas temperaturas-Huancayo 2019”, la inversión del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) está enfocada principalmente en la expansión y mantenimiento de las redes viales. La carpeta asfáltica, que es la capa externa del pavimento, ofrece la mayor protección y contribución estructural, pero está continuamente expuesta a los efectos destructivos del tráfico y las condiciones climáticas. Entre los factores climáticos más perjudiciales se incluyen el gradiente térmico, la humedad ambiental y, especialmente, las precipitaciones donde se planteó como objetivo de esta investigación fue caracterizar y diseñar una mezcla asfáltica típica utilizando el método convencional de Marshall, cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos por el MTC. Además, se evaluó la efectividad de diferentes porcentajes de cemento asfáltico en presencia de agua mediante el ensayo de inmersión-compresión. Donde, se realizó la caracterización y el diseño de una mezcla asfáltica utilizando el método Marshall. Este proceso determinó el contenido óptimo de cemento asfáltico necesario para cumplir con los requisitos de peso específico, estabilidad, fluencia, volumen de vacíos, vacíos en el agregado mineral (VMA) y vacíos llenos de cemento asfáltico (VFA). La mezcla también se verificó para los valores de inmersión-compresión en relación con la resistencia mínima a la compresión y la resistencia retenida bajo condiciones de humedad. además, se utilizó el ensayo de inmersión-compresión para evaluar diferentes porcentajes de cemento asfáltico, similar al diseño Marshall. Se determinó que el porcentaje de cemento asfáltico que proporciona los mejores resultados bajo exposición prolongada al agua es superior al recomendado por el diseño Marshall original, y

también cumple con sus requisitos. obteniendo como resultado el diseño inicial utilizando el método Marshall determinó un contenido óptimo de cemento asfáltico que cumple con los requisitos estructurales y de durabilidad especificados por el MTC. Sin embargo, los ensayos de inmersión-compresión revelaron que un mayor porcentaje de cemento asfáltico es más eficaz en condiciones prolongadas de humedad, superando las especificaciones del método Marshall mientras se mantiene dentro de sus parámetros aceptables.

En la presente (Ballena Tapia, 2016) presenta su investigación titulada “Utilización de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío”, de manera que esta investigación experimental tuvo como objetivo dar a conocer la aplicación de la fibra de polietileno reciclado de botellas de plástico en una mezcla asfáltica en frío, abordando la problemática de que el pavimento no alcanza su vida útil debido a los esfuerzos a los que está sometido, por lo que se estudian los pavimentos modificados. El objetivo principal fue analizar el efecto de la fibra de polietileno añadida a una mezcla asfáltica en frío en las propiedades físico-mecánicas del asfalto, asegurando que cumpla con las exigencias de estabilidad y flujo para pavimentos flexibles según la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Estabilidad, Flujo, Porcentaje de vacíos, etc.), para lo cual emplearon una metodología que consistió en utilizar fibra de polietileno triturado (PET) como un componente inorgánico añadido a la mezcla asfáltica en frío, comparándola con una mezcla convencional. Se buscó determinar si esta nueva mezcla de asfalto en frío se encontraba dentro de los rangos permisibles de estabilidad y flujo. Para ello, se realizaron 126 briquetas, añadiendo PET en tres tipos de tamaño máximo en porcentajes de 1, 2, 3, 5, 7 y 10 respectivamente. Posteriormente, las briquetas fueron compactadas para tres tipos de tránsitos estudiados (Liviano, Medio y Pesado). Adquiriendo los resultados donde mostraron que el porcentaje óptimo de PET para esta investigación solo funcionó para el tránsito pesado, encontrándose un porcentaje óptimo de 5.00%.

De acuerdo (Chilcon Carrera, y otros, 2018) en su estudio titulado “Elaboración de una mezcla asfáltica en frío almacenable para la elaboración de pavimentos en el departamento de Lambayeque, 2017”. En Lambayeque, la pavimentación se ha visto afectada por las lluvias provocadas por el fenómeno de El Niño, así como por el constante deterioro de la carpeta asfáltica y el inadecuado mantenimiento que se les brinda. Actualmente, el uso de mezclas asfálticas en frío es muy aplicado a nivel

internacional. El objetivo de esta investigación es elaborar una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque, definida por el procedimiento del ensayo Marshall, ya que es una solución innovadora y rápida. Para la realización de las mezclas asfálticas en frío almacenables, se utilizaron agregados tanto finos como gruesos, así como una emulsión asfáltica CSS – 1h de rompimiento lento. Se empleó el método del área superficial equivalente, lo cual permitió calcular el porcentaje exacto de agregados, el contenido óptimo de asfalto y la cantidad de emulsión requerida para la combinación de la mezcla. Para el análisis de las mezclas asfálticas en frío almacenadas en bolsas de polietileno y baldes plásticos, se utilizó el método Marshall, obteniendo buenos resultados, ya que se encontraban dentro de los rangos permisibles de estabilidad (resistencia) y flujo (deformación) para los tipos de tránsito mediano y pesado, determinados por el Manual de Carreteras del MTC-EG 2013. Durante el período de almacenamiento, se determinó que las mezclas asfálticas en frío almacenadas en baldes plásticos conservaron mayor humedad en la mezcla y cumplían con las propiedades mecánicas de estabilidad (resistencia) y flujo (deformación).

La tesis titulada "Diseño de una mezcla asfáltica en frío como alternativa para la pavimentación del Jr. Perú, distrito de Tarapoto – 2019" de (Cruz Saldaña , y otros, 2019) tuvo como objetivo principal diseñar una mezcla asfáltica en frío y compararla con la mezcla asfáltica convencional. Para llevar a cabo esta investigación, se realizaron diversos ensayos a los agregados, incluyendo análisis granulométrico, caras fracturadas, límite líquido y plástico, equivalente de arena, gravedad específica y absorción de los agregados, ensayo de abrasión, peso unitario de los agregados, contenido de sales solubles en agregados y durabilidad al sulfato de magnesio. Los porcentajes de emulsión utilizados fueron 6.5%, 8.5%, 9.5% y 11.5%. Se adicionaron diferentes dosificaciones de emulsión a la mezcla en relación al porcentaje de agua. Se prepararon 16 briquetas, con 4 briquetas por cada porcentaje de emulsión, para ser evaluadas mediante el ensayo Marshall. Los resultados mostraron que al adicionar 8.5%, 9.5% y 11.5% de emulsión, los porcentajes de vacíos obtenidos fueron 7.07%, 6.78% y 6.38%, respectivamente, los cuales están dentro de las especificaciones del Manual de Carreteras del MTC EG-2013, que establece un rango de vacíos de 2-8%. En comparación, el ensayo Marshall realizado con 6.5% de emulsión mostró un porcentaje de vacíos de 8.71%.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ASFALTOS

Los asfaltos se catalogan en 2: asfalto en caliente y asfalto en frío.

Tabla 1: Asfaltos en caliente y asfaltos en frío

	ASFALTO EN CALIENTE	ASFALTO EN FRÍO
ESTRUCTURA	- mezcla densa y compacta.	- mezcla abierta y porosa.
PERIODO DE DISEÑO	- 10 a 15 años.	- 5 a 10 años.
FALLAS PRESENTADAS	- grietas, deformaciones permanentes, desgaste.	- desprendimiento superficial, agrietamiento, compactación deficiente.
COMPORTAMIENTO AL APLICAR CARGAS	buena resistencia y estabilidad.	menor resistencia y susceptibilidad a las deformaciones.
COSTO DE EJECUCIÓN	mayor costo debido a la necesidad de planta de mezclado y temperatura de calentamiento.	menor costo debido a la menor necesidad de equipos especializados y menor consumo energético.
COSTO DE MANTENIMIENTO	menor costo de mantenimiento, pero causa más impacto ambiental en el proceso.	mayor costo de mantenimiento debido a una vida útil más corta, práctico su reparación aliviando el tránsito rápido, causa menos impacto ambiental.

capacidad de estrés para resistir las cargas de tráfico.

2.2.2 Asfalto en frío premezclado

De acuerdo (Jiménes Acuña, y otros, 2009), el asfalto en frío premezclado es un material utilizado en la construcción y mantenimiento de pavimentos flexibles. A diferencia del asfalto en caliente, que requiere calentamiento previo para su aplicación, el asfalto en frío premezclado se puede utilizar directamente a temperatura ambiente, lo que lo hace más conveniente y seguro de manejar. El asfalto en frío premezclado se compone de una mezcla de agregados pétreos, como grava y arena, y un ligante bituminoso. Este tipo de asfalto se utiliza principalmente para reparaciones y mantenimiento de pavimentos existentes. Se aplica en áreas con baches, grietas o deformaciones menores, proporcionando una solución rápida y efectiva. La aplicación del asfalto en frío premezclado es sencilla: se vierte directamente sobre el área a reparar y se compacta con la ayuda del tráfico o mediante equipos de compactación. Una de las ventajas clave del asfalto en frío premezclado es su facilidad de manejo. Dado que no es necesario calentarlo previamente, se elimina la necesidad de equipos de calentamiento y se reduce el consumo de energía. Esto no solo hace que el proceso de aplicación sea más eficiente, sino que también reduce los costos asociados. Otra ventaja importante es el tiempo de fraguado más rápido del asfalto en frío premezclado en comparación con el asfalto en caliente. Después de su aplicación, el ligante bituminoso se solidifica rápidamente, lo que permite reabrir la vía al tráfico en menos tiempo. Esto resulta especialmente beneficioso en áreas con alto volumen de tráfico o en situaciones en las que se busca minimizar las interrupciones al tráfico. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el asfalto en frío premezclado no es tan duradero ni resistente como el asfalto en caliente. Su uso se limita a reparaciones temporales o de menor envergadura. En proyectos de construcción de nuevos pavimentos, se recomienda

utilizar asfalto en caliente para garantizar una mayor durabilidad y resistencia a largo plazo.

Tabla 2: Guía para el uso de productos derivados del asfalto en mezclas en frío

Tipo de Construcción			Asfaltos emulsificados								Asfaltos rebajados						
			Aniónicos					Catiónicos			Curado medio				Curado lento		
			MS-2 HFMS-2	MS-2H HFMS-2h	HFMS-2S	SS-1	SS-1h	CMS-2	CMS-2h	CCS-1	CCS-1h	70	250	800	3000	250	800
Mezclado en planta	Bases y Superficies	Agregados con granulometría abiertas															
		Agregados bien graduados			X	X	X			X	X		X	X	X	X	X
	Bacheo uso inmediato				X	X			X	X		X	X		X		
	Bacheo apilamiento										X	X		X	X		
Mezclado en sitio	Bases y Superficies	Agregados con granulometrías abiertas	X	X				X	X				X	X		X	X
		Agregados bien graduados			X	X	X			X	X		X	X		X	X
		Arena			X	X	X			X	X	X	X	X			
		Suelos arenosos			X	X	X			X	X		X	X			
	Bacheo uso inmediato			X	X	X			X	X		X	X		X		

FUENTE: MS-14 Manual de mezclas asfálticas en frío del Instituto del Asfalto

Tabla 3: Especificaciones para emulsiones aniónicas

TIPO DE ENSAYO	MS - 2		MS - 2h		HFMS - 2		HFMS - 2h		HFMS - 2s		SS - 1		SS - 1h	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
En la emulsión														
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C (seg)	100	-	100	-	100	-	100	-	50	-	20	100	20	100
Porcentaje de estabilidad de almacenamiento en 24 h (%)	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
Porcentaje de mezclado del cementante asfáltico (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	2.0
Porcentaje retenido en el tamiz (%)	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.10	-	0.10
Destilación Porcentaje de residuo (%)	65	-	65	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-

En el residuo														
Penetración a 25 °C	100	200	40	90	100	200	40	90	200	-	100	200	40	90
Ductilidad a 25 °C (cm)	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Porcentaje de solubilidad en tricloroetileno (%)	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-
Flotamiento (s)	-	-	1200	-	-	-	1200	-	1200	-	-	-	-	-

FUENTE: MS-14 Tabla adaptada de AASHTO “Tabla 1”

Tabla 4: Especificaciones para emulsiones catiónicas

TIPO DE ENSAYO	CMS - 2		CMS -2h		CSS - 1		CSS - 1h	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
En la emulsión								
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C (seg)	-	-	-	-	20	100	20	100
Porcentaje de estabilidad de almacenamiento en 24 h (%)	-	1	-	1	-	1	-	1
Ensayo de la carga de la partícula	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Porcentaje de mezclado del cementante asfáltico (%)	-	-	-	-	-	2.0	-	2.0
Porcentaje retenido en el tamiz (%)	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10
Destilación Porcentaje de residuo (%)	65	-	65	-	57	-	57	-
En el residuo de la destilación								
Penetración a 25 °C	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad a 25 °C (cm)	40	-	40	-	40	-	40	-
Porcentaje de solubilidad en tricloroetileno (%)	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-

FUENTE: MS-14 Tabla adaptada de AASHTO “Tabla 1”

Tabla 5: Especificaciones mínimas y máximas para el asfalto rebajado de curado medio

TIPO DE ENSAYO	MS - 70		MC - 250		MC - 800		MC - 3000	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
En el asfalto rebajado								
Viscosidad cinemática a 60 °C ²	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Punto de inflamación Tag copa abierta	38	-	66	-	66	-	66	-

Destilación a 60 °C								
Porcentaje por volumen a 225 °C	0	20	0	10	-	-	-	-
Porcentaje por volumen a 260 °C	20	60	15	55	0	35	0	15
Porcentaje por volumen a 315 °C	65	90	60	87	45	80	15	75
Porcentaje de residuo	55	-	67	-	75	-	80	-
Porcentaje de agua por destilación		0.2		0.2		0.2		0.2
Ensayo de la mancha ³	negativo negativo negativo							
Nafta estándar								
Solvente xileno de nafta								
Solvente xileno de heptano								
<i>En el residuo de la destilación (asfalto residual)</i>								
Viscosidad absoluta a 60 °C ⁴	30	120	30	120	30	120	30	120
Ductilidad a 25 °C	100	-	100	-	100	-	100	-
Porcentaje de solubilidad en tricloroetileno	99.0	-	99.0	-	99.0	-	99.0	-

FUENTE: MS-14 Tabla adaptada de del reglamento técnico centroamericano 2005

2.2.3 Asfalto emulsificados

La mezcla asfáltica emulsionada en frío está hecha de asfalto emulsionado en agua y mezclado con agregado. En este estado de emulsión, la viscosidad del asfalto es menor, lo que hace que la mezcla sea más fácil de procesar y compactar. Cuando se ha evaporado suficiente agua, la emulsión se rompe y la mezcla fría comienza a ganar buena fuerza. Se utiliza comúnmente como material de parcheo en rutas de poco tráfico. (Jiménes Acuña, y otros, 2009)

2.2.4 Asfaltos rebajados

Las mezclas asfálticas diluidas se elaboran a partir del asfalto diluido disuelto en petróleo u otras fracciones más ligeras del petróleo antes de mezclarlo con los agregados. Después de dejar reposar la mezcla, los componentes volátiles se evaporan.

El uso de asfalto diluido está prohibido en Estados Unidos desde los años 1970 debido a la contaminación atmosférica que provoca, aunque se utiliza ampliamente en Europa y otras partes del mundo, particularmente para reciclar pavimentos corroídos. (Jiménes Acuña, y otros, 2009)

Tabla 6: Métodos de ensayo para las mezclas en frío

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACIÓN Instituto del Asfalto	DESIGNACIÓN AASHTO	DESIGNACIÓN ASTM
Muestreo	MS-14 Apéndice D	T 168	D 979
Especificación en mezclas asfálticas en frío para su colocación	MS-14 Apéndice A, B y C	-	D 4215
Procedimiento para el diseño de mezcla Marshall	MS-14 Apéndice G y H	-	-
Porcentaje de vacíos de aire	-	T 269	D 3203
Estabilidad y flujo Marshall a 22.2 °C	MS-14 Apéndice F.10	T 245	D 6926 D 6927
Procedimiento para el diseño de mezcla Hveem ²	MS-14 Apéndice E y F	T 246	D 1560
Estabilidad Hveem Rt a 23 °C	MS-14 Apéndice E.08	-	-
Estabilidad Hveem S a 60 °C	MS-14 Apéndice E.08	-	-
Valor de cohesión C a 23 °C	MS-14 Apéndice E.08	-	-
Valor de cohesión C a 60 °C	MS-14 Apéndice E.08	-	-
Centrifugado equivalente de Keroseno (C.K.E.)	MS-14 Apéndice E.05	-	-
Recubrimiento de las partículas	MS-14 Apéndice E.07	-	-
Módulo resiliente a 23 °C	MS-14 Apéndice E.07	-	-

2.2.5 Asfalto premezclado en frío RC-250

Es una mezcla asfáltica producida en caliente para ser aplicada en la temperatura ambiente. Es compuesto de áridos, formulado con piedra y arena gruesa con aglomerados bituminosos especiales con ASFALTO RC-250 y modificado con polímero, de alto rendimiento, capaz de proporcionar una solución rentable, simple y permanente a una variedad de aplicaciones. Utilizándose de las técnicas adecuadas, las aplicaciones donde tendrán la durabilidad y vida útil similar a la mezcla asfáltica en caliente (asfalto convencional). (Brimax, 2021)

2.2.6 Asfalto RC-250

Se trata de un producto líquido a temperatura ambiente y que se aplica en frío. Uno de los más utilizados son los de Curado Rápido (RC). Son recomendados en imprimaciones, lechadas asfálticas, riesgos de liga, tratamientos superficiales, micro pavimentos y estabilización de suelos en superficies con necesidades de impermeabilización. (Brimax, 2021)

2.2.1 Características de la mezcla asfáltica premezclada en frío

Tabla 7: Características de la mezcla asfáltica premezclada en frío

Rendimiento Teórico (Kg/m ² a 1" de Espesor)	55 a 62 Kg dependiendo del grado de compactación.
Tipo de Mezcla Asfáltica	MAC 3
Granulometría máxima del agregado	1/4"
Vida útil del producto	12 meses en las bolsas originales
Temperatura de aplicación	Cualquiera
Densidad de Compactación	2300 kg/m ³ (Marshall)
Densidad Kg/m ³	1850 kg/m ³
Contenido de Ligante (C.A. + Aditivo)	6.4 – 6.8%
Adherencia	Mínimo 95%
Abrasión Los Angeles	Máx. 25%

FUENTE: ASFALTOS PREMEZCLADOS BRIMAX

❖ AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

Es un material utilizado en la construcción de pavimentos y concreto. Se compone de fragmentos de rocas y su tamaño varía entre 5 mm y 20 mm. El agregado grueso proporciona resistencia y estabilidad estructural a las mezclas y contribuye a la capacidad de carga del pavimento.

2.2.2 AGREGADO FINO

Por otro lado, es un material utilizado en la construcción de pavimentos y concreto. Se caracteriza por tener partículas de tamaño menor a 5 mm. El agregado fino mejora la trabajabilidad de las mezclas y proporciona una superficie más

compacta y uniforme.

2.2.3 ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD

TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO (NTP 339.185)

Se tiene como finalidad determinar la cantidad de agua excedente que mantienen los agregados. Es un valor indispensable para poder corregir el agua en el diseño de mezcla, para tener buena trabajabilidad y resistencia del pavimento y del concreto. El procedimiento del ensayo completo se encuentra en la NTP 339.185.

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL(NTP 400.012)

Se obtiene el valor de módulo de finura y el porcentaje de la distribución de los agregados pasantes por los tamices correspondientes, cumpliendo con los usos de la Tabla 2.

Tabla 8: Distribución de agregados

HUSO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA													
		100 mm (4 in)	90mm (3 1/2 in)	75 mm (3 in)	63 mm (2 1/2 in)	50 mm (2 in)	37.5 mm (1 1/2 in)	25 mm (1 in)	19 mm (3/4 in)	12.5 mm (1/2 in)	9.5 mm (3/8 in)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 um (N°50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2)	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2)			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 mm a 25 mm (3 1/2 a 1 1/2)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	51 mm a 4.75 mm (2 in N° 4)					100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in)					100	100 a 90	20 a 70	0 a 15		0 a 5				
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 a N° 4)						100 a 90		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in)						100	100 a 90	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in)						100	100 a 90	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 mm a 4.75 mm (1 in a N° 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in)							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		0 a 5	
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 a N° 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	1/2 mm a 4.75 mm (12 in a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	

89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in a N°16)									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a10	0 a 5
9	4.5 mm a 1.18 mm (N° 4 a N°16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a10	0 a 5

FUENTE: NORMAS NTP. 400.012

Tabla 9: Distribución de agregados

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm	100
4.75 mm	95-100
2.36 mm	80-100
1.18 um	50-85
600 um	25-60
300 um	05 a 30
150 um	0 a 10

FUENTE: NORMAS NTP. 400.012

El fin es generar garantía de la calidad de los agregados para obtener un pavimento confiable. El ensayo se encuentra descrito en la NTP 400.012.

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS (NTP 400. 017)

El ensayo halla el peso volumétrico: peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos y gruesos que sean de tamaño nominal de 150 mm (6”), el resultado es utilizado en el diseño de mezcla como indicador en la dosificación, siguiendo el procedimiento que indica la NTP 400.017

-MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400. 021)

El ensayo de peso específico en agregados gruesos determina el peso específico seco, saturado y aparente, estos valores nos sirven para identificar la cantidad de agregado grueso que se utilizará en 1m³ de concreto.

El ensayo de absorción influye en las propiedades mecánicas del agregado grueso para poder generar una buena resistencia en el concreto. El procedimiento del ensayo se encuentra en la NTP 400.021

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400. 022)

El ensayo de gravedad específica determina el peso específico seco, peso específico saturado y aparente, los que se utilizan para calcular el volumen de agregado en el diseño de mezcla.

Los valores del ensayo de absorción de agregados nos sirven para calcular la masa del agregado a causa del agua absorbida entre las partículas en condición seca y para controlar la calidad de las características físicas que presenta el agregado fino. Se sigue el procedimiento de la NTP 400.022.

❖ AGREGADOS PÉTREOS

Son materiales granulares utilizados en la construcción de pavimentos y concreto. Pueden ser naturales, como la grava y la arena, o artificiales, como el reciclado de escombros de construcción. Los agregados pétreos proporcionan resistencia y estabilidad estructural a las mezclas, contribuyendo a la capacidad de carga y durabilidad del pavimento.

La NTP 400.012 abarca aspectos como las características físicas y mecánicas de los agregados, los ensayos de laboratorio para determinar dichas características, los límites de tolerancia permitidos, y los criterios de aceptación de los agregados en función de su calidad. Algunos de los aspectos que se evalúan en la norma NTP 400.012 incluyen la granulometría de los agregados, la densidad y absorción de agua, la resistencia a la abrasión, la forma y textura de las partículas, y la presencia de contaminantes o materia orgánica.

❖ **LIGANTE BITUMINOSO**

También conocido como asfalto, es un material viscoso y pegajoso utilizado en la construcción de pavimentos asfálticos. Se obtiene a partir de la destilación del petróleo crudo y se utiliza como aglomerante para unir los agregados pétreos en la mezcla asfáltica. El ligante bituminoso proporciona cohesión, flexibilidad y resistencia al pavimento, permitiendo que pueda soportar las cargas del tráfico y resistir los efectos del clima y el envejecimiento.

La NTP 400.040 abarca diferentes aspectos del ligante bituminoso, como sus características físicas, químicas y reológicas. Algunos de los parámetros evaluados en esta norma incluyen el punto de ablandamiento, la penetración, la viscosidad, la ductilidad, la solubilidad, la estabilidad a la oxidación y el contenido de asfaltenos. Esta norma establece los métodos de ensayo y los límites de tolerancia permitidos para cada una de las características mencionadas, con el objetivo de garantizar la calidad y el

desempeño adecuado del ligante bituminoso en la construcción de pavimentos.

VALOR DE ESTABILIDAD Y FLUJO CON EL METODO MARSHALL

El método Marshall es un ensayo con el que se evalúan las propiedades mecánicas de las mezclas de asfalto, en particular la estabilidad y el valor del flujo. Aquí encontrará una descripción de cada uno de estos parámetros:

- ❖ **Valor de estabilidad:** El valor de estabilidad es una medida de la resistencia de una mezcla de asfalto para la deformación para cargas colocadas. Está determinado por la prueba Marshall, que simula las condiciones de estrés y temperatura, que se expone a la mezcla en funcionamiento. El valor de estabilidad se expresa en kilogramos y representa la carga máxima que puede soportar la mezcla antes de la deformación permanente. Un valor de estabilidad más alto tiene una mayor resistencia a las deformaciones y, por lo tanto, una mejor capacidad de estrés.

- ❖ **Valor de flujo del piso:** El valor del flujo es una medida de la deformación vertical o lateral, que experimenta una mezcla de asfalto bajo cargas y altas temperaturas. También está determinado por la prueba Marshall y se expresa en centímetros. El valor de flujo indica la capacidad de deformación de la mezcla y la capacidad de absorber cargas y fluctuaciones de temperatura sin romper o deformarse. Un valor de flujo más bajo muestra una deformación más baja y, por lo tanto, una mayor estabilidad de la mezcla.

VALOR DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LOTTMAN

El valor indirecto de la tracción de Lottman es el parámetro utilizado para evaluar la resistencia de la tracción de la mezcla de asfalto. Esta prueba se lleva a cabo para determinar la capacidad de la mezcla para soportar la resistencia del empuje que se generan a partir del movimiento de transporte, y las cargas utilizadas a la acera.

En una prueba indirecta en Lottman, una muestra cilíndrica de la

mezcla de asfalto se somete a una carga de tracción constante. La muestra se coloca en la máquina de prueba, y la fuerza de tracción se usa hasta que la muestra se rompe o se produce una deformación significativa. La carga máxima aplicada antes de la ruptura o la deformación se registra como un valor indirecto del empuje de Lottman. Este valor indirecto de la tracción proporciona información sobre la fuerza de estirar la mezcla, lo que indica su capacidad para mantener fuerzas de tracción generadas por el movimiento. El valor más alto de la tracción indirecta indica la mayor resistencia a la tracción y, por lo tanto, la mejor capacidad de carga de la acera.

La prueba de tracción indirecta Lottman es una herramienta importante en el diseño y el control de calidad de las mezclas de asfalto, ya que le permite evaluar su resistencia estructural y la capacidad de soportar cargas de carreteras. Los resultados de este estudio se utilizan para optimizar las propiedades de la mezcla y garantizar el rendimiento correcto de la acera.

VALOR DE DAÑO POR HUMEDAD DEL ASFALTO

El valor del daño por humedad de asfalto es un parámetro utilizado para evaluar la vulnerabilidad de asfalto para sufrir daños debido al agua. Este daño por humedad se puede manifestar en forma de desintegración, deslaminación, debilitamiento de la estructura, pérdida de cohesión, entre otros.

- ❖ Las pruebas para determinar el valor del daño por humedad de asfalto generalmente se llevan a cabo utilizando pruebas de remojo o saturación, donde las muestras de asfalto están expuestas a la acción del agua durante un cierto período de tiempo. Después de la exposición, se evalúan las propiedades físicas y mecánicas de la muestra, como resistencia a la tracción, rigidez del módulo, pérdida de estabilidad y deformación, entre otros.
- ❖ El valor del daño por humedad proporciona una medida de la capacidad de asfalto para resistir los efectos negativos del agua y su capacidad para mantener su integridad estructural en condiciones húmedas. El valor de daño por humedad más bajo

muestra una menor vulnerabilidad al daño por humedad y, por lo tanto, un mejor comportamiento y resistencia al asfalto frente al agua.

2.2.4 Ensayo Marshall:

Materiales y Equipos:

- Prensa de Marshall
- Moldes Marshall y platos base
- Compactador Marshall
- Termómetro
- Balanza
- Cronómetro

Procedimiento:

La mezcla asfáltica premezclada en frío debe estar almacenada a temperatura de ambiente, conservando su estado natural de mezcla.

Para la elaboración de probeta de la mezcla asfáltica premezclada en frío, se inicia con el pesado de 1250 gr. De la mezcla en cada recipiente con un mínimo de tres muestras para un día de ensayo, y se repite el mismo procedimiento para los otros días de ensayo.

La compactación de la mezcla asfáltica premezclada en frío se inicia con el armado y presentado del pedestal de compactación con la base del molde, molde, collarín, y sujetador del collarín, también se debe considerar el papel filtro que se utiliza en la base del molde; luego, se coloca la mezcla asfáltica en frío en el molde de la probeta y realiza el chuseado con una varilla metálica con 25 golpes, además, se coloca el papel filtro en la parte superior de la mezcla premezclado, y continuamos con el compactado de la mezcla asfáltica en el molde con 50 golpes por cada lado de la probeta.

Figura 2: Compactación del molde para el ensayo Marshall



El desencofrado de la probeta se realiza después del compactado de la probeta, esto es posible con la ayuda de la gata hidráulica donde se coloca el molde con la mezcla premezclada, una vez terminada el procedimiento se tiene el molde y la probeta para el siguiente ensayo.

El baño a María es un procedimiento que se realiza a las probetas desmoldadas antes de realizar el ensayo Marshall, el cual consiste en sumergir las probetas en agua destilada que cubra toda la probeta por un tiempo de 30 minutos y a una temperatura de 60°.

Figura 3: Baño a María del molde para el ensayo Marshall



Después se retira la probeta y se procede con el secado de la misma para después colocar la probeta en la mordaza Marshall y realizar el ensayo Marshall, el cual permitirá determinar la estabilidad y la fluencia de cada probeta.

Figura 4: Prensa Marshall para determinar la estabilidad y fluencia



2.2.5 Ensayo de tracción indirecta (Lottman):

Materiales y Equipos:

- Prensa marshal acondicionada para tracción indirecta
- Moldes Marshall y platos base
- Compactador Marshall
- Termómetro
- Balanza
- Cronómetro

Figura 5. Mordaza Lottman para el ensayo de tracción indirecta



Procedimiento:

La mezcla asfáltica premezclada en frío debe estar almacenada a temperatura de ambiente, conservando su estado natural de mezcla.

La probeta de la mezcla asfáltica premezclada en frío debe tener un peso igual a 1250 gr. De la mezcla, además se debe contar con tres probetas de ensayo para un día de ensayo, y se repite el mismo procedimiento para los otros días de ensayo.

La compactación de la mezcla asfáltica premezclada en frío se inicia con el armado y presentado del pedestal de compactación con la base del molde, molde, collarín, y sujetador del collarín, también se debe considerar el papel filtro que se utiliza en la base del molde; luego, se coloca la mezcla asfáltica en frío en el molde de la probeta y realiza el chuseado con una varilla metálica con 25 golpes; además, se coloca el papel filtro en la parte superior

de la mezcla premezclado, y continuamos con el compactado de la mezcla asfáltica en el molde con 50 golpes por cada lado de la probeta.

Figura 6. Compactación de la mezcla asfáltica.



La probeta debe ser desencofrada después del enfriado de la compactación en el molde de la probeta, esto es posible con la ayuda de la gata hidráulica donde se coloca el molde con la mezcla premezclada en la gata hidráulica, una vez terminada el procedimiento se tiene el molde y la probeta para el siguiente ensayo.

El tiempo que debe estar en el baño a maría es por un tiempo de 24 horas a 60°C. después se debe colocar en otro baño por un tiempo de 2 horas a una temperatura de 25°C. el cual se considera como un acondicionamiento leve.

Finalmente, se coloca la probeta en la mordaza Marshall y se realiza el ensayo Marshall, el cual permitirá determinar la estabilidad y la fluencia de cada probeta.

Figura 7. Cálculo del ensayo de tracción indirecta



2.2.6 Ensayo de inmersión y compresión:

El ensayo de inmersión y compresión de asfaltos es un método utilizado para evaluar la resistencia de las mezclas asfálticas frente al daño por humedad, lo que comúnmente se conoce como "desprendimiento". Este ensayo es crucial para garantizar la durabilidad y el rendimiento de las pavimentaciones asfálticas, especialmente en regiones con climas húmedos o donde la presencia de agua es significativa.

Preparación de Muestras

Muestreo y Fabricación de Probetas

Se preparan probetas cilíndricas de mezcla asfáltica, generalmente con dimensiones estándar, utilizando un molde de compactación.

Las probetas deben cumplir con especificaciones de densidad y contenido de asfalto.

Figura 8: Presentación de los tres moldes para el ensayo de inmersión y compresión



Curado de Probeta

Las probetas se dejan curar en condiciones controladas de temperatura y humedad para simular las condiciones del pavimento en servicio.

Inmersión en Agua

Las probetas curadas se sumergen en agua a temperatura ambiente durante un periodo específico, que usualmente es de 24 horas.

En algunos procedimientos, se pueden utilizar diferentes temperaturas de inmersión para simular condiciones más severas.

Figura 9: Probeta acondicionada a 25 ° C



Ensayo de Compresión

Compresión en Seco

Un grupo de probetas (muestras secas) se somete a un ensayo de compresión axial para determinar la resistencia a la compresión en seco. Esta resistencia se toma como referencia.

Compresión tras Inmersión

Otro grupo de probetas, previamente sumergidas en agua, se somete al mismo ensayo de compresión axial.

Figura 10: Prensa para calcular la resistencia de inmersión y compresión



3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Método de investigación

(Fernandez Collado, y otros, 2018) señala “El método científico es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias”.

Bajo esta definición el método de investigación del presente trabajo es **científico**, porque aumentará el conocimiento del asfalto en frío premezclado para su uso en pavimentos flexibles.

3.1.2 Alcances de la investigación

a. Tipo de investigación

“La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción, aportando conocimientos nuevos”. (Baena Paz, 2017)

La presente investigación indica ser un tipo de investigación **aplicada**, por buscar estrategias que permiten la solución de los objetivos planteados ante un problema en específico.

b. Nivel de investigación

Según (Jimenes Paneque, 1998), el “Nivel relacional describe relaciones en uno o más grupos o subgrupos buscando la relación entre variables”. El nivel de investigación que presenta el estudio reúne las características de una investigación **relacional**, con la investigación se logrará relacionar las variables comportamiento físico y mecánico del asfalto en frío premezclado (Valor de estabilidad y flujo, Tracción indirecta y Daño por humedad), las cuales actuarán directamente proporcional.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Tipo de diseño de investigación

Según (Fernandez Collado, y otros, 2018), el **diseño experimental** es “Un plan para asignar los sujetos a las condiciones experimentales y el análisis estadístico asociado con ese plan”.

El diseño de la investigación del presente trabajo es **experimental**, debido a que se manipularon las variables “Comportamiento físico y mecánico del asfalto en frío premezclado” y la variable “Tiempo de colocación”, observando el comportamiento los ensayos realizados.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

De acuerdo (Arias, 2006), “El conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

En la Norma Técnica Peruana NTP 341.031, se establece el método de ensayo para determinar la estabilidad y el flujo de mezclas asfálticas mediante el ensayo de Marshall. Define los procedimientos para la preparación de las muestras de 1.250 kg, el ensayo de compactación y la determinación de la estabilidad y el flujo.

El ensayo de tracción indirecta de Lottman utiliza un dispositivo de carga y deformación similar al ensayo de tracción indirecta tradicional. Sin embargo, presenta algunas diferencias en los parámetros de carga y la forma de aplicarla. En lugar de aplicar una carga estática y constante, el ensayo de Lottman aplica una carga dinámica que simula mejor las condiciones de carga en un pavimento real. Esto se logra mediante la aplicación de una carga pulsante a una frecuencia específica. La influencia del ensayo de Lottman en la norma AASHTO T 322, radica en su capacidad para proporcionar una evaluación más realista y precisa de la resistencia de las mezclas asfálticas bajo cargas dinámicas. Si bien el ensayo de tracción indirecta estándar de la norma AASHTO T 322 sigue siendo ampliamente utilizado, el ensayo de Lottman ha sido adoptado por algunos laboratorios y agencias para obtener una mejor caracterización de la resistencia de las mezclas asfálticas en condiciones más cercanas a las de campo.

La norma AASHTO que aborda el daño por humedad en los pavimentos es la AASHTO T 283: "Método de prueba estándar para determinar la susceptibilidad a la deformación permanente y la resistencia a la humedad de una mezcla asfáltica utilizando el ensayo de expansión por inmersión". Esta norma establece el procedimiento para evaluar la susceptibilidad de una mezcla asfáltica a la deformación permanente y su resistencia a la humedad mediante el ensayo de expansión por inmersión. El ensayo de expansión por inmersión, también conocido como ensayo de Lottman o ensayo de carga por humedad, consiste en sumergir muestras cilíndricas de mezcla asfáltica en agua a una temperatura y tiempo específicos. Después de la inmersión, las muestras se someten a ciclos de carga y descarga para evaluar su resistencia a la deformación y determinar la cantidad de daño causado por la humedad.

21 muestras de ensayo Marshall

21 muestras de tracción indirecta

42 muestras de ensayo de inmersión y compresión.

Total de muestras 84

3.3.2. Muestra

De acuerdo (Cuesta, 2009) define la muestra como “el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características similares” En el presente trabajo las muestras dependerán de los ensayos que realizaremos, en las cantidades que se requieren según el ensayo a realizar (Valor de estabilidad y flujo, Tracción indirecta, Daño por humedad).

Tabla 10: Muestras del ensayo Marshall

ENSAYO MARSHALL

3 muestras en el día 0 del ensayo de estabilidad y flujo
3 muestras en el día 7 del ensayo de estabilidad y flujo
3 muestras en el día 15 del ensayo de estabilidad y flujo
3 muestras en el día 30 del ensayo de estabilidad y flujo
3 muestras en el día 45 del ensayo de estabilidad y flujo
3 muestras en el día 60 del ensayo de estabilidad y flujo
3 muestras en el día 75 del ensayo de estabilidad y flujo

TOTAL = 21 MUESTRAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 11: Muestras del ensayo tracción indirecta

TRACCIÓN INDIRECTA

3 muestras en el día 0 del ensayo de tracción indirecta
3 muestras en el día 7 del ensayo de tracción indirecta
3 muestras en el día 15 del ensayo de tracción indirecta
3 muestras en el día 30 del ensayo de tracción indirecta
3 muestras en el día 45 del ensayo de tracción indirecta
3 muestras en el día 60 del ensayo de tracción indirecta
3 muestras en el día 75 del ensayo de tracción indirecta

TOTAL = 21 MUESTRAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 12: Muestras del ensayo inmersión y compresión

INMERSIÓN Y COMPRESIÓN

6 muestras en el día 0 del ensayo de inmersión y compresión
6 muestras en el día 7 del ensayo de inmersión y compresión
6 muestras en el día 15 del ensayo de inmersión y compresión
6 muestras en el día 30 del ensayo de inmersión y compresión
6 muestras en el día 45 del ensayo de inmersión y compresión

6 muestras en el día 60 del ensayo de inmersión y compresión

6 muestras en el día 75 del ensayo de inmersión y compresión

TOTAL = 42 MUESTRAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

La técnica de observación participante para proyectos de investigación con un enfoque cualitativo se debe ver reflejada en formatos de recolección, por ejemplo, libretas de campo.

Por tanto, la técnica a emplear para la recolección será **observación y ficha de recolección de datos** debidamente validados.

De esta manera, se analizará el asfalto en frío premezclado desde un estado fresco en cuanto a su fabricación hasta un estado endurecido producto de la compactación según el ensayo a realizar. (Arias, 2012)

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos puede ser un recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar y alcanzar el objetivo de la investigación. (Bautista Delgado, 2017 pág. 2).

El instrumento con el que se analizarán los datos es EXCEL, que se utilizará para el cálculo de los diseños de mezclas que se realizaran, así como también realizar los gráficos según los resultados obtenidos.

Para el procesamiento de datos, también se usará el programa SPSS versión 21, para el procesamiento estadístico y la comprobación de las hipótesis planteadas.

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS DETERMINADOS

4.1 Resultados de la influencia del tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023

4.1.1 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 0 días

En la Tabla 13, se presentan los valores de las propiedades mecánicas, como la estabilidad y el flujo, de la mezcla asfáltica premezclada en frío. Se realizaron un total de tres muestras para el ensayo Marshall, obteniendo la carga y la deformación de cada ensayo. Se calculó el promedio de los resultados de los tres ensayos. Además, los ensayos se llevaron a cabo el mismo día en que se obtuvo la mezcla en el laboratorio.

Tabla 13: Flujo y estabilidad en un tiempo de 0 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 0 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.31	3.34	3.35	3.33
ESTABILIDAD (kg)	1193.5	1163.7	1176.8	1178.0

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Figura 11: Fluencia de la mezcla premezclada a 0 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 11, se muestra el comportamiento de la fluencia en el mismo día en que se obtuvo la mezcla asfáltica, con promedio de 3.33 mm de fluencia. En la Figura 12, se presenta el comportamiento de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío, con un promedio de 1178 kg basado en tres valores obtenidos.

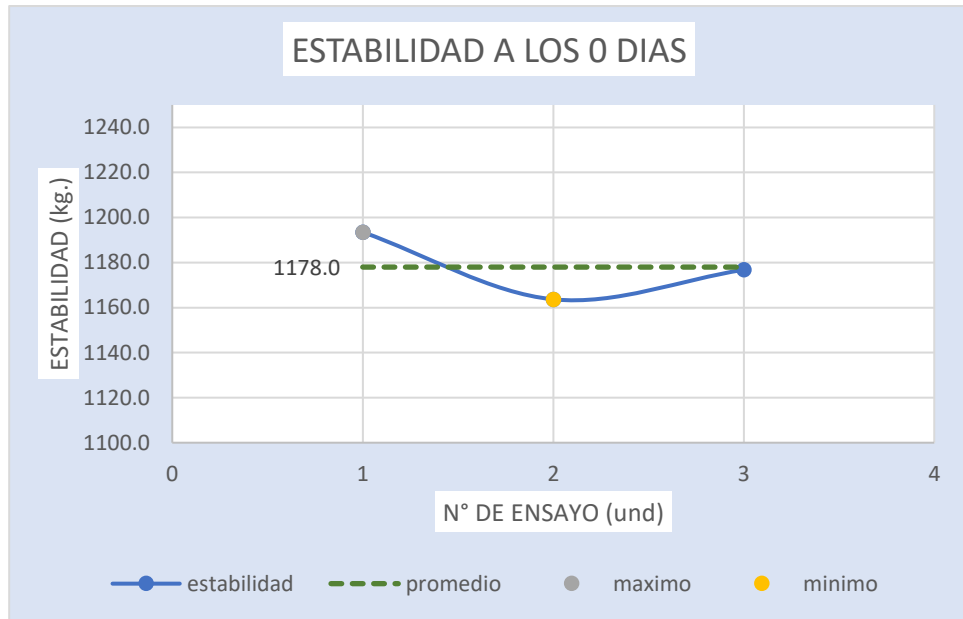


Figura 12: Estabilidad de la mezcla premezclada a 0 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.2 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 7 días

En la Tabla 14, se presentan los valores de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica premezclada en frío. Se realizaron tres muestras para el ensayo Marshall, obteniendo la carga y la deformación de cada una. El promedio de la carga fue de 1146.2 kg y el promedio de la deformación fue de 3.36 mm. Cabe mencionar que los ensayos se realizaron después de un tiempo de almacenamiento de 7 días.

Tabla 14: Flujo y estabilidad en un tiempo de 7 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 7 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO

FLUJO (mm)	3.37	3.36	3.35	3.36
ESTABILIDAD (kg)	1157.0	1114.2	1167.4	1146.2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

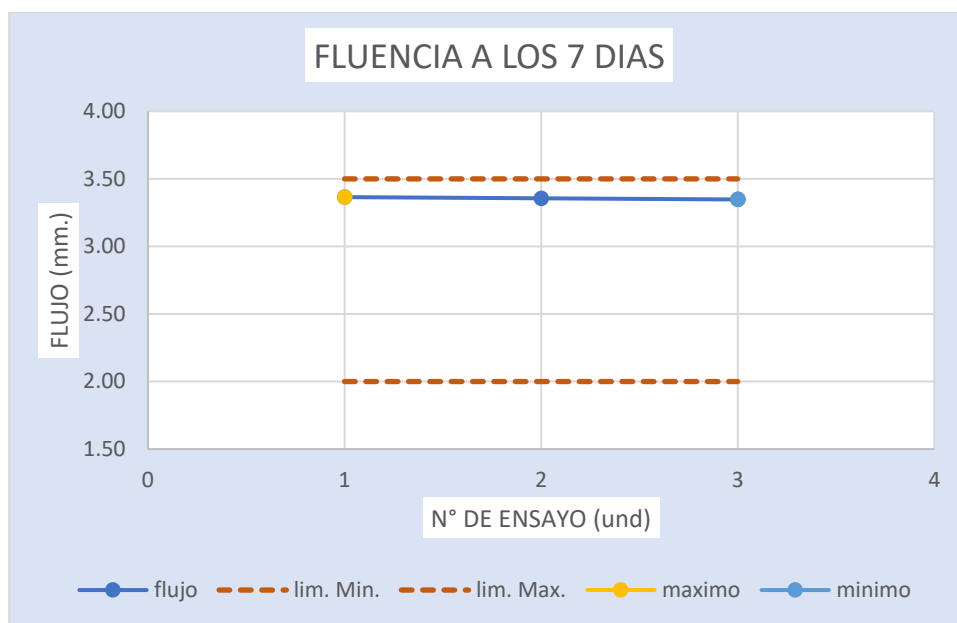


Figura 13: Fluencia de la mezcla premezclada a 7 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 13, se muestra el comportamiento de la fluencia de la mezcla asfáltica premezclada después de 7 días de almacenamiento, con un promedio 3.36 mm de fluencia. De manera similar, en la Figura 14 se presenta el comportamiento de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío, con un promedio de 1146.2 kg basado en los tres valores obtenidos.

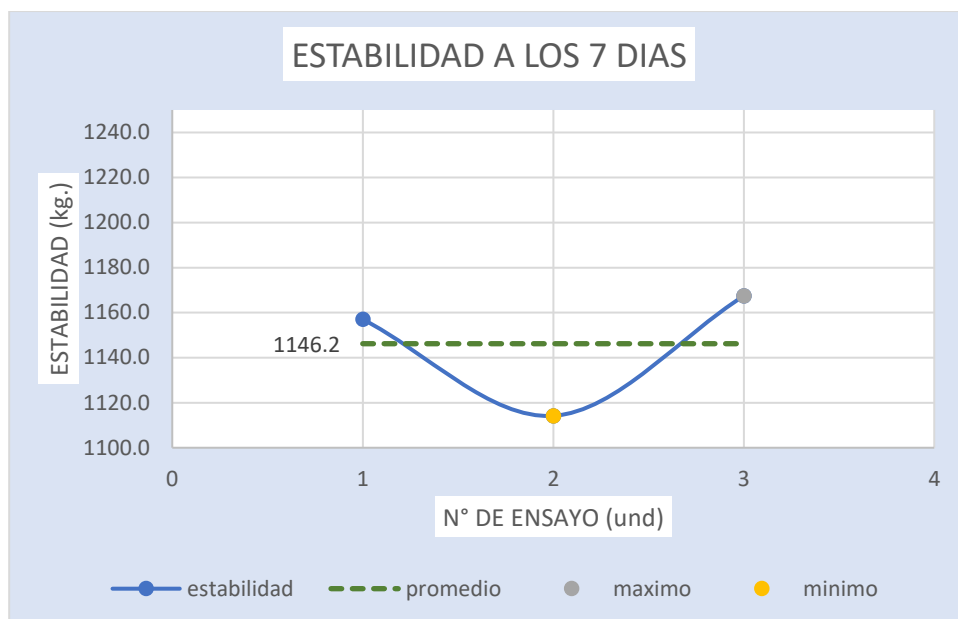


Figura 14: Estabilidad de la mezcla premezclada a 7 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.3 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 15 días

En la Tabla 15, se presentan los valores de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica premezclada en frío. Se realizaron tres muestras para el ensayo Marshall, obteniendo la carga y la deformación de cada una. El promedio de la carga fue de 1104.5 kg y el promedio de la deformación fue de 3.37 mm. Cabe mencionar que los ensayos se realizaron después de 15 días de almacenamiento.

Tabla 15: Flujo y estabilidad en un tiempo de 15 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 15 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.35	3.39	3.38	3.37
ESTABILIDAD (kg)	1125.1	1077.8	1110.5	1104.5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

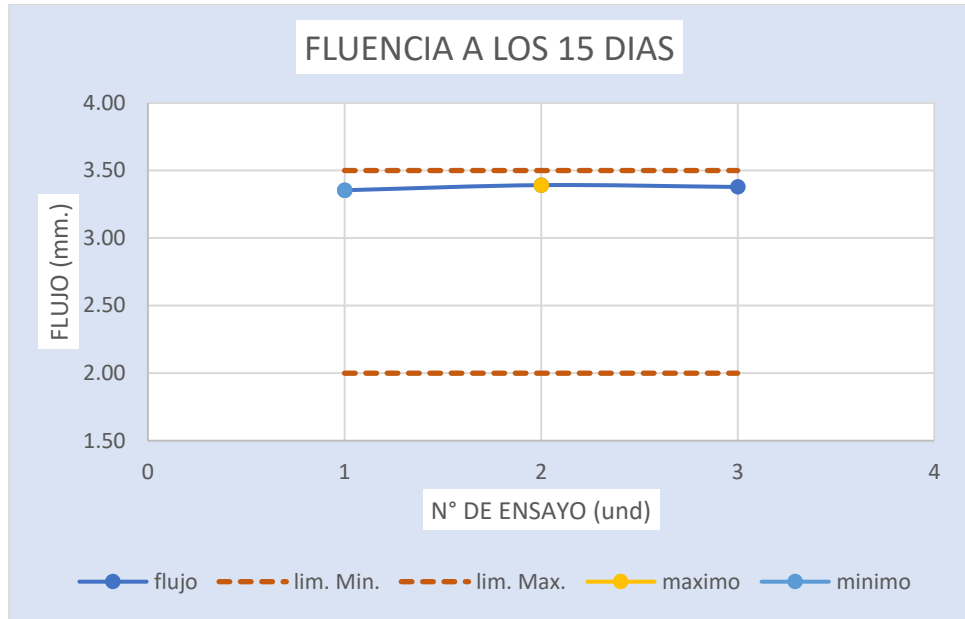


Figura 15: Fluencia de la mezcla premezclada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 15, se ilustra el comportamiento de la fluencia de la mezcla asfáltica premezclada después de 15 días de almacenamiento, con promedio de 3.37 de fluencia. De manera similar, en la Figura 16, se muestra el comportamiento de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío, con un promedio de 1104.5 kg basado en los tres valores obtenidos.

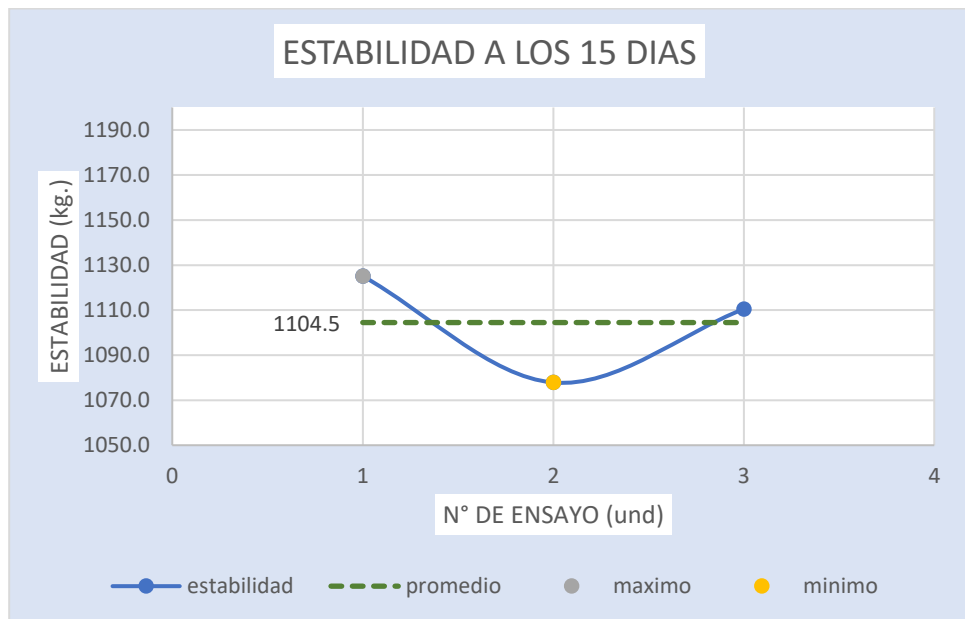


Figura 16: Estabilidad de la mezcla premezclada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.4 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 30 días

En la Tabla 16, se muestra los valores de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica premezclada en frío; de manera que, se ha realizado un total de tres muestras para el ensayo Marshall donde se obtuvo la carga y la deformación de cada ensayo, asimismo, se obtuvo un promedio de la carga de 1094.6 kg. Y también se obtuvo un promedio de la deformación de 3.40 mm. Hay que mencionar, además, que los ensayos se realizaron con un tiempo de almacenado de 30 días

Tabla 16: Flujo y estabilidad en un tiempo de 15 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 30 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.37	3.41	3.43	3.40
ESTABILIDAD (kg)	1099.0	1077.0	1107.8	1094.6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

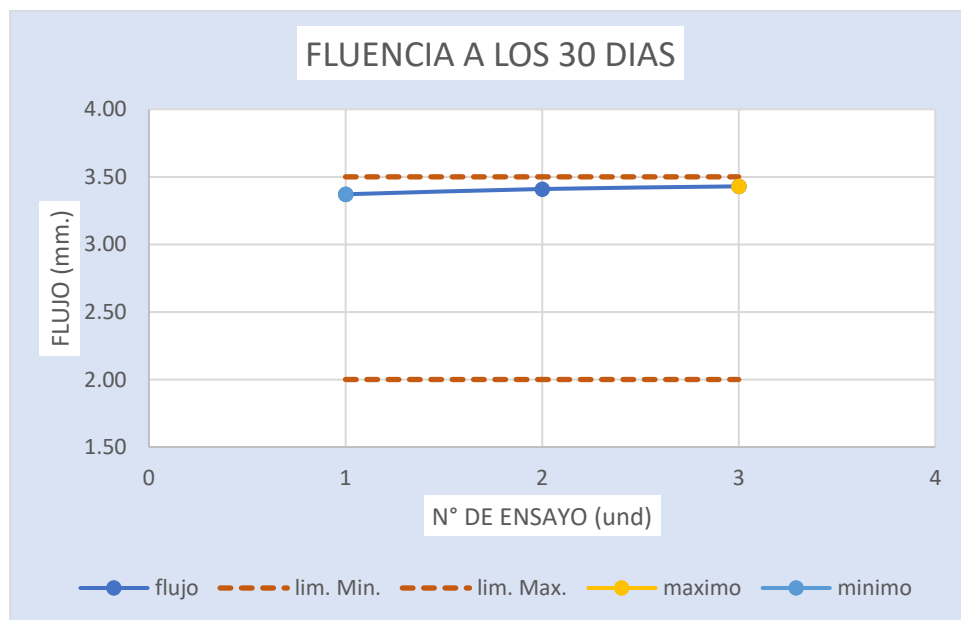


Figura 17: Fluencia de la mezcla premezclada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 17, se muestra el comportamiento de la fluencia con un tiempo de almacenado de 30 días de la mezcla asfáltica premezclada, con un promedio de 3.40 mm de fluencia. También se puede observar que los valores están cerca al límite superior de la fluencia. Del mismo modo, en la Figura 18, se presenta el comportamiento de los tres valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclado en frío obteniendo un promedio de 1094.6 kg.

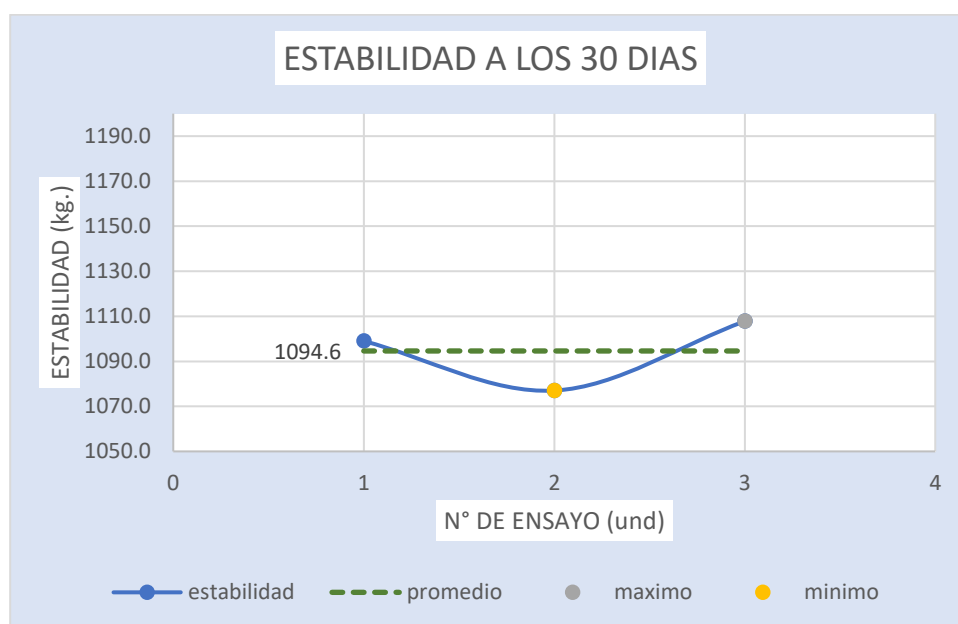


Figura 18: Estabilidad de la mezcla premezclada a 30 días

4.1.5 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 45 días

En la Tabla 17, se muestra los valores de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica premezclada en frío; de manera que, se ha realizado un total de tres muestras para el ensayo Marshall donde se obtuvo la carga y la deformación de cada ensayo, asimismo, se obtuvo un promedio de la carga de 1066.4 kg. Y también se obtuvo un promedio de la deformación de 3.44 mm. Hay que mencionar, además, que los ensayos se realizaron con un tiempo de almacenado de 45 días.

Tabla 17: Flujo y estabilidad en un tiempo de 45 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.40	3.44	3.46	3.44
ESTABILIDAD (kg)	1072.5	1060.7	1066.1	1066.4

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

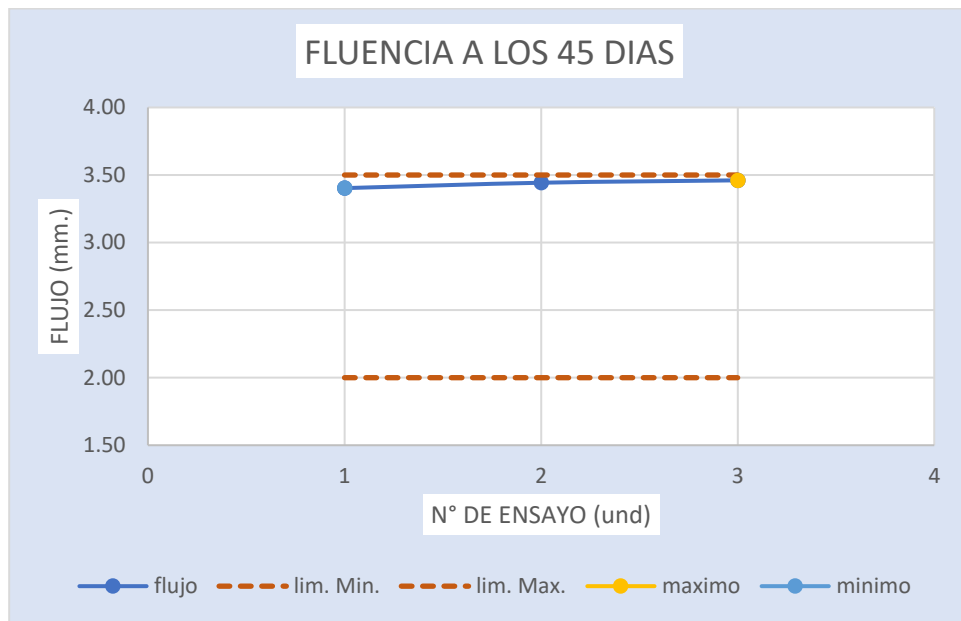


Figura 19: fluencia de la mezcla premezclada a 45 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 19, se muestra el comportamiento de la fluencia con un tiempo de almacenado de 45 días de la mezcla asfáltica premezclada, con un promedio de 3.44 mm. También se puede observar que los valores están cerca al límite superior de la fluencia. Del mismo modo, en la Figura 20, se presenta el comportamiento de los tres valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío obteniendo un promedio de 1066.4 kg.

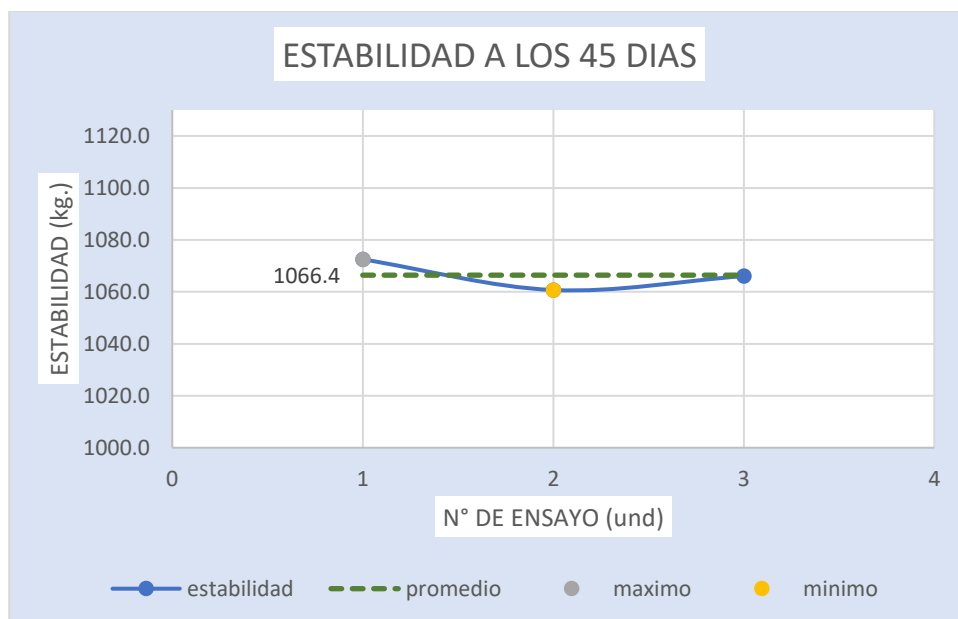


Figura 20: Estabilidad de la mezcla premezclada a 45 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.6 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 60 días

En la Tabla 18, se muestra los valores de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica premezclado en frío; de manera que, se ha realizado un total de tres muestras para el ensayo Marshall donde se obtuvo la carga y la deformación de cada ensayo, asimismo, se obtuvo un promedio de la carga de 1041.3 kg. Y también se obtuvo un promedio de la deformación de 3.52 mm. Hay que mencionar, además, que los ensayos se realizaron con un tiempo de almacenado de 60 días

Tabla 18: Flujo y estabilidad en un tiempo de 15 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 60 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.59	3.51	3.47	3.52
ESTABILIDAD (kg)	1049.3	1024.1	1050.3	1041.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

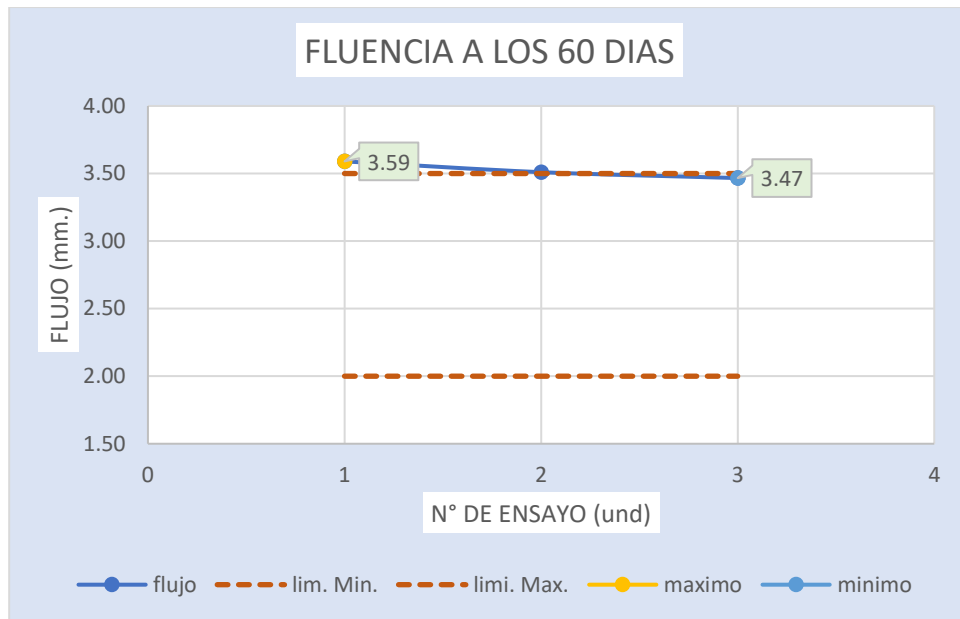


Figura 21: Fluencia de la mezcla premezclada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 21, se muestra el comportamiento de la fluencia con un tiempo de almacenado de 60 días de la mezcla asfáltica premezclada, donde se obtuvo un promedio de 3.52 mm. También se puede observar que los valores están cerca al límite superior de la fluencia. Del mismo modo, en la Figura 22, se presenta el comportamiento de los tres valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío obteniendo un promedio de 1041.3 kg.

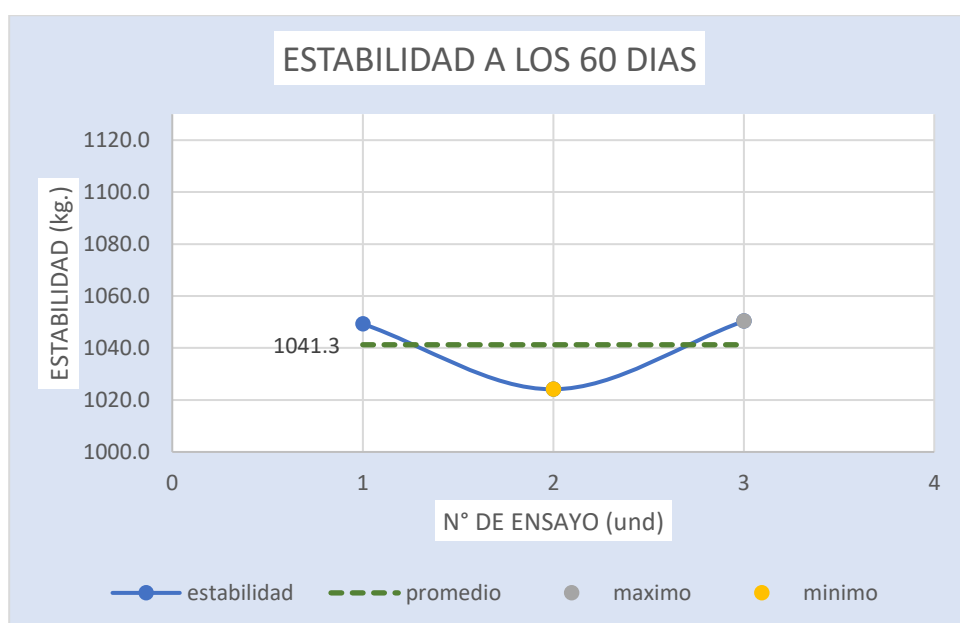


Figura 22: Estabilidad de la mezcla premezclada a 60 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.7 Propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con un tiempo de 75 días

En la Tabla 19, se muestra los valores de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica premezclado en frío; de manera que, se ha realizado un total de tres muestras para el ensayo Marshall donde se obtuvo la carga y la deformación de cada ensayo, asimismo, se obtuvo un promedio de la carga de 833.3 kg. Y también se obtuvo un promedio de la deformación de 3.62 mm. Hay que mencionar, además, que los ensayos se realizaron con un tiempo de almacenado de 75 días

Tabla 19: Flujo y estabilidad en un tiempo de 75 días

PROPIEDADES MECÁNICAS A 75 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.63	3.58	3.67	3.62
ESTABILIDAD (kg)	874.1	783.4	842.4	833.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

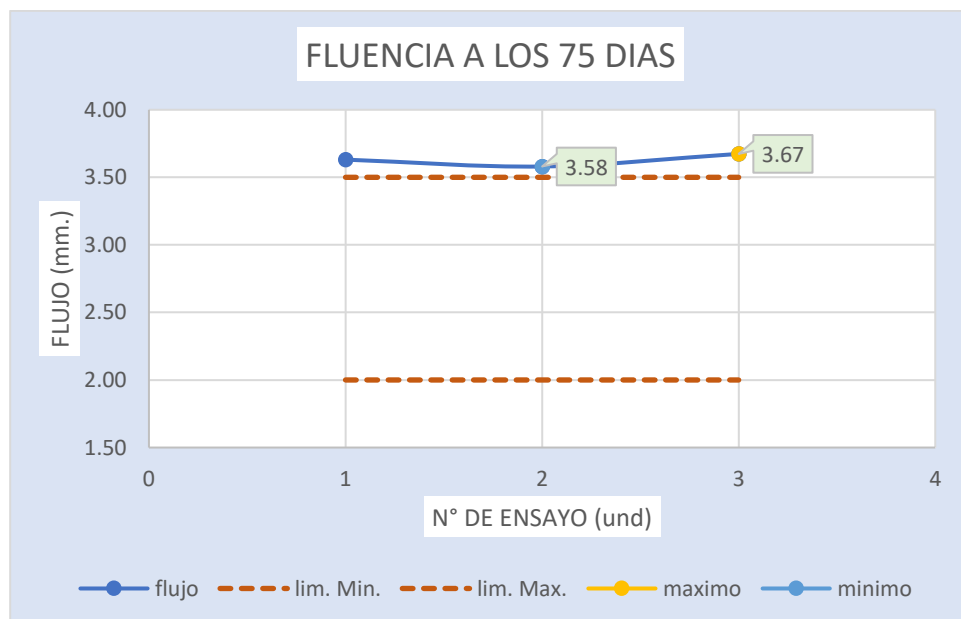


Figura 23: Fluencia de la mezcla premezclada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Figura 23, se muestra el comportamiento de la fluencia con un tiempo de almacenado de 15 días de la mezcla asfáltica premezclada, donde se obtuvo un promedio de 3.62 mm. También se puede observar que los valores están cerca al límite superior de la fluencia. Del mismo modo, en la Figura 24, se presenta el comportamiento de los tres valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío obteniendo un promedio de 1146.2 kg.

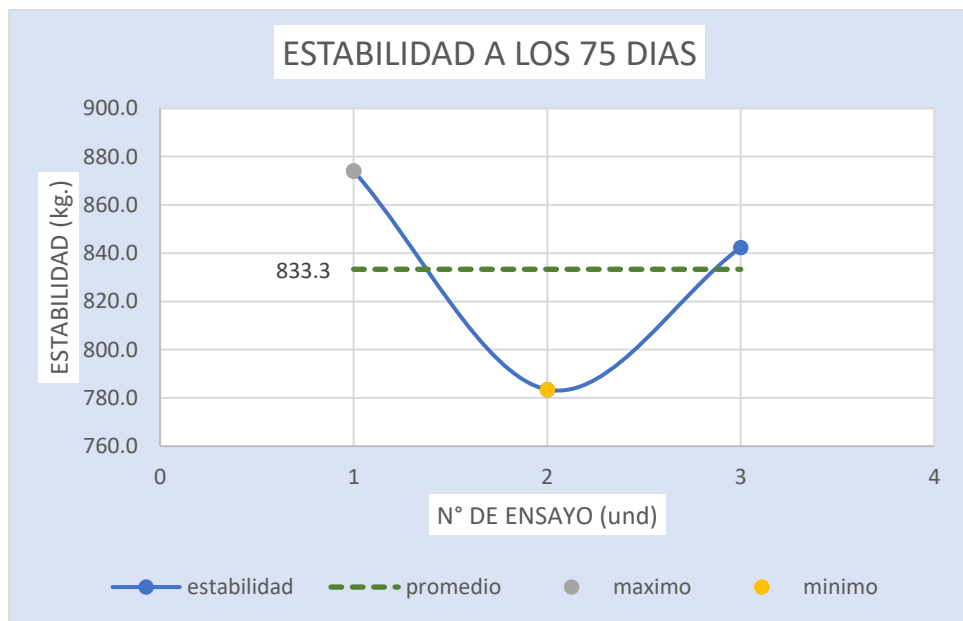


Figura 24: Estabilidad de la mezcla premezclada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **Resumen de las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado con tiempo de almacenado**

Tabla 20: Resultado de la estabilidad con diferente tiempo de almacenado

ESTABILIDAD				
	M01	M02	M03	promotion
0	1193.5	1163.7	1176.8	1178.0

7	1157.0	1114.2	1167.4	1146.2
15	1125.1	1077.8	1110.5	1104.5
30	1099.0	1077.0	1107.8	1094.6
45	1072.5	1060.7	1066.1	1066.4
60	1049.3	1024.1	1050.3	1041.3
75	874.1	783.4	842.4	833.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Tabla 20 se presenta todos los resultados de la estabilidad de la mezcla asfáltica premezclada en frío obtenidos en los diferentes días de almacenado desde el día 0 hasta un tiempo de 75 días de almacenado. Por otro lado, se presenta la Figura 25, donde se muestra el comportamiento de la estabilidad, el cual presenta una pendiente decreciente con el tiempo de almacenado desde 1178 kg. hasta 833.3 kg.

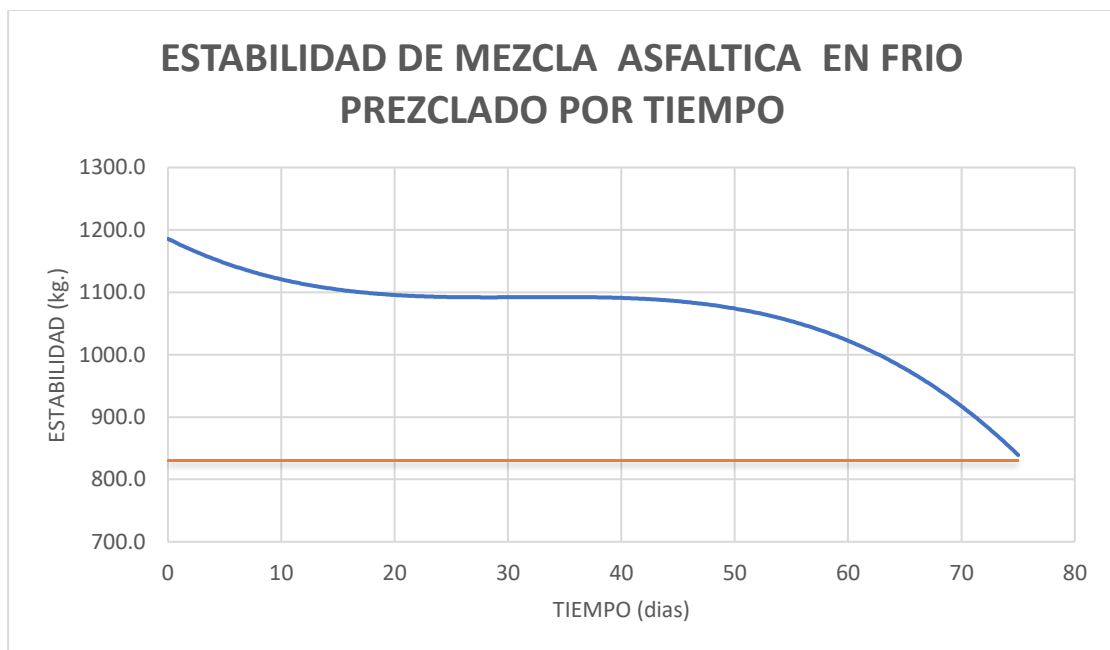


Figura 25: Comportamiento de la estabilidad con tiempos diferentes de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 21: Resultado de la fluencia con diferente tiempo de almacenado

FLUJO MM			
M01	M02	M03	promotion

0	3.31	3.34	3.35	3.33
7	3.37	3.36	3.35	3.36
15	3.35	3.39	3.38	3.37
30	3.37	3.41	3.43	3.40
45	3.40	3.44	3.46	3.44
60	3.59	3.51	3.47	3.52
75	3.63	3.58	3.67	3.63

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Tabla 21 se presenta todos los resultados de la fluencia de la mezcla asfáltica premezclada en frío obtenidos en los diferentes días de almacenado desde el día 0 hasta un tiempo de 75 días de almacenado. Por otro lado, se presenta la Figura 26, donde se muestra el comportamiento de la fluencia, el cual presenta una pendiente creciente con el tiempo de almacenado desde 3.33 mm hasta 3.63 mm, En otras palabras, la deformación aumenta cuando el tiempo de almacenado es mayor.

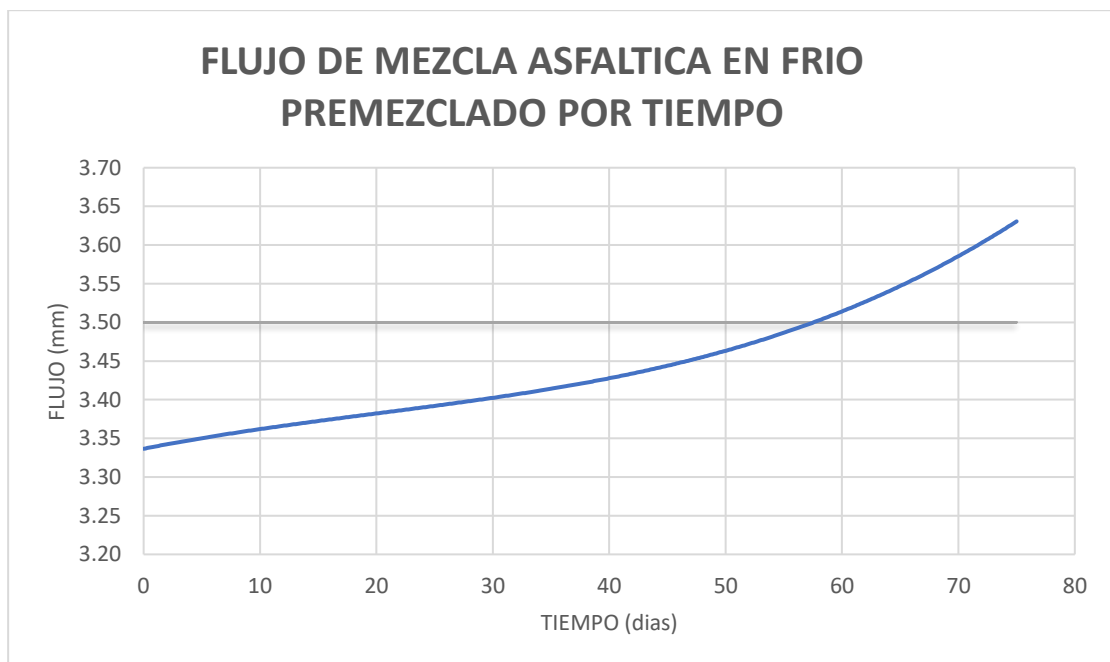


Figura 26: Comportamiento de la fluencia con tiempos diferentes de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2 Resultados de la influencia el tiempo de colocación en el valor de Tracción indirecta del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023

4.2.1 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 0 días

La Tabla 22 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 0 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la Figura 27, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima de 49.1 kpa. Y la resistencia mínima de 48.2 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 48.6 kpa.

Tabla 22: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 0 días

TRACCIÓN INDIRECTA CON 0 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	49.1	48.2	48.3	48.6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

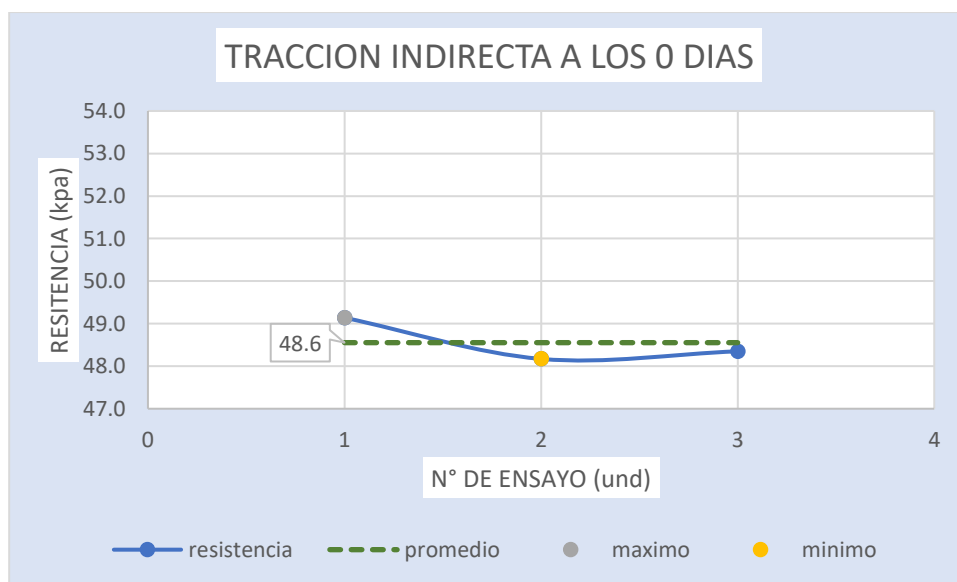


Figura 27: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 0 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.2 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 7 días

La Tabla 23 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 7 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la figura 28, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima de 47.4 kpa. Y la resistencia mínima de 46.3 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 46.7 kpa.

Tabla 23: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 7 días

TRACCIÓN INDIRECTA CON 7 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
7	46.3	47.4	46.4	46.7

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

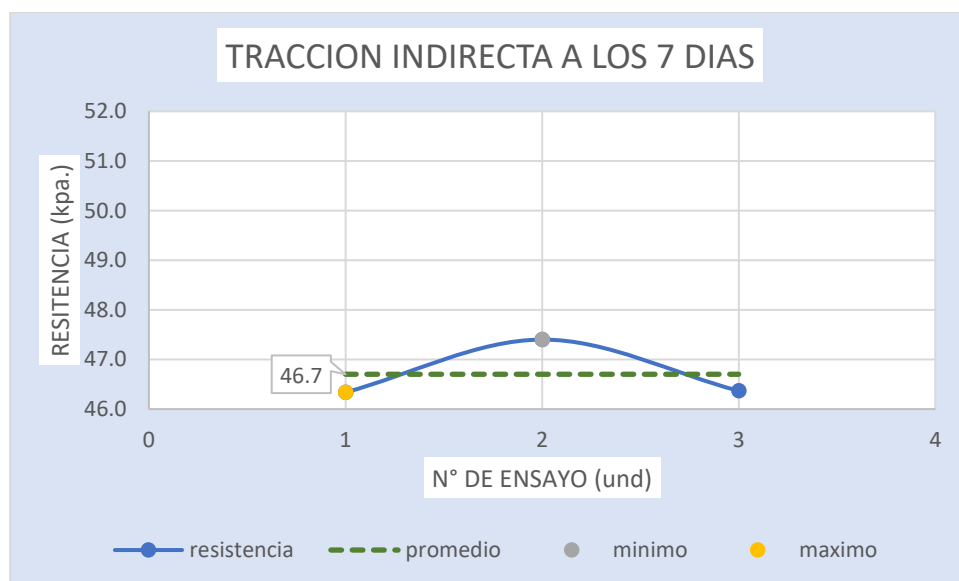


Figura 28: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 7 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.3 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 15 días

La Tabla 24 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 15 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la Figura 29, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima de 46.8 kpa. Y la resistencia mínima de 44.5 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 45.5 kpa.

Tabla 24: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 15 días

TRACCIÓN INDIRECTA CON 15 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
15	45.2	46.8	44.5	45.5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

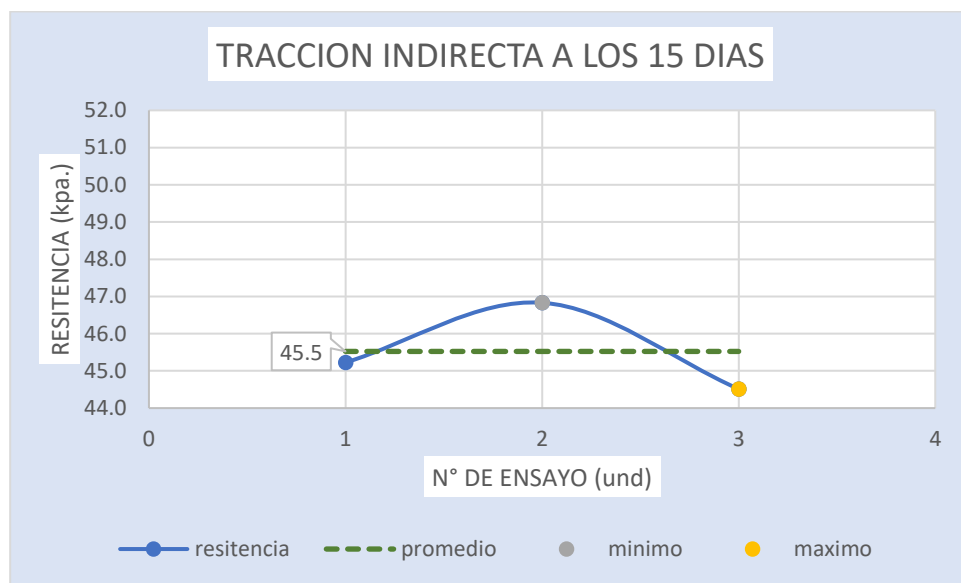


Figura 29: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 15 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.4 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 30 días

La Tabla 25 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 30 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la Figura 30, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima

de 45.0 kpa. Y la resistencia mínima de 42.0 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 43.1 kpa.

Tabla 25: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 30 días

TRACCIÓN INDIRECTA CON 30 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
30	42.3	45.0	42.0	43.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

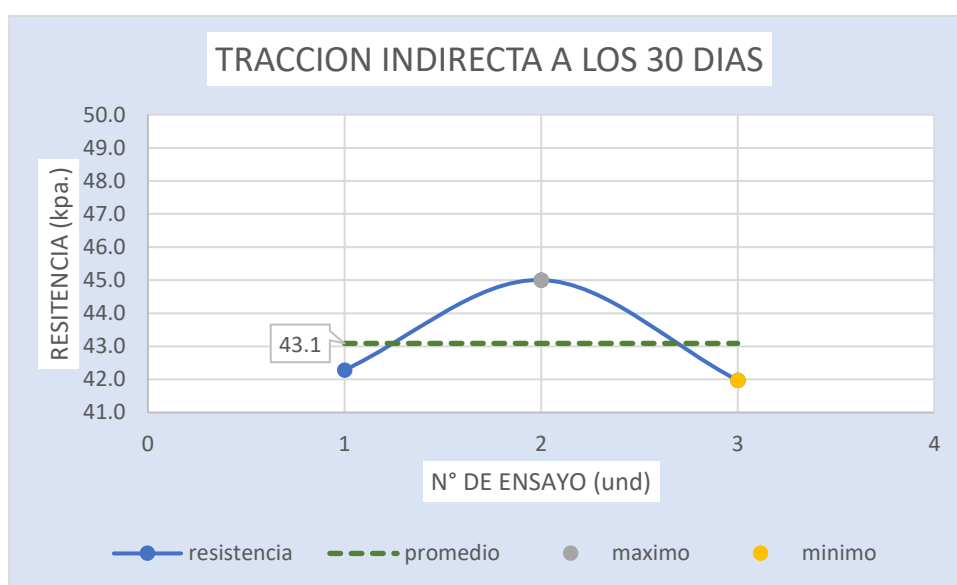


Figura 30: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 30 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.5 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 45 días

La Tabla 26 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 45 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la Figura 31, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima de 42.1 kpa. Y la resistencia mínima de 39.4 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 40.6 kpa.

Tabla 26: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 45 días

TRACCIÓN INDIRECTA CON 45 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
45	40.4	42.1	39.4	40.6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

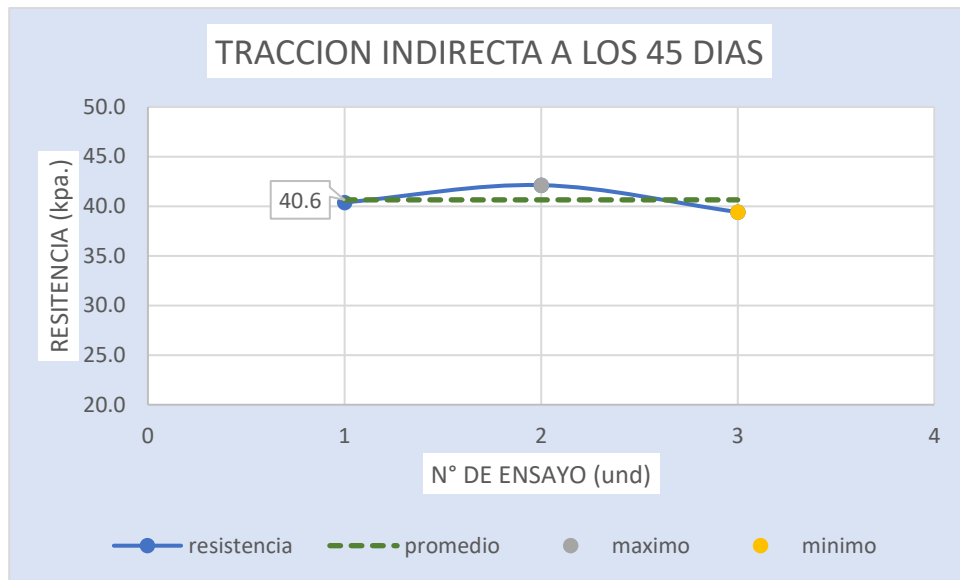


Figura 31: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 45 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.6 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 60 días

La Tabla 27 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 60 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la Figura 32, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima de 40.8 kpa. Y la resistencia mínima de 38.5 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 39.9 kpa.

Tabla 27: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 60 días

TRACCIÓN INDIRECTA CON 60 DÍAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO

60 40.8 40.4 38.5 39.9

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

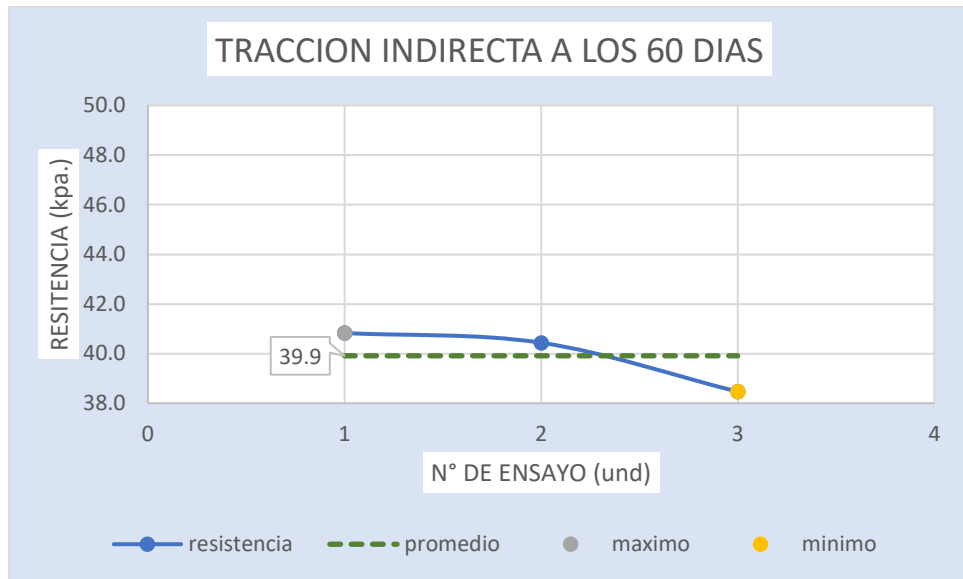


Figura 32: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 60 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.7 Resultados de la resistencia a la tracción del asfalto en frío premezclado con un tiempo almacenado de 75 días

La Tabla 28 se presenta los resultados del ensayo de tracción indirecta con un tiempo de almacenado de 75 días, se realizó tres especímenes por cada tiempo de almacenado, además de muestra la Figura 33, donde presenta la resistencia a la tracción indirecta máxima de 39.4 kpa. Y la resistencia mínima de 37.1 kpa. También se muestra el promedio de los resultados obtenidos siendo 38.1 kpa.

Tabla 28: Resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla premezclada en frío en un tiempo almacenado de 75 días

TRACCION INDIRECTA CON 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
75	39.4	37.9	37.1	38.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

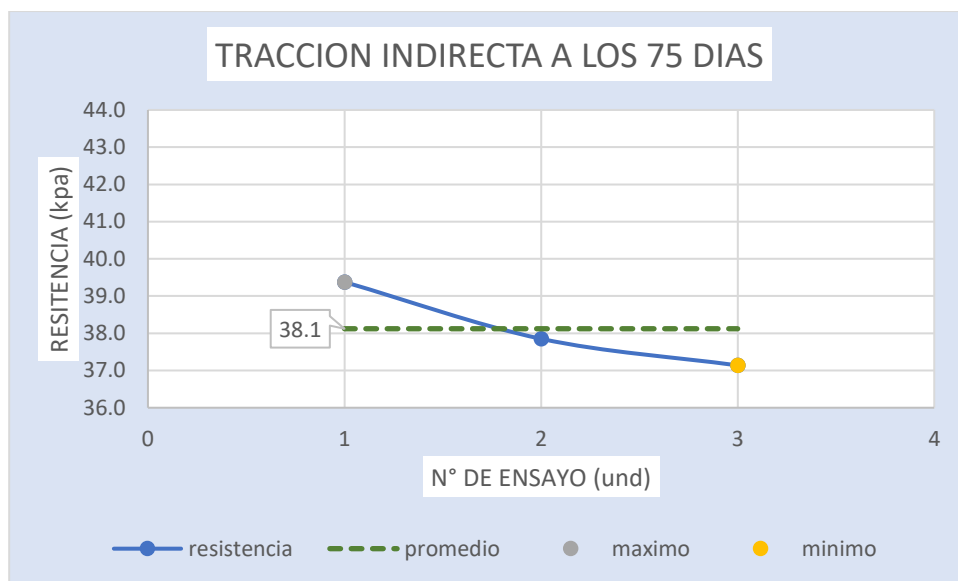


Figura 33: Resistencia a la tracción de la mezcla premezclada en frío con un tiempo almacenada a 75 días

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.1 Resumen del ensayo de tracción indirecta del asfalto en frío premezclado con tiempo de almacenado

Tabla 29: Resultado resistencia a la tracción indirecta con diferente tiempo de almacenado

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
	M01	M02	M03	promedio
0	49.1	48.2	48.3	48.6
7	46.3	47.4	46.4	46.7
15	45.2	46.8	44.5	45.5
30	42.3	45.0	42.0	43.1
45	40.4	42.1	39.4	40.6
60	40.8	40.4	38.5	39.9
75	39.4	37.9	37.1	38.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 29, se presenta todos los resultados del ensayo de tracción indirecta de la mezcla asfáltica premezclada en frío obtenidos en los diferentes días de almacenado desde el día 0 hasta un tiempo de 75 días de almacenado. Por otro lado, se presenta la

Figura 34, donde se muestra el comportamiento de la resistencia a la tracción indirecta, el cual presenta una pendiente decreciente con el tiempo de almacenado.

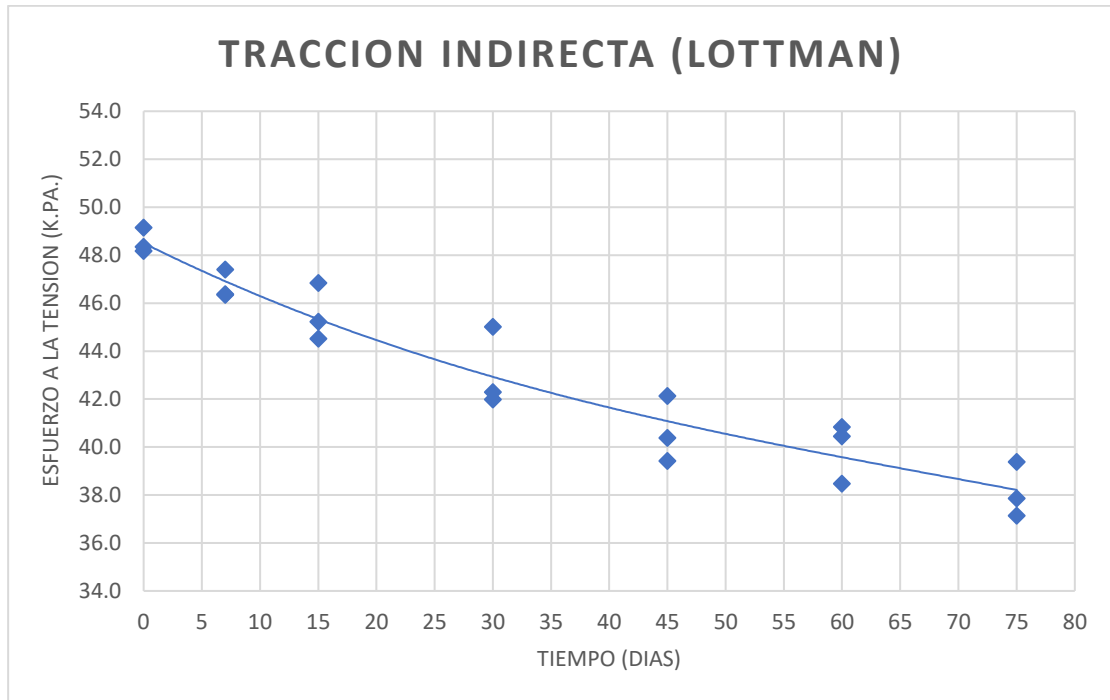


Figura 34: Comportamiento de la resistencia a la tracción indirecta con tiempos diferentes de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3 Resultados de la medida influencia el tiempo de colocación en el valor de daño por humedad del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023

4.3.1 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 0 días de almacenado.

Tabla 30: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 0 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 0 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	3.06	3.03	2.99	3.03
GRUPO-02	2.72	2.69	2.58	2.66

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 30, se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo esta acondicionada con agua; del mismo modo, se presenta la Figura 35, donde se representa el promedio del primer grupo de 3.03 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 2.66 Mpa representado por la línea azul; además, la línea roja representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

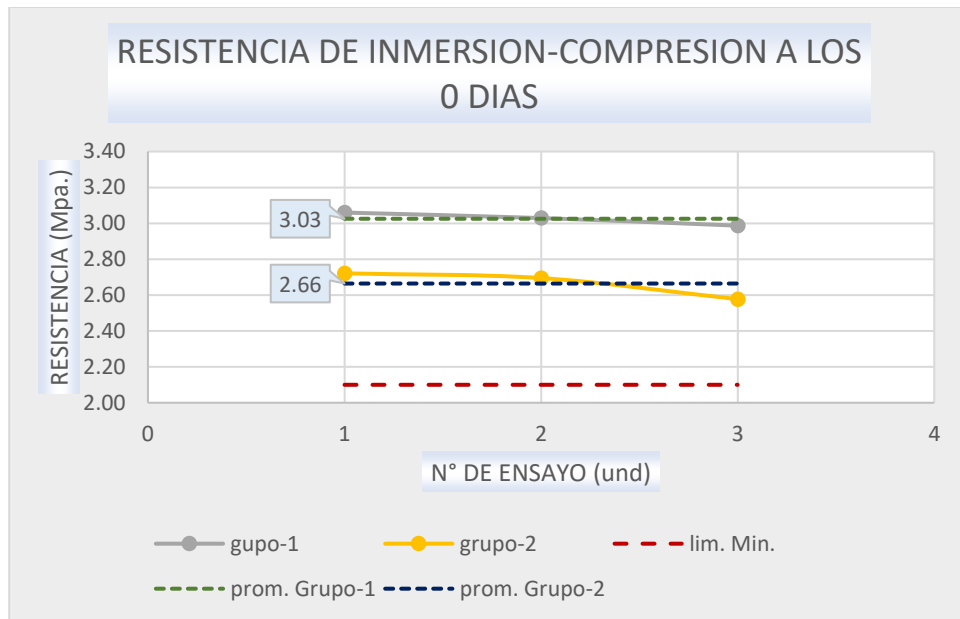


Figura 35: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 0 días de almacenado

Tabla 31: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 0 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 0 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	88.93	88.95	86.29	88.05

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 31, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 0 días, también se presenta la Figura 36, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 88.05 % representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja, el cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

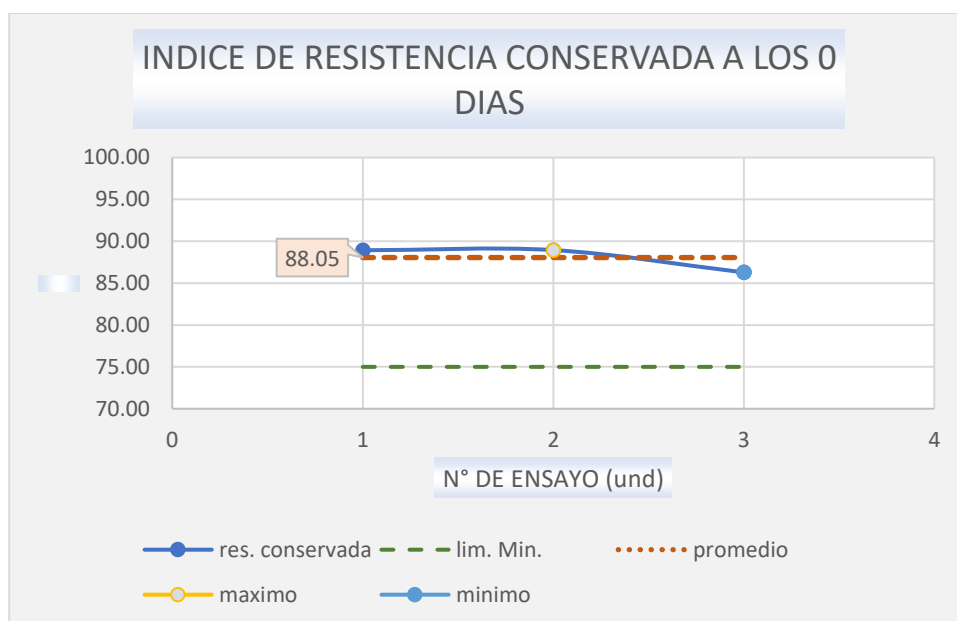


Figura 36: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 0 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.2 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado

Tabla 32: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 7 DIAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.98	2.84	2.90	2.91
GRUPO-02	2.56	2.51	2.53	2.54

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 32, se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo está acondicionada con agua; del mismo modo, se

presenta la Figura 37, donde se representa el promedio del primer grupo de 2.91 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 2.54 Mpa representado por la línea azul; además, la línea rojo representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

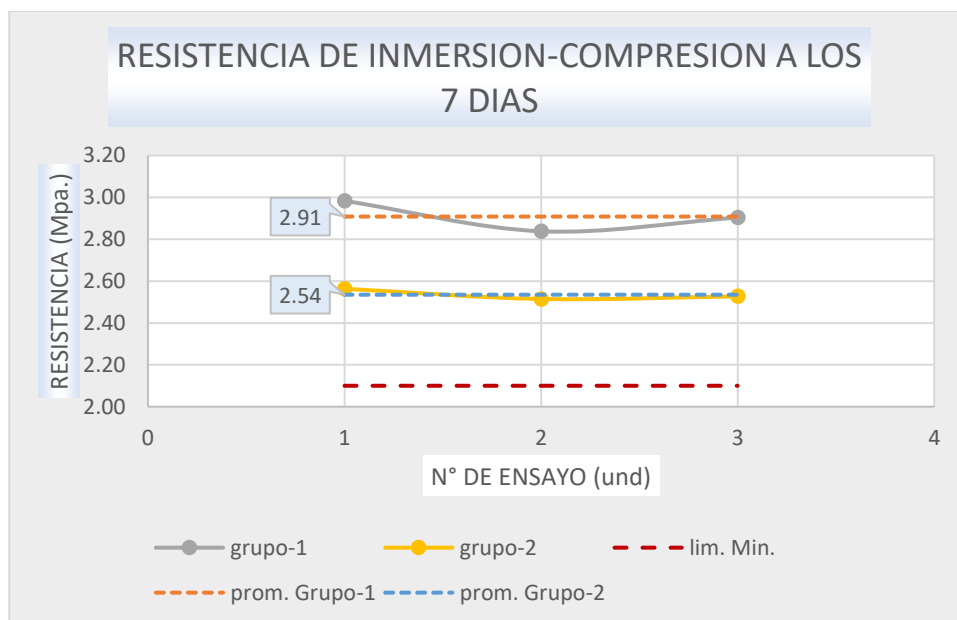


Figura 37: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 33: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 7 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA (%)	85.92	88.60	87.04	87.19

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 33, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 7 días, también se presenta la Figura 38, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 87.19 %

representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja el cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

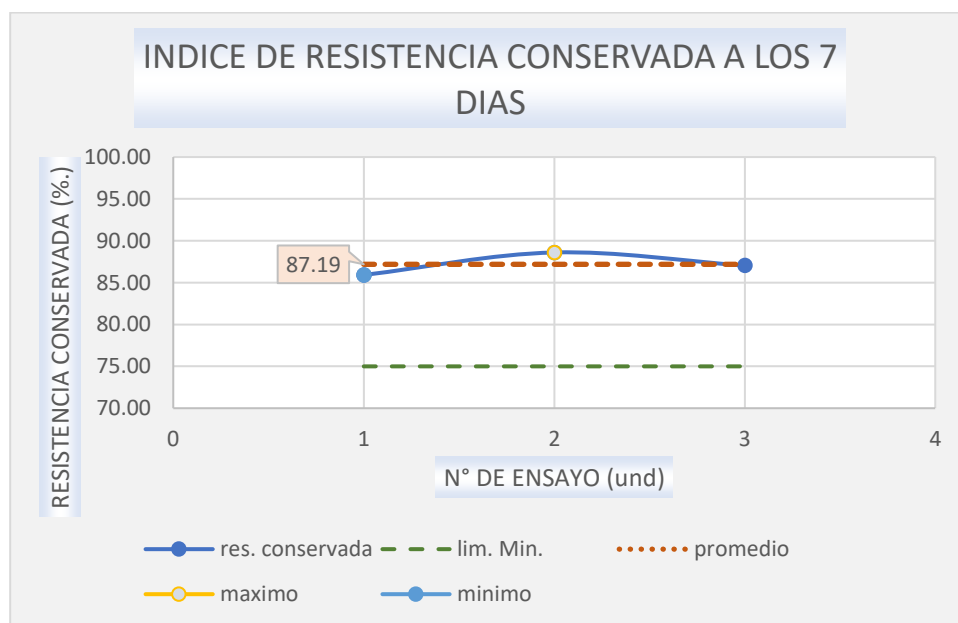


Figura 38: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.3 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 15 días de almacenado

Tabla 34: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 15 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 15 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.88	2.76	2.66	2.77
GRUPO-02	2.51	2.40	2.37	2.43

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 34, se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo esta acondicionada con agua; del mismo modo, se presenta la Figura 39, donde se representa el promedio del primer grupo de 2.77 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 2.43 Mpa representado por la línea azul; además, la línea rojo representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

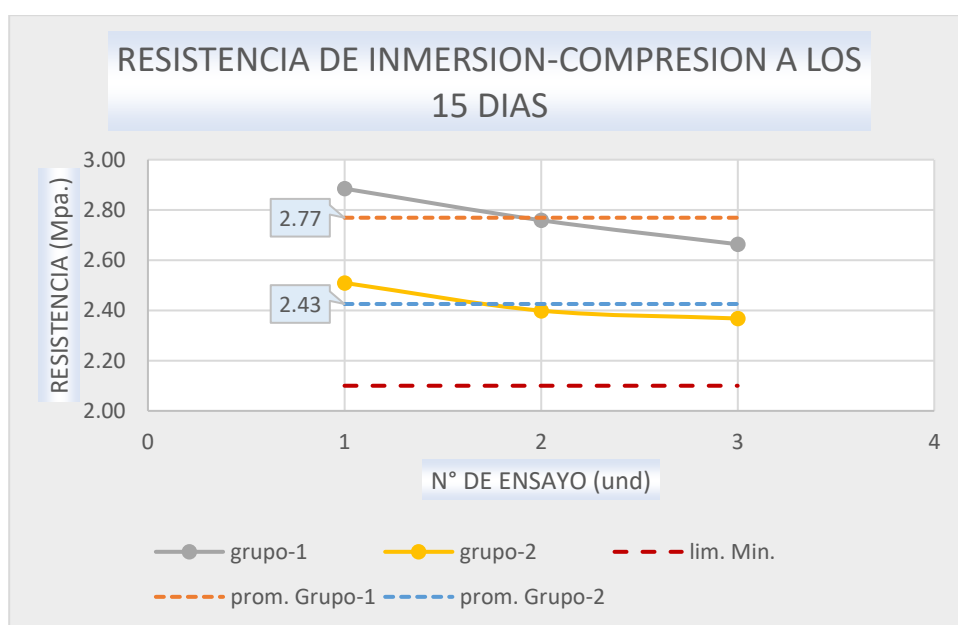


Figura 39: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 15 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 35: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 15 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 15 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA (%)	86.99	86.96	88.90	87.62

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 35, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 15 días, también se presenta la Figura 40, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 87.62 %

representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja el cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

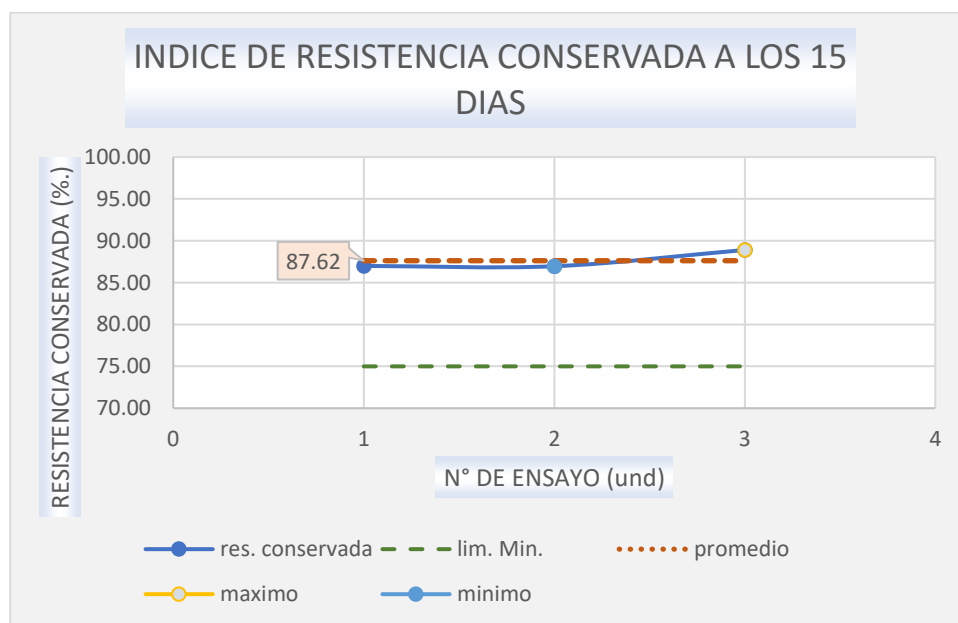


Figura 40: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 15 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.4 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 30 días de almacenado

Tabla 36: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 30 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 30 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.63	2.65	2.51	2.60
GRUPO-02	2.38	2.28	2.14	2.27

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 36, se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo esta acondicionada con agua; del mismo modo, se presenta la Figura 41, donde se representa el promedio del primer grupo de 2.60 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 2.27 Mpa representado por la línea azul; además, la línea rojo representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

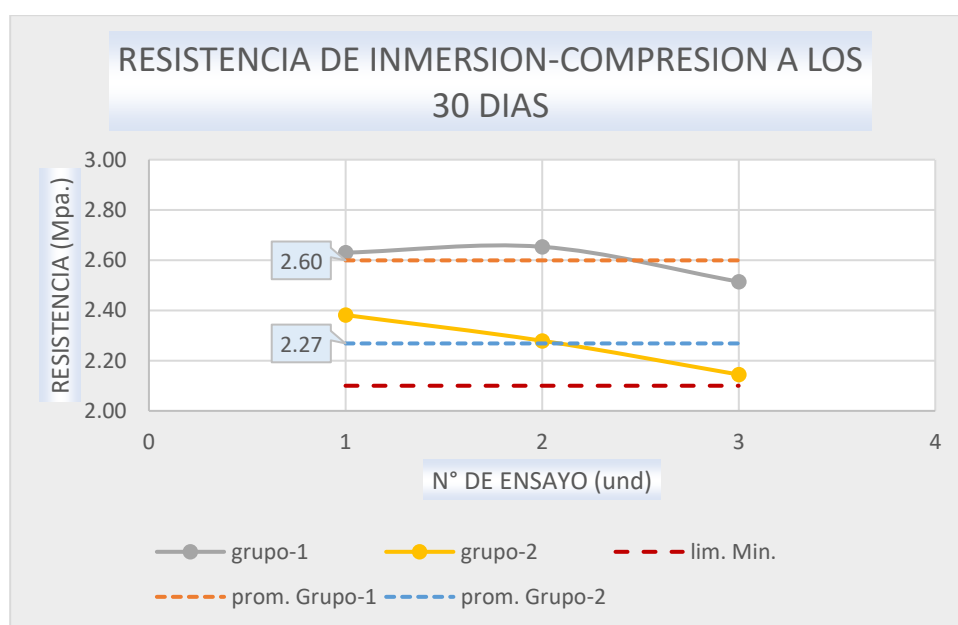


Figura 41: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 30 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 37: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 30 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 30 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA (%)	90.56	85.90	85.29	87.25

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 37, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 30 días, también se presenta la Figura 42, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 87.25 %

representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja el cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

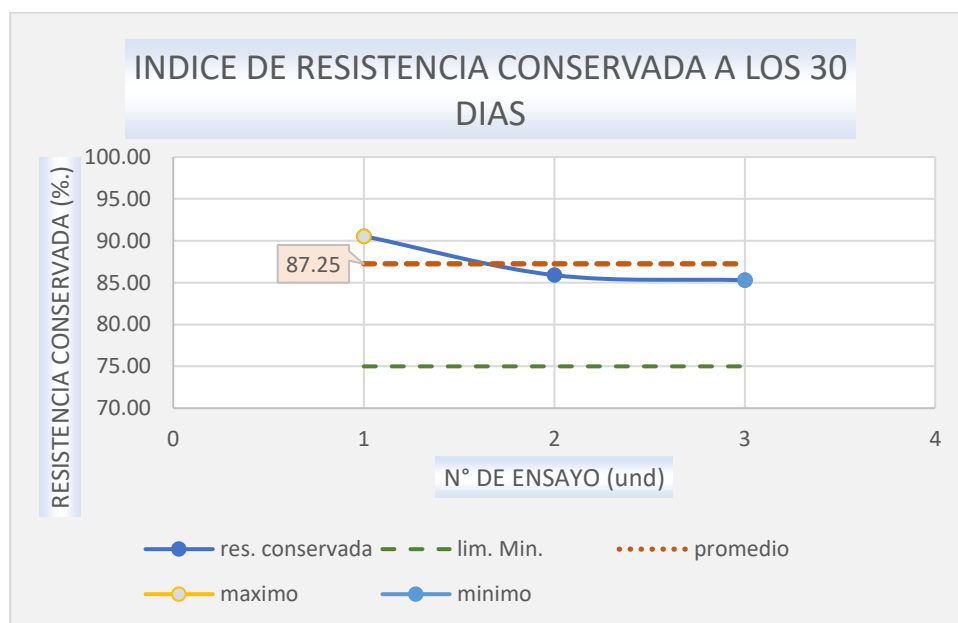


Figura 42: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 30 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.5 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 45 días de almacenado.

Tabla 38: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 45 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 45 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.47	2.60	2.38	2.48
GRUPO-02	2.22	2.19	2.06	2.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 38, se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo está acondicionada con agua; del mismo modo, se presenta la Figura 43, donde se representa el promedio del primer grupo de 2.48 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 2.16 Mpa representado por la línea azul; además, la línea rojo representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

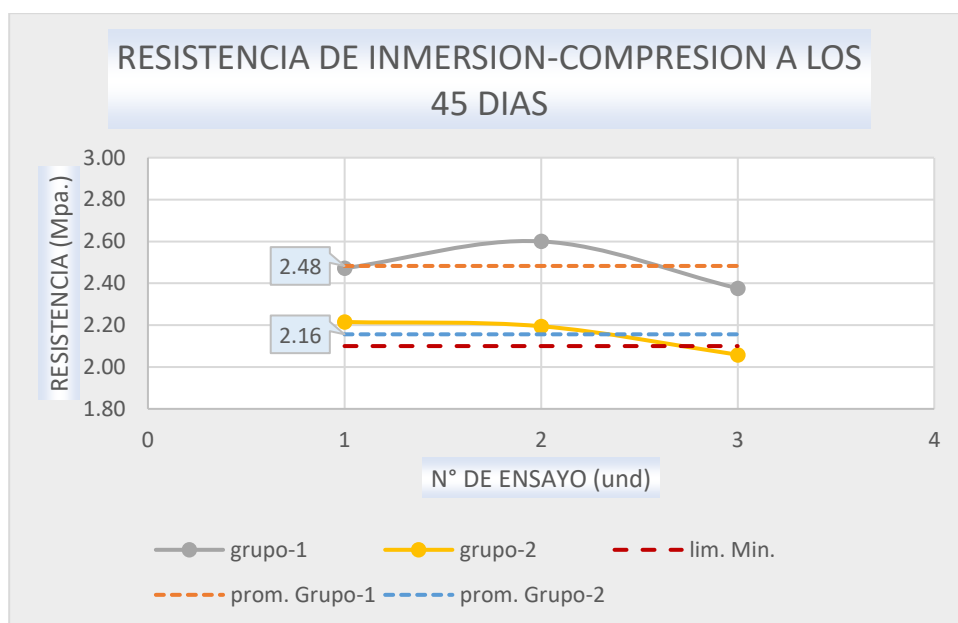


Figura 43: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 45 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 39: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 45 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 45 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA (%)	89.61	84.41	86.64	86.88

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 39, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 45 días, también se presenta la Figura 44, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 86.88 %

representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja el cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

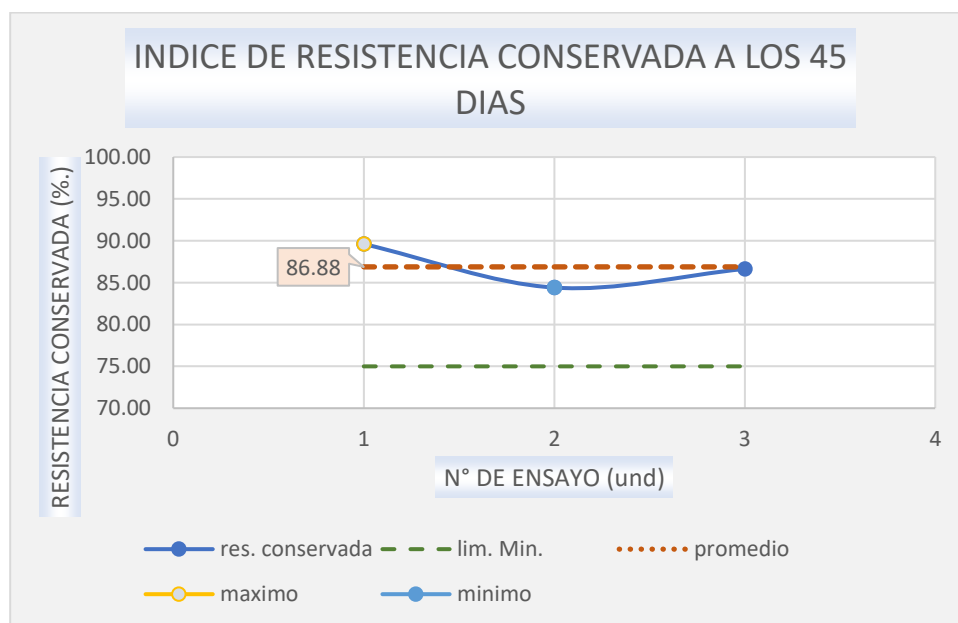


Figura 44: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 45 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.6 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 60 días de almacenado

Tabla 40: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 60 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 60 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.38	2.45	2.31	2.38
GRUPO-02	2.01	2.05	1.95	2.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 40, se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo está acondicionada con agua; del mismo modo, se presenta la Figura 45, donde se representa el promedio del primer grupo de 2.38 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 2.00 Mpa representado por la línea azul; además, la línea rojo representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

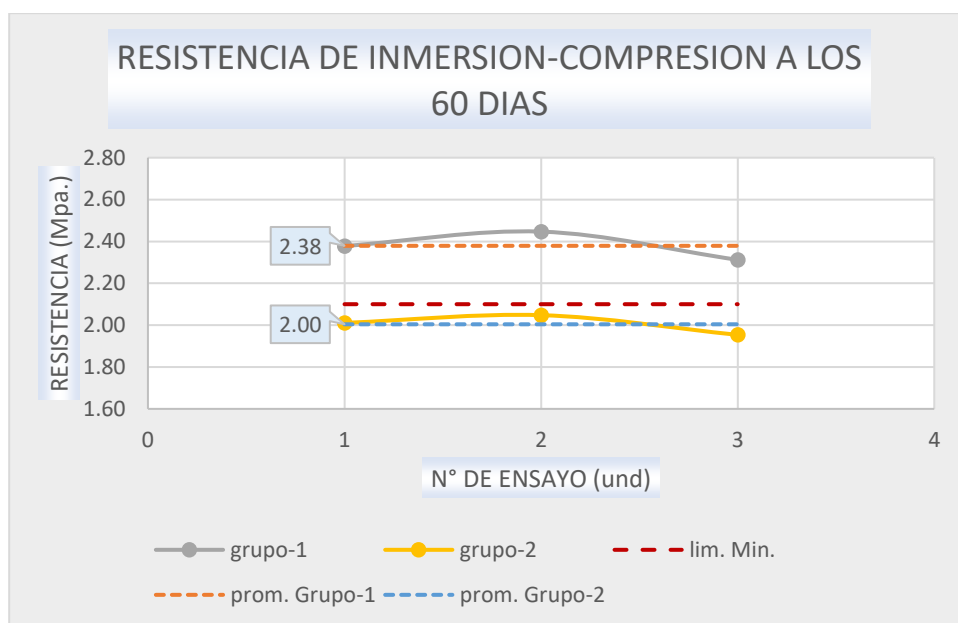


Figura 45: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 60 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 41: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 60 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 60 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA (%)	84.56	83.69	84.50	84.25

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 41, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 60 días, también se presenta la Figura 46, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 84.25 %

representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja el cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

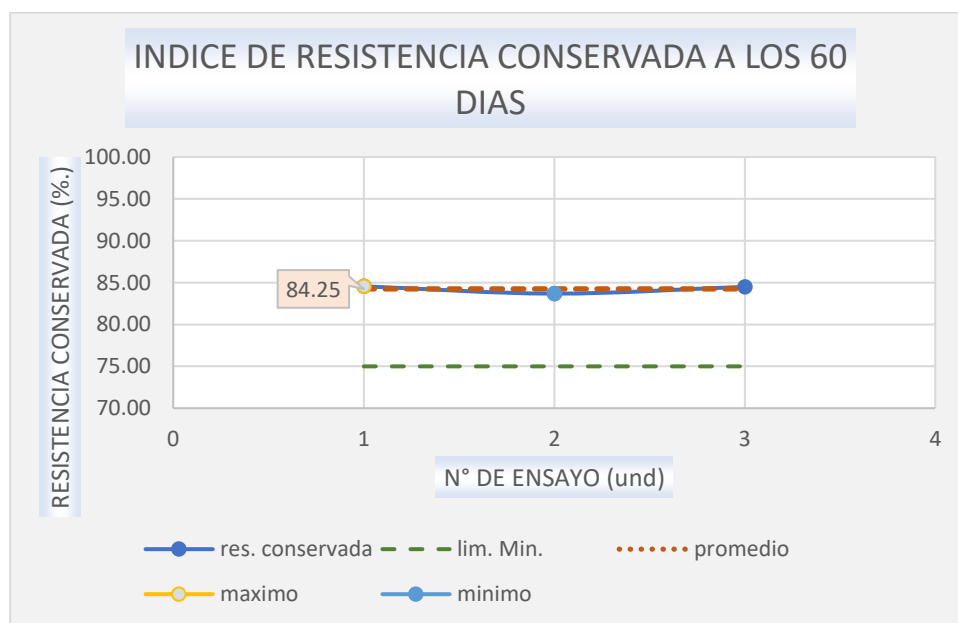


Figura 46: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 60 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.7 Resultados del ensayo de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 75 días de almacenado

Tabla 42: Resultados y promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla premezclada en frío con 75 días de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 75 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.16	2.08	1.87	2.03
GRUPO-02	1.67	1.57	1.53	1.59

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 42 se muestra los resultados del ensayo de inmersión y compresión de las 6 probetas ensayadas que están divididas en dos grupos, el primer grupo en condiciones secas y el segundo grupo está acondicionada con agua; del mismo modo, se presenta la Figura 47, donde se representa el promedio del primer grupo de 2.03 Mpa representado por la línea naranja, y el promedio del segundo grupo de 1.59 Mpa representado por la línea azul; además, la línea rojo representa el límite mínimo 2.1 Mpa requerido por las especificaciones técnicas, el cual está por debajo de los valores obtenidos en el ensayo.

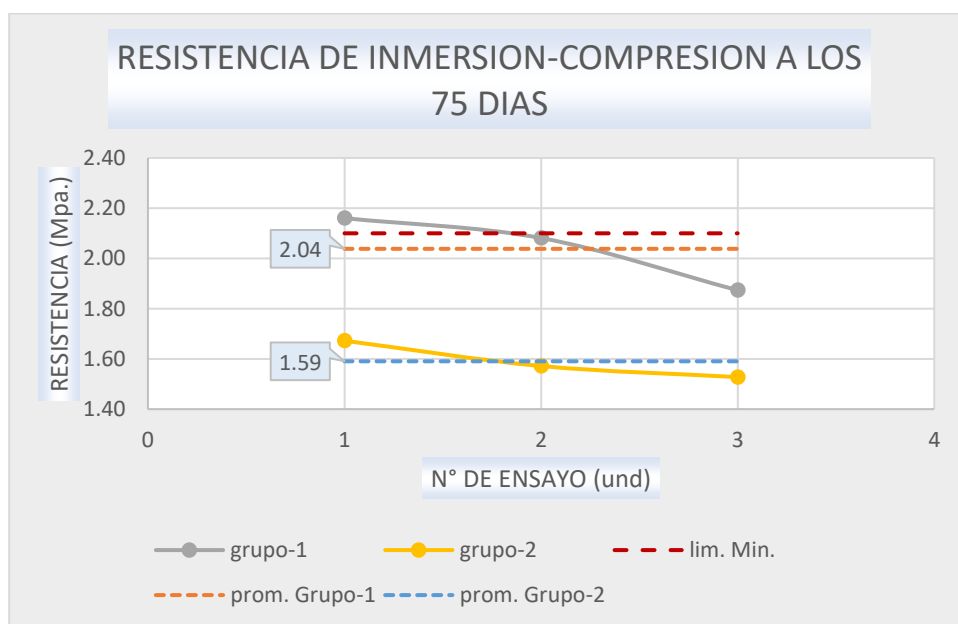


Figura 47: Distribución de grupo 1 y del grupo 2 de inmersión y compresión de la mezcla premezclada en frío con 7 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 43: Resultados de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 75 días de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 75 DÍAS				
DÍAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA (%)	77.41	75.52	81.54	78.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a la Tabla 43, se muestra los resultados de la resistencia conservada del primer grupo y el segundo grupo de inmersión y compresión con un tiempo de almacenado de 75 días, también se presenta la Figura 48, donde se muestra la línea azul el cual representa la distribución de la resistencia conservada; además, se muestra el promedio de 78.16 % representado por la línea de color rojo; por otro lado, se muestra la línea de color naranja el

cual representa el límite mínimo según las especificaciones técnicas del manual de carreteras que se debe considerar.

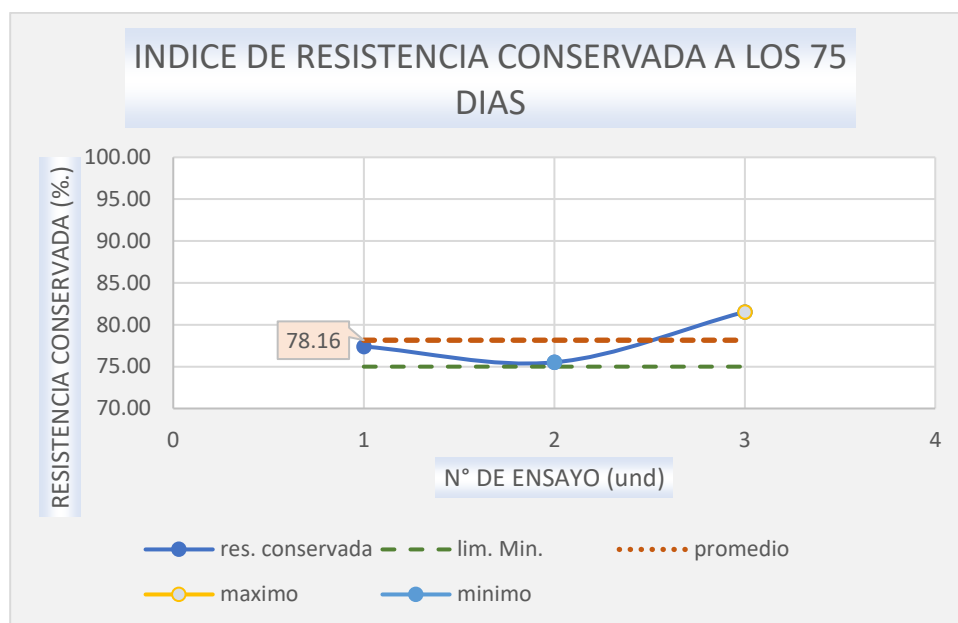


Figura 48: Distribución de la resistencia conservada de la mezcla premezclada en frío con 75 días de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.1 Resumen del ensayo de inmersión y compresión del asfalto en frío premezclado con diferentes tiempos de almacenado

Tabla 44: Resultados de inmersión y compresión del grupo I con diferentes tiempos de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL PRIMER GRUPO				
	M01	M02	M03	promotion
0	3.06	3.03	2.99	3.03
7	2.98	2.84	2.90	2.91
15	2.88	2.76	2.66	2.77
30	2.63	2.65	2.51	2.60

45	2.47	2.60	2.38	2.48
60	2.38	2.45	2.31	2.38
75	2.16	2.08	1.87	2.04

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Tabla 44 se presenta todos los resultados del ensayo de inmersión y compresión del grupo 1 con mezcla asfáltica premezclada en frío obtenidos en los diferentes días de almacenado desde el día 0 hasta un tiempo de 75 días de almacenado, por otro lado se presenta la Figura 49, donde se muestra el comportamiento del ensayo de inmersión y compresión, del grupo 1 el cual presenta una pendiente decreciente con el tiempo de almacenado, esto quiere decir que la resistencia a la compresión disminuye cuando el tiempo de almacenado es mayor.

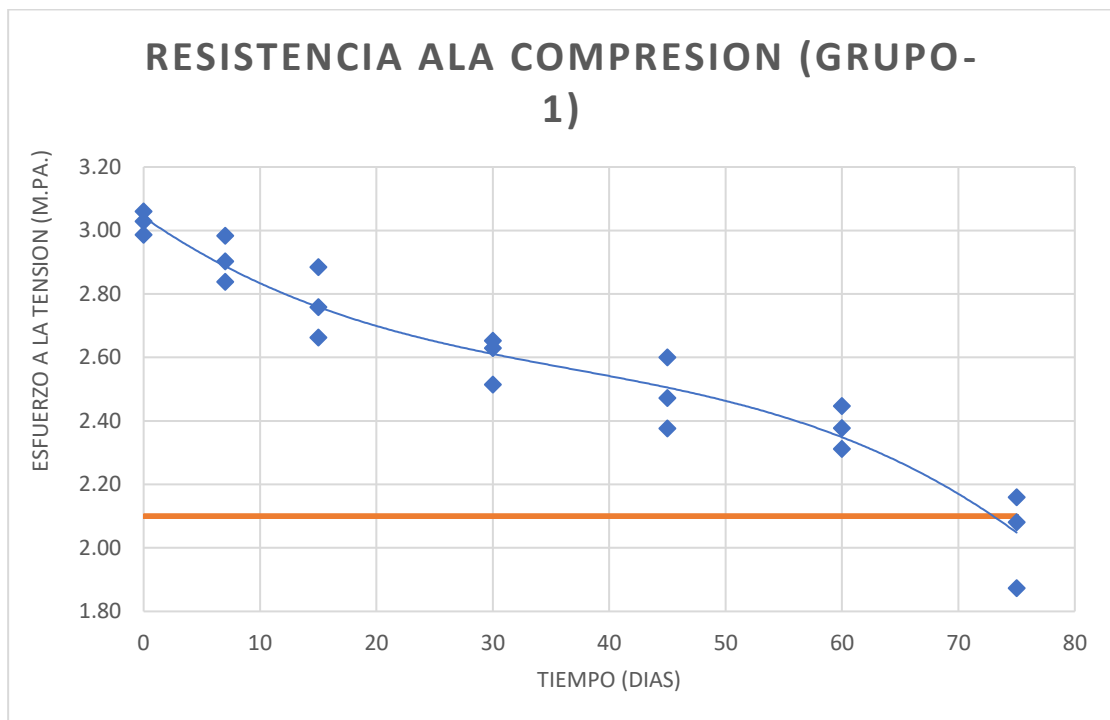


Figura 49: Comportamiento del ensayo de inmersión y compresión con tiempos diferentes de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 45: Resultados de inmersión y compresión del grupo 2 con diferente tiempo de almacenado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL SEGUNDO GRUPO				
	M01	M02	M03	promotion
0	2.72	2.69	2.58	2.66
7	2.56	2.51	2.53	2.54
15	2.51	2.40	2.37	2.43
30	2.38	2.28	2.14	2.27
45	2.22	2.19	2.06	2.16
60	2.01	2.05	1.95	2.00
75	1.67	1.57	1.53	1.59

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Tabla 45 se presenta todos los resultados del ensayo de inmersión y compresión del grupo-2 con mezcla asfáltica premezclada en frío obtenidos en los diferentes días de almacenado desde el día 0 hasta un tiempo de 75 días de almacenado, por otro lado se presenta la figura 50 donde se muestra el comportamiento del ensayo de inmersión y compresión, del grupo -2 el cual presenta una pendiente decreciente con el tiempo de almacenado, esto quiere decir que la resistencia a la compresión disminuye cuando el tiempo de almacenado es mayor.

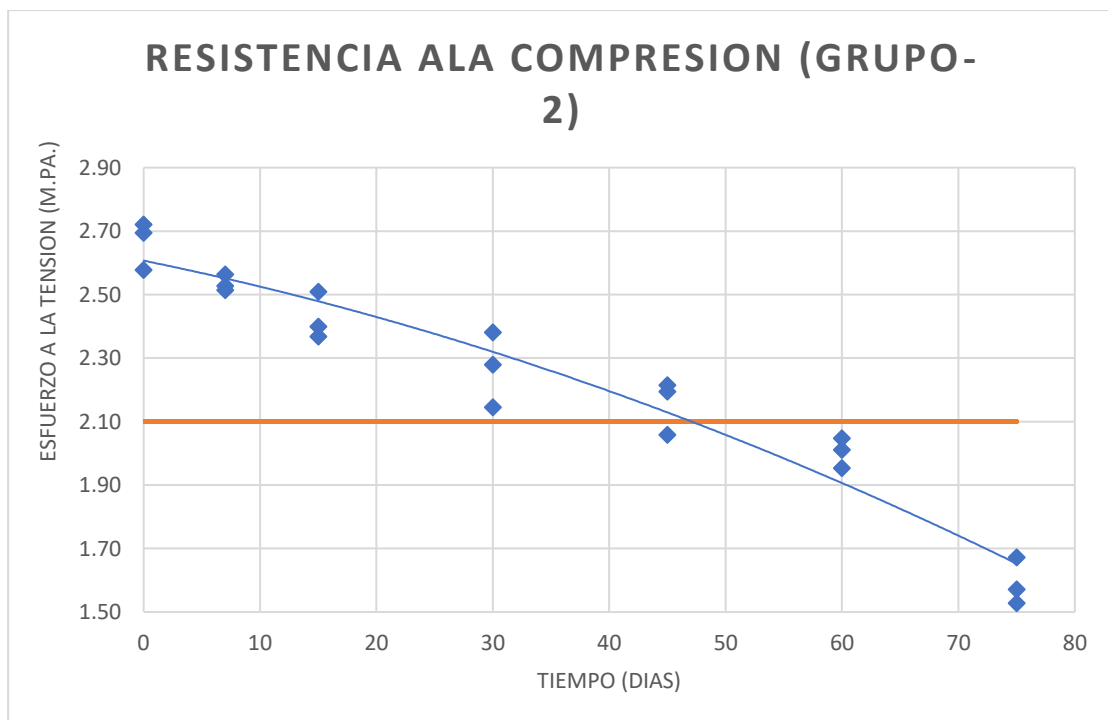


Figura 50: Comportamiento del ensayo de inmersión y compresión del grupo-2 con tiempos diferentes de almacenado.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 46: Resultados de la resistencia conservada con diferentes tiempos de almacenado

RESISTENCIA CONSERVADA CON TIEMPOS DE ALMACENADO DIFERENTES				
	M01	M02	M03	promotion
0	88.93	88.95	86.29	88.05
7	85.92	88.60	87.04	87.19
15	86.99	86.96	88.90	87.62
30	90.56	85.90	85.29	87.25
45	89.61	84.41	86.64	86.88
60	84.56	83.69	84.50	84.25
75	77.41	75.52	81.54	78.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Tabla 46 se presenta todos los resultados de la resistencia conservada de la mezcla asfáltica premezclada en frío obtenidos en los diferentes días de almacenado desde el día 0 hasta un tiempo de 75 días de almacenado, por otro lado se presenta la Figura 51 donde se muestra el comportamiento de la resistencia conservada el cual presenta una pendiente decreciente con el tiempo de almacenado; dicho de otra manera, la resistencia retenida disminuye cuando el tiempo de almacenado es mayor, asimismo, a los 75 días de almacenado presenta la resistencia retenida de 78.15 %, el cual está cerca al límite mínimo de la resistencia retenida.

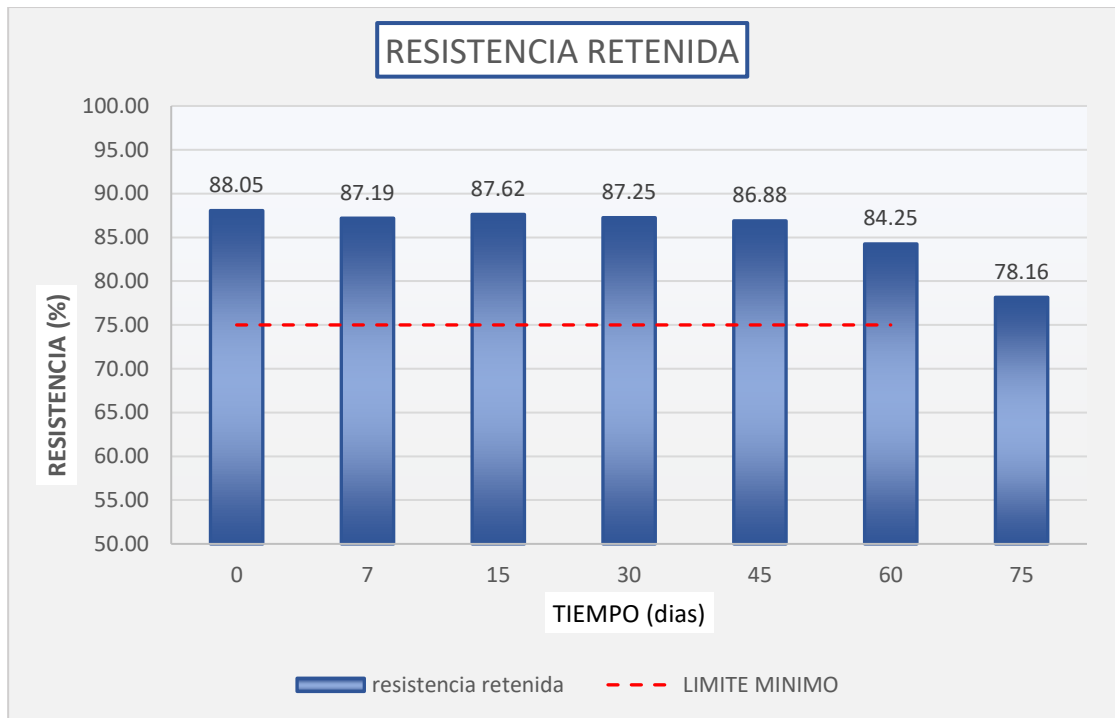


Figura 51: Comportamiento de la resistencia conservada con tiempos diferentes de almacenado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.4.1 Estabilidad (kg):

- Distribución paramétrica:

La distribución paramétrica de los resultados del ensayo de Marshall al determinar la propiedad mecánica de estabilidad del asfalto en frío premezclado determinará si se acepta o rechaza la hipótesis nula planteada a continuación:

Ho: Los resultados de estabilidad del ensayo de Marshall para distintos tiempos de colocación del asfalto en frío premezclado, pertenecen a una distribución normal (datos paramétricos).

En la siguiente distribución paramétrica resulta que todas las significancias por Shapiro-Wilk para grados de libertad de 3, son superiores a 0.05, el valor de referencia máximo establecido. Por lo que se acepta la hipótesis nula y se infiere que los resultados de estabilidad pertenecen a una distribución normal, es decir, son considerados datos paramétricos.

Tabla 47: Distribución paramétrica – Estabilidad (kg) vs. Tiempo de colocación (días)

	Tiempo de colocación (días)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad (kg)	0	,199	3	.	,995	3	,867
	7	,316	3	.	,890	3	,354
	15	,265	3	.	,953	3	,585
	30	,276	3	.	,942	3	,537
	45	,189	3	.	,998	3	,907
	60	,373	3	.	,779	3	,064
	75	,245	3	.	,971	3	,671

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de caja:

El diagrama de caja nos permitirá interpretar los datos para las variables, a través del cual podemos observar los valores mínimo y máximo y mediana de la distribución de resultados de estabilidad del asfalto en frío premezclado para cada tiempo de colocación. Observando que en las gráficas de caja no se presentan valores atípicos por lo que se trabajaran los siguientes análisis con todos los datos, además se observa que hay menor variación de data a los 45 días de tiempo de colocación y mayor variación de data a los 75 días respecto a los resultados de estabilidad.

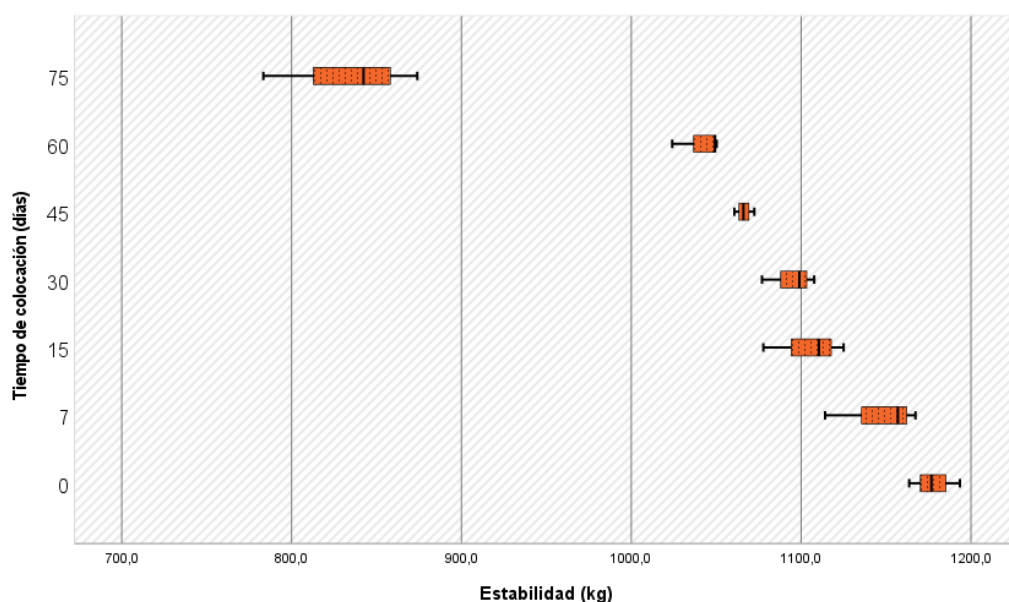


Figura 52: Diagrama de caja – Estabilidad (kg) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Análisis de correlación bivariada:

Tras obtener que los resultados de estabilidad del asfalto en frío premezclado son datos paramétricos y que todos los resultados son válidos se procede con determinar el nivel de correlación entre las variables, es decir, la relación entre la variable independiente “Tiempo de colocación” y la variable dependiente “Estabilidad”. Para ello, se realizó el análisis de correlación por Pearson (por ser datos paramétricos), en el que se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.880 resultando en una correlación negativa alta.

Tabla 48: Análisis de correlación – Estabilidad (kg) vs. Tiempo de colocación (días)

		Tiempo de colocación (días)	Estabilidad (kg)
Tiempo de colocación (días)	Correlación de Pearson	1	-,880 ^{***}
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	21	21
Estabilidad (kg)	Correlación de Pearson	-,880 ^{***}	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	21	21

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Diagrama de burbujas:

La gráfica de burbujas de los resultados de estabilidad del asfalto en frío premezclado a distintos tiempos de colocación se presentan a continuación, en el que se adjunta la línea de ajuste cúbica que indica que a mayor tiempo de

colocación menor es la estabilidad del asfalto en frío premezclado, además se proporciona el valor de R^2 , el cual es de 0.952 lo que nos indica que existe un alto nivel de relación entre el tiempo de colocación y la estabilidad resultante.

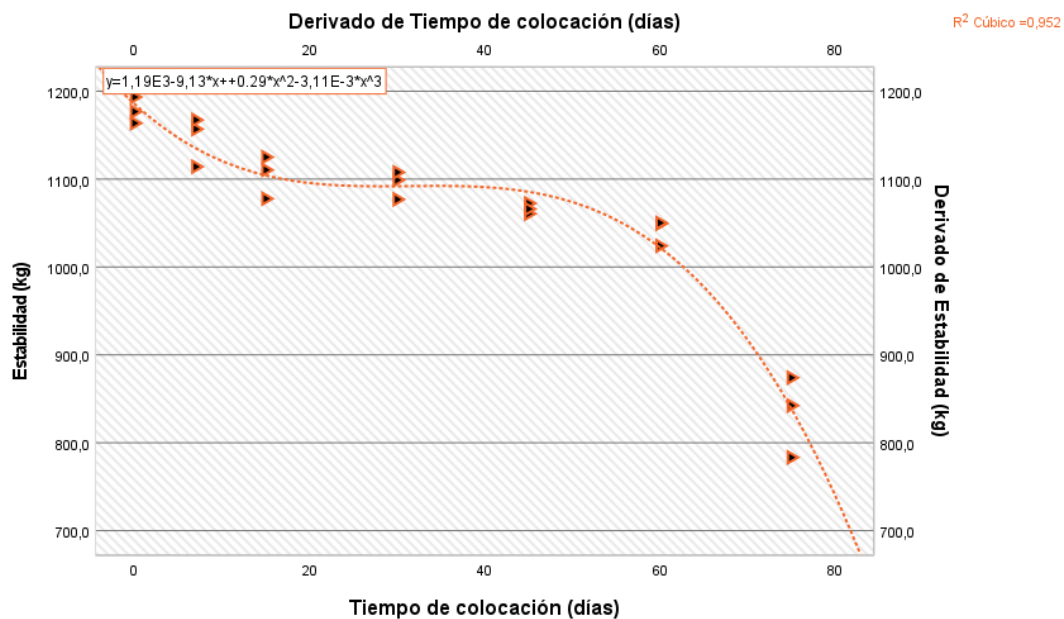


Figura 53: Diagrama de burbujas – Estabilidad (kg) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

4.4.2 Flujo (mm):

- Distribución paramétrica:

La distribución paramétrica de los resultados del ensayo de Marshall al determinar la propiedad mecánica de flujo del asfalto en frío premezclado determinará si se acepta o rechaza la hipótesis nula planteada a continuación:

Ho: Los resultados de flujo del ensayo de Marshall para distintos tiempos de colocación del asfalto en frío premezclado, pertenecen a una distribución normal (datos paramétricos).

En la siguiente distribución paramétrica resulta que todas las significancias por Shapiro-Wilk para grados de libertad de 3, son superiores a 0.05, el valor de referencia máximo establecido. Por lo que se acepta la hipótesis nula y se infiere que los resultados de flujo pertenecen a una distribución normal, es decir, son considerados datos paramétricos.

Tabla 49: Distribución paramétrica – Flujo (mm) vs. Tiempo de colocación (días)

Tiempo de colocación (días)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Flujo (mm) 0	,292	3	.	,923	3	,463
7	,175	3	.	1,000	3	1,000
15	,292	3	.	,923	3	,463
30	,253	3	.	,964	3	,637
45	,253	3	.	,964	3	,637
60	,253	3	.	,964	3	,637
75	,196	3	.	,996	3	,878

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Diagrama de caja:

El diagrama de caja nos permitirá interpretar los datos para las variables, a través de cuál podemos observar los valores mínimo y máximo y mediana de la distribución de resultados de flujo del asfalto en frío premezclado para cada tiempo de colocación. Observando que en las gráficas de caja no se presentan valores atípicos por lo que se trabajaran los siguientes análisis con todos los datos, además se observa que hay menor variación de data a los 7 días de tiempo de colocación y mayor variación de data a los 60 días respecto a los resultados de flujo.

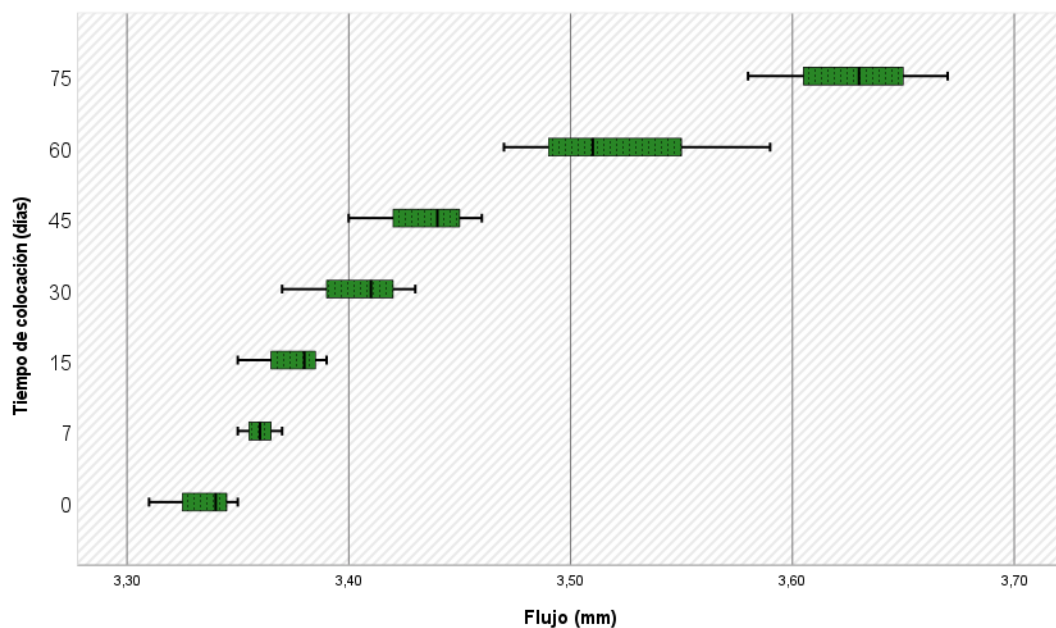


Figura 54: Diagrama de caja – Flujo (mm) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Análisis de correlación bivariada:

Tras obtener que los resultados de flujo del asfalto en frío premezclado son datos paramétricos y que todos los resultados son válidos se procede con determinar el

nivel de correlación entre las variables, es decir, la relación entre la variable independiente “Tiempo de colocación” y la variable dependiente “Flujo”. Para ello, se realizó el análisis de correlación por Pearson (por ser datos paramétricos), en el que se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.923 resultando en una correlación positiva muy alta.

Tabla 50: Análisis de correlación – Flujo (mm) vs. Tiempo de colocación (días)

		Tiempo de colocación (días)	Flujo (mm)
Tiempo de colocación (días)	Correlación de Pearson	1	,923**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	21	21
Flujo (mm)	Correlación de Pearson	,923**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Diagrama de burbujas:

La grafica de burbujas de los resultados de flujo del asfalto en frío premezclado a distintos tiempos de colocación se presentan a continuación, en el que se adjunta la línea de ajuste cúbica que indica que a mayor tiempo de colocación mayor es el flujo del asfalto en frío premezclado, además se proporciona el valor de R², el cual es de 0.916 lo que nos indica que existe un alto nivel de relación entre el tiempo de colocación y el flujo resultante.

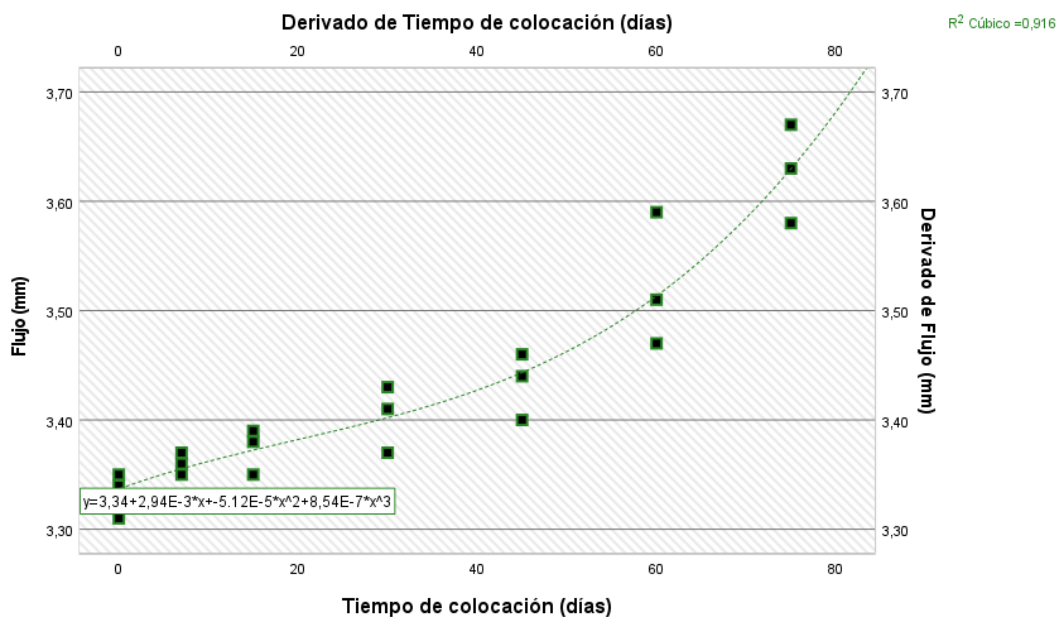


Figura 55: Diagrama de burbujas – Flujo (mm) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

4.4.3 Tracción indirecta (kPa):

- Distribución paramétrica:

La distribución paramétrica de los resultados del ensayo de Lottman al determinar la resistencia a la tracción indirecta del asfalto en frío premezclado determinará si se acepta o rechaza la hipótesis nula planteada a continuación:

Ho: Los resultados de resistencia a la tracción indirecta del ensayo de Lottman para distintos tiempos de colocación del asfalto en frío premezclado, pertenecen a una distribución normal (datos paramétricos).

En la siguiente distribución paramétrica resulta que todas las significancias por Shapiro-Wilk para grados de libertad de 3, son superiores a 0.05, el valor de referencia máximo establecido. Por lo que se acepta la hipótesis nula y se infiere que los resultados de resistencia a la tracción indirecta pertenecen a una distribución normal, es decir, son considerados datos paramétricos.

Tabla 51: Distribución paramétrica – Resistencia a la tracción indirecta (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

	Tiempo de colocación (días)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción indirecta (kPa)	0	,349	3	.	,832	3	,194
	7	,356	3	.	,818	3	,157
	15	,267	3	.	,951	3	,576
	30	,353	3	.	,824	3	,174
	45	,235	3	.	,978	3	,716
	60	,325	3	.	,876	3	,312
	75	,246	3	.	,970	3	,668

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de caja:

El diagrama de caja nos permitirá interpretar los datos para las variables, a través del cual podemos observar los valores mínimo y máximo y mediana de la distribución de resultados de resistencia a la tracción indirecta del asfalto en frío premezclado para cada tiempo de colocación. Observando que en las gráficas de caja no se presentan valores atípicos por lo que se trabajaran los siguientes análisis con todos los datos, además se observa que hay menor variación de data a los 0 días de tiempo de colocación y mayor variación de data a los 30 días respecto a los resultados de resistencia a la tracción indirecta.

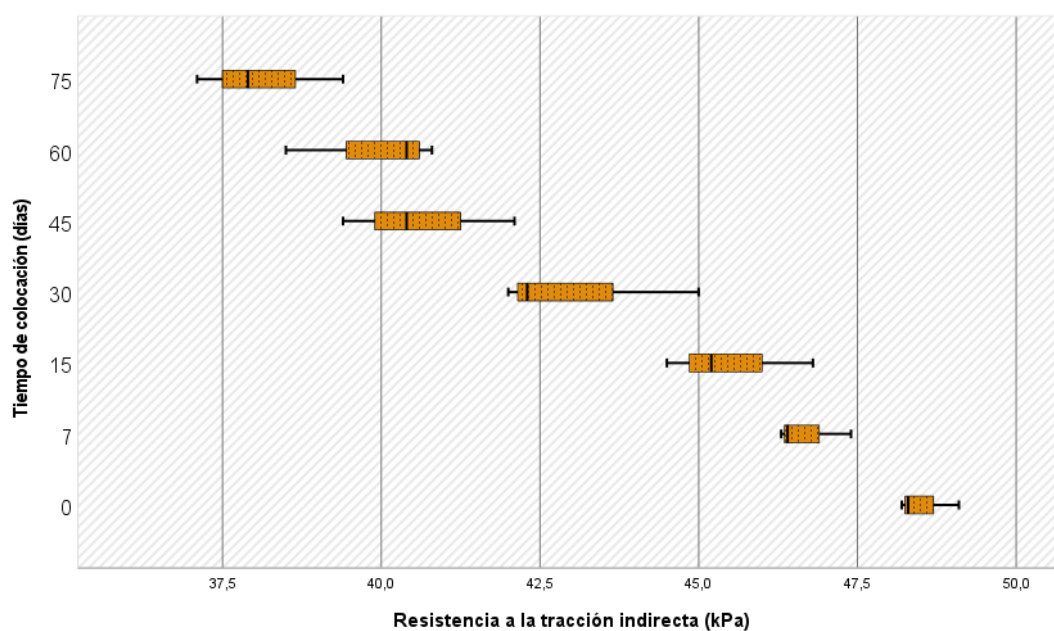


Figura 56: Diagrama de caja – Resistencia a la tracción indirecta (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Análisis de correlación bivariada:

Tras obtener que los resultados de resistencia a la tracción indirecta del asfalto en frío premezclado son datos paramétricos y que todos los resultados son válidos se procede con determinar el nivel de correlación entre las variables, es decir, la relación entre la variable independiente “Tiempo de colocación” y la variable dependiente “Resistencia a la tracción indirecta”. Para ello, se realizó el análisis de correlación por Pearson (por ser datos paramétricos), en el que se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.953 resultando en una correlación negativa muy alta.

Tabla 52: Análisis de correlación – Resistencia a la tracción indirecta (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

		Tiempo de colocación (días)	Resistencia a la tracción indirecta (kPa)
Tiempo de colocación (días)	Correlación de Pearson	1	-,953**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	21	21
Resistencia a la tracción indirecta (kPa)	Correlación de Pearson	-,953**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de burbujas:

La grafica de burbujas de los resultados de resistencia a la tracción indirecta del asfalto en frío premezclado a distintos tiempos de colocación se presentan a continuación, en el que se adjunta la línea de ajuste cúbica que indica que a mayor tiempo de colocación menor es la resistencia a la tracción indirecta del asfalto en frío premezclado, además se proporciona el valor de R², el cual es de 0.930 lo que nos indica que existe un alto nivel de relación entre el tiempo de colocación y la resistencia a la tracción indirecta resultante.

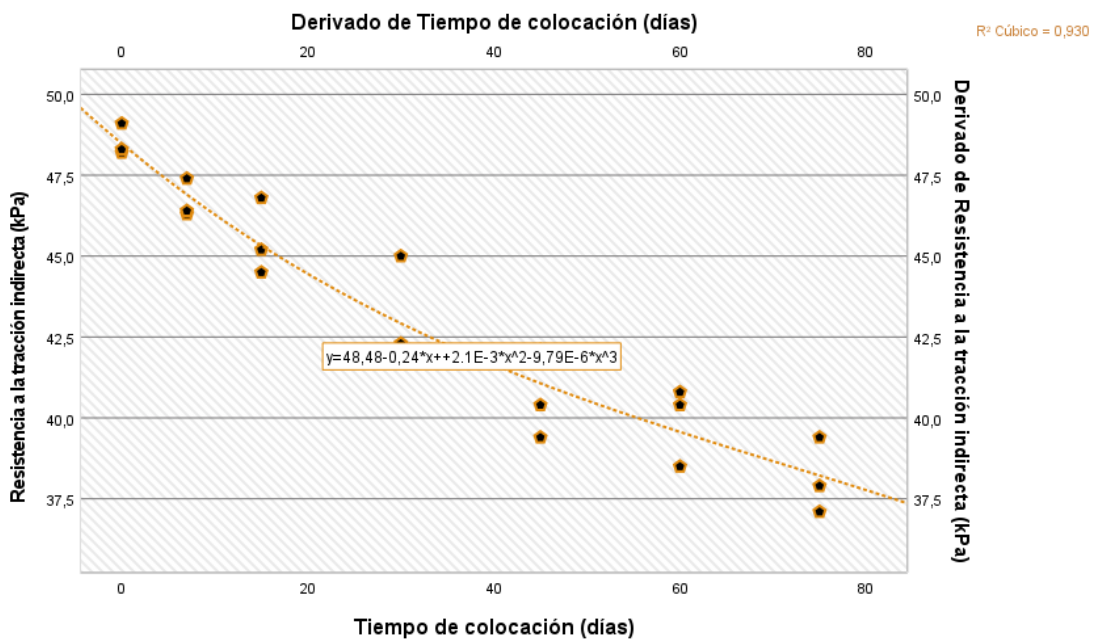


Figura 57: Diagrama de burbujas – Resistencia a la tracción indirecta (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

4.4.4 Resistencia a la compresión en seco (kPa):

- Distribución paramétrica:

La distribución paramétrica de los resultados del ensayo de daño por humedad al determinar la resistencia a la compresión en seco del asfalto en frío premezclado determinará si se acepta o rechaza la hipótesis nula planteada a continuación:

Ho: Los resultados de resistencia a la compresión en seco del ensayo de daño por humedad para distintos tiempos de colocación del asfalto en frío premezclado, pertenecen a una distribución normal (datos paramétricos).

En la siguiente distribución paramétrica resulta que todas las significancias por Shapiro-Wilk para grados de libertad de 3, son superiores a 0.05, el valor de referencia máximo establecido. Por lo que se acepta la hipótesis nula y se infiere

que los resultados de resistencia a la compresión en seco pertenecen a una distribución normal, es decir, son considerados datos paramétricos.

Tabla 53: Distribución paramétrica – Resistencia a la compresión en seco (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

	Tiempo de colocación (días)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión en seco (kPa)	0	,204	3	.	,993	3	,843
	7	,204	3	.	,993	3	,843
	15	,191	3	.	,997	3	,900
	30	,337	3	.	,855	3	,253
	45	,215	3	.	,989	3	,800
	60	,175	3	.	1,000	3	1,000
	75	,280	3	.	,937	3	,516

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de caja:

El diagrama de caja nos permitirá interpretar los datos para las variables, a través del cual podemos observar los valores mínimo y máximo y mediana de la distribución de resultados de resistencia a la compresión en seco del asfalto en frío premezclado para cada tiempo de colocación. Observando que en las gráficas de caja no se presentan valores atípicos por lo que se trabajaran los siguientes análisis con todos los datos, además se observa que hay menor variación de data a los 0 días de tiempo de colocación y mayor variación de data a los 75 días respecto a los resultados de resistencia a la compresión en seco.

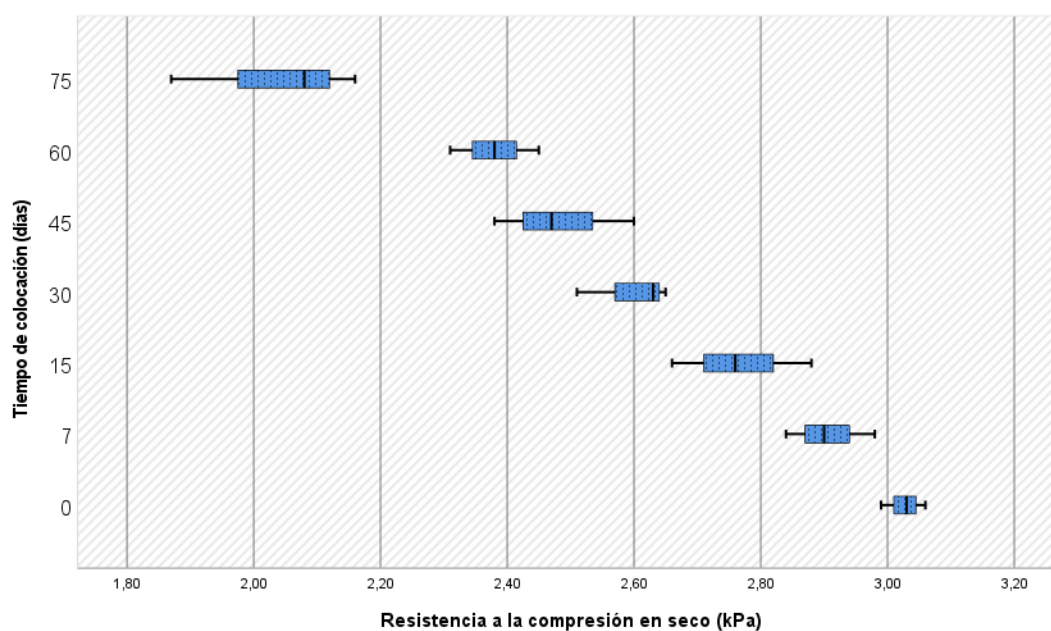


Figura 58: Diagrama de caja – Resistencia a la compresión en seco (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Análisis de correlación bivariado:

Tras obtener que los resultados de resistencia a la compresión en seco del asfalto en frío premezclado son datos paramétricos y que todos los resultados son válidos se procede con determinar el nivel de correlación entre las variables, es decir, la relación entre la variable independiente “Tiempo de colocación” y la variable dependiente “Resistencia a la compresión en seco”. Para ello, se realizó el análisis de correlación por Pearson (por ser datos paramétricos), en el que se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.956 resultando en una correlación negativa muy alta.

Tabla 54: Análisis de correlación – Resistencia a la compresión en seco (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

		Tiempo de colocación (días)	Resistencia a la compresión en seco (kPa)
Tiempo de colocación (días)	Correlación de Pearson	1	-,956**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	21	21
Resistencia a la compresión en seco (kPa)	Correlación de Pearson	-,956**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de burbujas:

La gráfica de burbujas de los resultados de resistencia a la compresión en seco del asfalto en frío premezclado a distintos tiempos de colocación se presentan a continuación, en el que se adjunta la línea de ajuste cúbica que indica que a mayor tiempo de colocación menor es la resistencia a la compresión en seco del asfalto en frío premezclado, además se proporciona el valor de R², el cual es de 0.938 lo que nos indica que existe un alto nivel de relación entre el tiempo de colocación y la resistencia a la compresión en seco resultante.

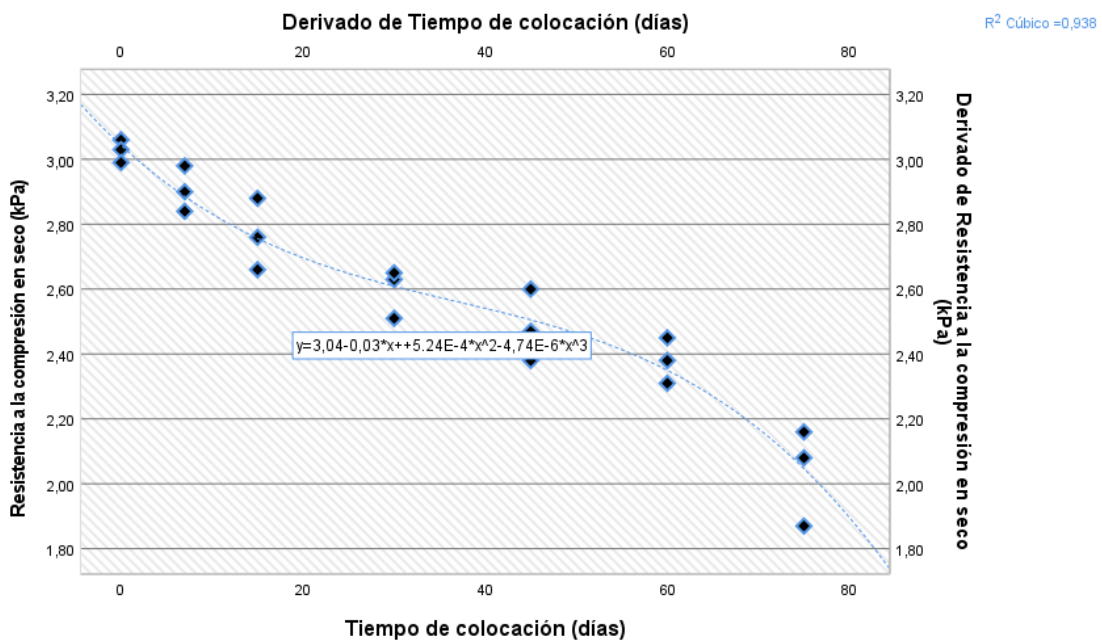


Figura 59: Diagrama de burbujas – Resistencia a la compresión en seco (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

4.4.5 Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa):

- Distribución paramétrica:

La distribución paramétrica de los resultados del ensayo de daño por humedad al determinar la resistencia a la compresión tras inmersión del asfalto en frío premezclado determinará si se acepta o rechaza la hipótesis nula planteada a continuación:

H₀: Los resultados de resistencia a la compresión tras inmersión del ensayo de daño por humedad para distintos tiempos de colocación del asfalto en frío premezclado, pertenecen a una distribución normal (datos paramétricos).

En la siguiente distribución paramétrica resulta que todas las significancias por Shapiro-Wilk para grados de libertad de 3, son superiores a 0.05, el valor de referencia máximo establecido. Por lo que se acepta la hipótesis nula y se infiere que los resultados de resistencia a la compresión tras inmersión pertenecen a una distribución normal, es decir, son considerados datos paramétricos.

Tabla 55: Distribución paramétrica – Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

	Tiempo de colocación (días)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa)	0	,308	3	.	,902	3	,391
	7	,219	3	.	,987	3	,780
	15	,308	3	.	,902	3	,391
	30	,211	3	.	,991	3	,817
	45	,319	3	.	,885	3	,339
	60	,219	3	.	,987	3	,780
	75	,276	3	.	,942	3	,537

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Diagrama de caja:

El diagrama de caja nos permitirá interpretar los datos para las variables, a través del cual podemos observar los valores mínimo y máximo y mediana de la distribución de resultados de resistencia a la compresión tras inmersión del asfalto en frío premezclado para cada tiempo de colocación. Observando que en las gráficas de caja no se presentan valores atípicos por lo que se trabajarán los siguientes análisis con todos los datos, además se observa que hay menor variación de data a los 7 días de tiempo de colocación y mayor variación de data a los 30 días respecto a los resultados de resistencia a la compresión tras inmersión.

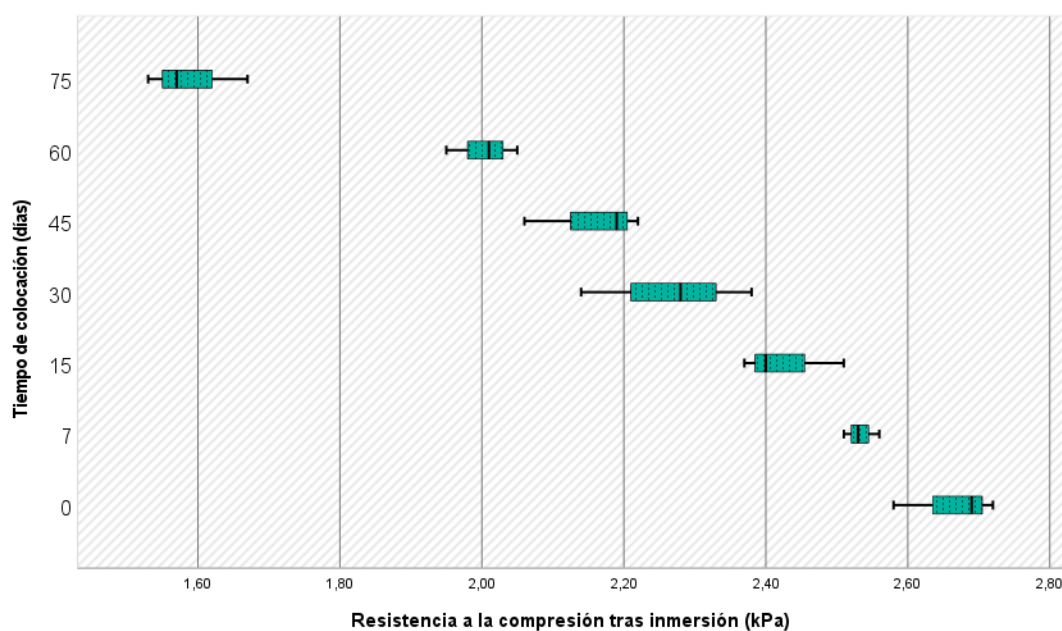


Figura 60: Diagrama de caja – Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Análisis de correlación bivariada:

Tras obtener que los resultados de resistencia a la compresión tras inmersión del asfalto en frío premezclado son datos paramétricos y que todos los resultados son válidos se procede con determinar el nivel de correlación entre las variables, es decir, la relación entre la variable independiente “Tiempo de colocación” y la variable dependiente “Resistencia a la compresión tras inmersión”. Para ello, se realizó el análisis de correlación por Pearson (por ser datos paramétricos), en el que se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.962 resultando en una correlación negativa muy alta.

Tabla 56: Análisis de correlación – Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

		Tiempo de colocación (días)	Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa)
Tiempo de colocación (días)	Correlación de Pearson	1	-,962**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	21	21
Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa)	Correlación de Pearson	-,962**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de burbujas:

La gráfica de burbujas de los resultados de resistencia a la compresión tras inmersión del asfalto en frío premezclado a distintos tiempos de colocación se presentan a continuación, en el que se adjunta la línea de ajuste cúbica que indica que a mayor tiempo de colocación menor es la resistencia a la compresión tras inmersión del asfalto en frío premezclado, además se proporciona el valor de R^2 , el cual es de 0.965 lo que nos indica que existe un alto nivel de relación entre el tiempo de colocación y la resistencia a la compresión tras inmersión resultante.

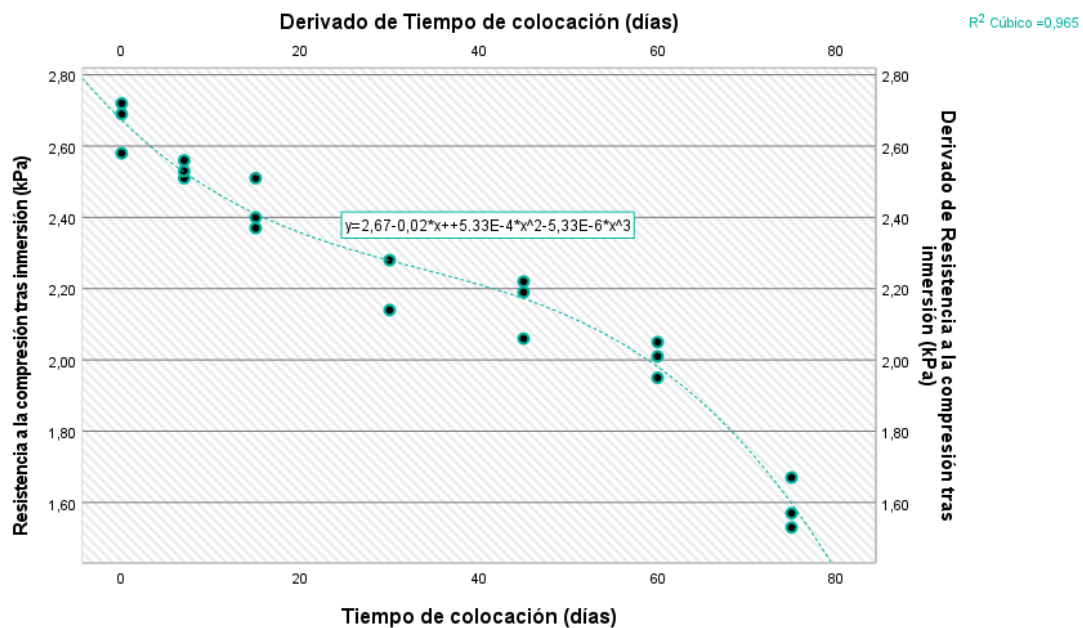


Figura 61: Diagrama de burbujas – Resistencia a la compresión tras inmersión (kPa) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

4.4.6 Resistencia retenida (%):

- Distribución paramétrica:

La distribución paramétrica de los resultados de la resistencia retenida del asfalto en frío premezclado determinará si se acepta o rechaza la hipótesis nula planteada a continuación:

Ho: Los resultados de resistencia retenida para distintos tiempos de colocación del asfalto en frío premezclado, pertenecen a una distribución normal (datos paramétricos).

En la siguiente distribución paramétrica resulta que una de las significancias por Shapiro-Wilk para grados de libertad de 3, es 0.012 inferior a 0.05, el valor de referencia máximo establecido. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere

que los resultados de resistencia retenida no pertenecen a una distribución normal, es decir, son considerados datos no paramétricos.

Tabla 57: Distribución paramétrica – Resistencia retenida (%) vs. Tiempo de colocación (días)

	Tiempo de colocación (días)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia retenida (%)	0	,383	3	.	,756	3	,012
	7	,210	3	.	,991	3	,820
	15	,380	3	.	,762	3	,026
	30	,347	3	.	,836	3	,202
	45	,204	3	.	,993	3	,843
	60	,363	3	.	,801	3	,118
	75	,262	3	.	,956	3	,596

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

▪ Diagrama de caja:

El diagrama de caja nos permitirá interpretar los datos para las variables, a través del cual podemos observar los valores mínimo y máximo y mediana de la distribución de resultados de resistencia retenida del asfalto en frío premezclado para cada tiempo de colocación. Observando que en las gráficas de caja no se presentan valores atípicos por lo que se trabajaran los siguientes análisis con todos los datos, además se observa que hay menor variación de data a los 60 días de tiempo de colocación y mayor variación de data a los 75 días respecto a los resultados de resistencia retenida.

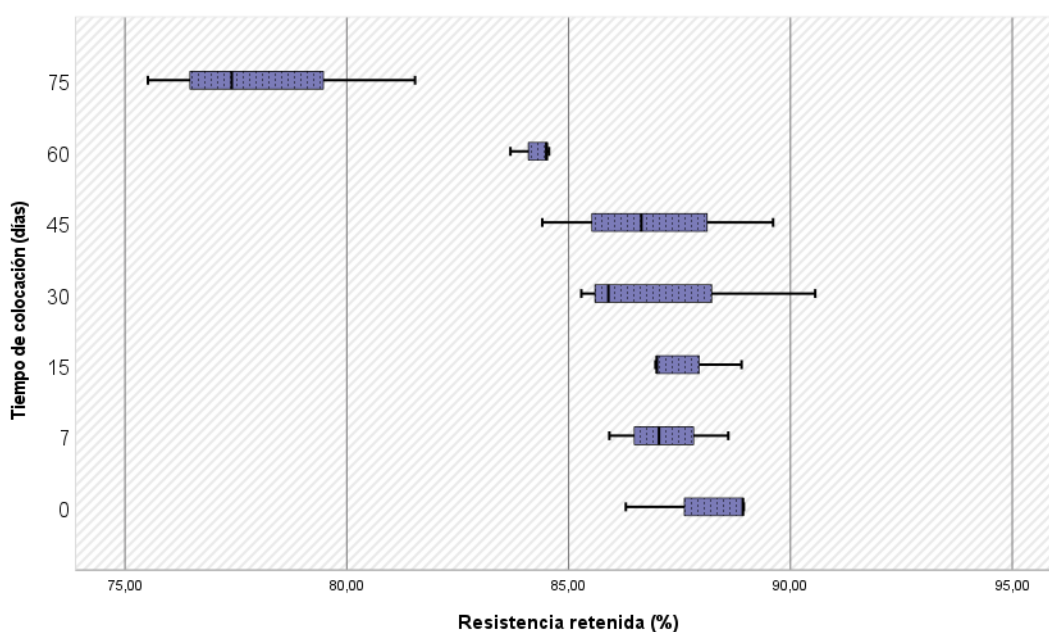


Figura 62: Diagrama de caja – Resistencia retenida (%) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Análisis de correlación bivariada:

Tras obtener que los resultados de resistencia retenida del asfalto en frío premezclado son datos no paramétricos y que todos los resultados son válidos se procede con determinar el nivel de correlación entre las variables, es decir, la relación entre la variable independiente “Tiempo de colocación” y la variable dependiente “Resistencia retenida”. Para ello, se realizó el análisis de correlación por Rho de Spearman (por ser datos no paramétricos), en el que se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.712 resultando en una correlación negativa alta.

Tabla 58: Análisis de correlación – Resistencia retenida (%) vs. Tiempo de colocación (días)

			Tiempo de colocación (días)	Resistencia retenida (%)
Rho de Spearman	Tiempo de colocación (días)	Coefficiente de correlación	1,000	-,712**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	21	21
	Resistencia retenida (%)	Coefficiente de correlación	-,712**	1,000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

- Diagrama de burbujas:

La grafica de burbujas de los resultados de resistencia retenida del asfalto en frío premezclado a distintos tiempos de colocación se presentan a continuación, en el que se adjunta la línea de ajuste cúbica que indica que a mayor tiempo de colocación menor es la resistencia retenida del asfalto en frío premezclado, además se proporciona el valor de R², el cual es de 0.784 lo que nos indica que existe un moderado nivel de relación entre el tiempo de colocación y la resistencia retenida resultante.

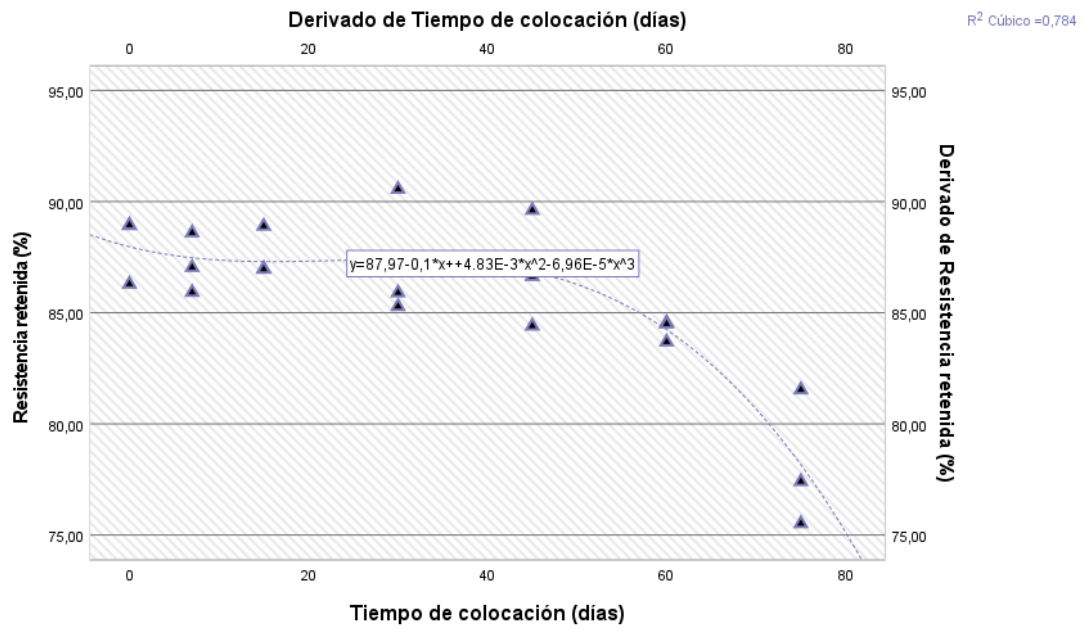


Figura 63: Diagrama de burbujas – Resistencia retenida (%) vs. Tiempo de colocación (días)

Fuente: Elaboración con IBM SPSS Statistics

5 CAPÍTULO V: DISCUSIONES

5.1 Discusión 1

En la influencia en el tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado en Huancayo y a partir de los ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas con tiempos de almacenado de 0, 7, 15, 30, 45, 60, y 75 días, concluyendo que el tiempo de colocación del asfalto sí influye en las propiedades mecánicas toda vez que existe una exposición a la variación de la temperatura, clima de manera que el tiempo de almacenado de la mezcla el cual genera pérdidas de 345.5 kg. Hasta con 75 días, en la fluencia se obtuvo 0.3 mm hasta 75 días de almacenado, en cuanto a la tracción indirecta se redujo hasta 10.5 kpa; además, la resistencia retenida obtenida es de una reducción de 9.89 % en 75 días de almacenado obtenida con un asfalto premezclado en frío con asfalto rebajado RC-250. En el estudio realizado por (Pedreira, 2021) muestra en su investigación una reducción de las propiedades mecánicas, tal es así, que presenta una reducción de estabilidad de 254 kgf, en cuanto a la fluidez presenta una reducción de 2.54 mm, en cuanto a la resistencia a la tracción obtuvo 0.049 mpa, estas reducciones de esta investigación se obtuvo a 60 días de almacenado de la mezcla asfáltica premezclado en frío con emulsión asfáltica tipo RL-1C, esta diferencia que existe de valores obtenidos posiblemente es porque trabajo con diferentes tipos de asfalto como son asfalto rebajado RC-250 y emulsión asfáltica RL-1C.

5.2 Discusión 2

La influencia del tiempo de colocación en el valor de estabilidad Marshall del asfalto en frío premezclado en Huancayo mediante los resultados obtenidos de la estabilidad de dicho material y tomando en cuenta el día 0 de almacenado de la estabilidad como un asfalto patrón y respecto a este punto existe una reducción en los resultados de la estabilidad; ya que la estabilidad con un tiempo de almacenado de 0 días o patrón es de 1178.8 kg. Y con un tiempo de almacenado se tiene una estabilidad de 833.3 kg. Asimismo, con un tiempo de almacenado de 75 días la estabilidad se encuentra en el límite mínimo de las especificaciones técnicas; en cambio, en los resultados de la fluencia de la mezcla asfáltica premezclado en frío se obtuvo un aumento en la deformación; donde, en el tiempo 0 días de almacenado presenta 3.33 mm. de deformación y con 75 días de almacenado de la mezcla se tiene 3.63 mm. de deformación, además con 60 días de almacenado la deformación del

asfalto se encuentra por encima del límite superior de las especificaciones técnicas, por lo tanto, se concluye que el tiempo de colocado del asfalto reduce la estabilidad; en cambio, en la fluencia aumenta la deformación. En el estudio realizado por (Cuba Cardenas) presenta un valor mínimo de 1589.72 kg. Y 5 mm de flujo mínimo con emulsión CSS-1h, de manera que los vales obtenidos no coinciden con los valores obtenidos en la presente investigación esto se debe a que se trabajaron con materiales diferentes.

5.3 Discusión 3

La influencia en el tiempo de colocación en el valor de Tracción indirecta del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado en Huancayo. Teniendo en cuenta que la que el tiempo de 75 días almacenado disminuye la resistencia a la tracción indirecta respecto al asfalto patrón. Ya que la resistencia a la tracción indirecta a un tiempo de almacenado de 75 días es de 38.1 kpa. Siendo menor a la resistencia a la tracción con asfalto almacenado de 0 días, es decir que existe un decrecimiento en la resistencia a la tracción indirecta del asfalto, dejando la posibilidad de realizar mayores estudios con otros tiempos, mayores a 75 días de almaceno o colocado. En el estudio realizado por (Arias Fuya, y otros, 2019) en su análisis te tracción indirecta de mezcla asfáltica en frío presenta una misma resistencia a la tracción indirecta toda vez que realiza en un mismo diseño de emulsión asfáltica.

5.4 Discusión 4

En la influencia en el tiempo de colocación en el valor de daño por humedad del asfalto en frío premezclado en Huancayo, teniendo en cuenta que el tiempo de 75 días almacenado disminuye la resistencia a la compresión respecto al asfalto patrón. Ya que la resistencia a la compresión con un tiempo de almacenado de 75 días es de 2.04 Mpa en el grupo-1 y 1.59 Mpa en el grupo-2, siendo menor a la resistencia a la tracción con asfalto almacenado de 0 días, asimismo, en el ensayo a la compresión del grupo-1, el ensayo a los 75 días de almacenado ya no cumple con las especificaciones técnicas del asfalto, toda vez que él es menor al límite mínimo de 2.1 Mpa; por otro lado, la resistencia retenida del asfalto premezclado presenta una resistencia de 78.16 %, el cual se encuentra casi en el límite del límite inferior de la resistencia retenida de 75%, es decir que existe un decrecimiento en la resistencia a la compresión y resistencia retenida del asfalto, dejando la posibilidad de realizar mayores estudios con otros tiempos de almacenado, mayores a 75 días de almacenado o colocado. En el estudio realizado por (Benitez Molina, 2019) en su investigación presenta una compresión de 2.512 Mpa en el primer grupo y 2.045 Mpa en el

segundo grupo, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas; asimismo, los resultados obtenidos también cumplen con las especificaciones técnicas.

6 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones 1

La influencia en el tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado en Huancayo y a partir de los ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas con tiempos de almacenado de 0, 7, 15, 30, 45, 60, y 75 días, concluyendo que el tiempo de colocación del asfalto influye en las propiedades mecánicas toda vez que existe una exposición a la variación de la temperatura, clima de manera que el tiempo de almacenado de la mezcla genera pérdidas en los valores de las propiedades mecánicas.

6.2 Conclusiones 2

La influencia del tiempo de colocación en el valor de estabilidad Marshall del asfalto en frío premezclado en Huancayo mediante los resultados obtenidos de la estabilidad de dicho material y tomando en cuenta el día 0 de almacenado de la estabilidad como un asfalto patrón y respecto a este punto existe una reducción en los resultados de la estabilidad; ya que la estabilidad con un tiempo de almacenado de 0 días o patrón es de 1178.8 kg. Y con un tiempo de almacenado se tiene una estabilidad de 833.3 kg. Asimismo, con un tiempo de almacenado de 75 días la estabilidad se encuentra en el límite mínimo de las especificaciones técnicas; en cambio, en los resultados de la fluencia de la mezcla asfáltica premezclado en frío se obtuvo un aumento en la deformación; donde, en el tiempo 0 días de almacenado presenta 3.33 mm. de deformación y con 75 días de almacenado de la mezcla se tiene 3.63 mm. de deformación, además con 60 días de almacenado la deformación del asfalto se encuentra por encima del límite superior de las (Comunicaciones, 2013) especificaciones técnicas, por lo tanto, se concluye que el tiempo de colocado del asfalto reduce la estabilidad; en cambio, en la fluencia aumenta la deformación.

6.3 Conclusiones 3

La influencia en el tiempo de colocación en el valor de Tracción indirecta del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado en Huancayo, teniendo en cuenta que el tiempo de 75 días almacenado disminuye la resistencia a la tracción indirecta respecto al asfalto patrón. Ya que la resistencia a la tracción indirecta a un tiempo de almacenado de 75 días es de 38.1 kpa. Siendo menor a la resistencia a la tracción con asfalto almacenado de 0 días, es decir que existe un decrecimiento en la resistencia a la tracción indirecta del asfalto, dejando la posibilidad de realizar mayores estudios con otros tiempos mayores a 75 días de almacenado o colocado.

6.4 Conclusiones 4

La influencia en el tiempo de colocación en el valor de daño por humedad del asfalto en frío premezclado en Huancayo, teniendo en cuenta que el tiempo de 75 días almacenado disminuye la resistencia a la compresión respecto al asfalto patrón. Ya que la resistencia a la compresión con un tiempo de almacenado de 75 días es de 2.04 Mpa en el grupo-1 y 1.59 Mpa en el grupo-2, siendo menor a la resistencia a la tracción con asfalto almacenado de 0 días, asimismo, en el ensayo a la compresión del grupo-1, el ensayo a los 75 días de almacenado ya no cumple con las especificaciones técnicas del asfalto, toda vez que él es menor al límite mínimo de 2.1 Mpa; por otro lado, la resistencia retenida del asfalto premezclado presenta una resistencia de 78.16 %, el cual se encuentra casi en el límite del límite inferior de la resistencia retenida de 75%, es decir que existe un decrecimiento en la resistencia a la compresión y resistencia retenida del asfalto, dejando la posibilidad de realizar mayores estudios con otros tiempos de almacenado mayores a 75 días de almacenado o colocado.

7 CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

7.1 Recomendaciones 1

De acuerdo a las propiedades mecánicas encontradas en la mezcla asfáltica premezclada en frío se recomienda utilizar una mezcla premezclada en frío con un tiempo de almacenado de 60 días; toda vez que en ese tiempo de almacenado los ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas, los resultados cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras. En cambio, pasado los 60 días de almacenado la mezcla asfáltica ya no cumple con las especificaciones requerido.

7.2 Recomendaciones 2

Basándonos en la investigación sobre la influencia del tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado, se recomienda utilizar equipos de compactación automático Marshall para optimizar los resultados de estabilidad y fluencia; asimismo, maximizar la uniformidad de los moldes del asfalto en frío y así obtener resultados más exactos.

7.3 Recomendaciones 3

Se sugiere realizar el ensayo de Tunnickliffel, el cual consiste en realizar probetas realizados con vacíos de 1% y 7%, además con saturación del 55% y 80%, luego se lleva a baño de 60°C por 24 horas y luego a baño a 25° C por 2 horas y finalmente calcular la resistencia a tracción. Este ensayo no servirá para comparar los resultados obtenidos con la resistencia a la tracción (Lottman).

7.4 Recomendaciones 4

Se recomienda realizar el ensayo de Cántabro, el cual consiste en realizar briquetas Marshall, también se lleva en baño de 60° por 24 horas 25°C por 2 horas antes de llevar al equipo y realizar el ensayo a 300 revoluciones, el cual se tendrá una reducción de peso de la briqueta

que nos permitirá obtener la pérdida por desgaste donde se considera como aceptable 25 % el cual complementaria al ensayo de inmersión y compresión.

7.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8 Bibliografía

- Arias Fuya, Rodolfo y Rivera Camacho, Beyer Yesid. 2019.** *Evaluacion del comportamiento fisico mecanico de la mezcla en frio para vias de bajo volumen de transito de Colombia utilizando 100 % pavimento asfaltico reciclado* . Bogota-Colombia : s.n., 2019.
- Arias, F. 2006.** *El proyecto de investigacion*. Venezuela : Editorial Episteme CA., 2006.
- Arias, Fidiás G. 2012.** *Proyecto de investigacion*. Caracas : Editorial Episteme, 2012. 6ta Edicion.
- Baena Paz, Guillermina. 2017.** *Metodologia de la Investigacion*. Serie Integral por Competencias, Mexico : 2017.
- Ballena Tapia, Chrystian Jose. 2016.** *utilizacion de polietileno de botellas de plastico para su aplicacion en el diseño de mezclas asfalticas ecologicas en frio*. Universidad Señor de Sipan, Lambayeque- peru : 2016.
- Bautista Delgado, Luis Alberto. 2017.** *La recolección de datos*. s.l. : <http://data-collection-and-reports.blogspot.com/>, 2017.
- Benitez Molina, Carlos Alberto. 2019.** *Ensayo de inmersion y compresion para diseño de mezclas asfalticas en caliente sometido a altas temperaturas-Huancayo 2019*. Universidad Nacional del Centro, Huancayo : 2019.
- Brimax, Asfalto. 2021.** *Asfalto premezclado en frio*. Lima : 2021.
- Cheng Xie, Xiaofeng Huang y Jiangcai Chen, Junhui luo. 2023.** *Estudio sobre preparacion de regenerante de aceite ligero y rendimiento de mezcla asfaltica en frio*. Transportation Maintenance Technology GROUP, Nannig-China : 2023.
- Chilcon Carrera, Juan Carlos y Ramírez Gálvez, Kelvin Reinerio. 2018.** *Elaboracion de una mezcla asfaltica en frio almacenable para la elaboracion de pavimentos en el departamento de Lambayeque, 2017*. Universidad Señor de Sipan, Pimentel-Peru : 2018.

- Comunicaciones, Ministerio de Transporte y. 2013.** *Especificaciones tecnicas generales para la construccion.* Direccion general de caminos y ferrocarril, Lima : 2013.
- Comunicaciones, Ministerio de Transporte y. 2014.** *Manual de Ensayos de Materiales.* Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Lima : 2014.
- Cruz Saldaña , Eker y Rengifo Monzobite , Josué. 2019.** *Diseño de mezcla asfaltica en frio como alternativa para la pavimentacion del jr. Peru, distrito de Tarapoto-2019.* Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto-Peru : 2019.
- Cuba Cardenas, Prospero Lolin.** *influencia en el tiempo de espera para compactacion en las propiedades mecanicas de la carpeta asfaltica en frio con emulsion CSS-1h, aplicado en el distrito de quilcas- Huancayo 2017.* Universidad Continental, Huancayo : s.n.
- Cuesta, M. 2009.** *Introducción al muestreo.* Oviedo, España : Universidad de Oviedo, 2009.
- Fernandez Collado, Carlos y Bautista Lucio, Pilar. 2018.** *Metodologia de la Invesgacion.* booksmedicos, Mexico : 2018.
- Hernández Moreno, Julio Cèsar, y otros. 2023.** *Diseño de mezclas asfàltica fría con rellenos cementantes ternarios para reducir la pèrdida de la estabilidad por humedad.* Queretaro-Mèxico : s.n., 2023.
- Jimènes Acuña, Mònica, Sibaja Obando, Denia y Molina Zamora, Doris. 2009.** *Mesclas asfalticas en frio en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones.* Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos, Costa Rica : 2009.
- Jimenes Paneque, R. 1998.** *Metodologi de la investigacion Elemetos Basicos para la Investigacion Clinica.* La Habana : s.n., 1998.
- Pedreira, Pereira. 2021.** *Efecto del tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento mecanico de una mezcla asfaltica en frio producida en una pequena planta.* Universidad Federal de Reconcavo de Bahia, Recincavi Brasil : 2021.
- Reyes Ortiz, Oscar j. y Valdèz Vidal, Gonzalo A. 2013.** *Evaluacion mecanica de mezclas asfalticas frias fabricadas con remplazo de llenante mineral.* Temuco-Chile : s.n., 2013.
- Rodolfo , Arias Fuya. 2019.** *evaluacion del comportamiento fisico mecanico de mezclas en frio para vias de bajo vlolumen de transito de colombia utilizando 100% de pavimento asfaltico reciclado.* Universidad Catolica de Colombia, Bogota : 2019.

Villegas Flores, Nòe, y otros. 2023. *Un anlisis multicriterio para la toma de deciciones en la seleccion de una mezcla asfáltica en pavimentos.* Bogota-Colombia : s.n., 2023.

Asphalt Institute. 1982. *Diseño de carpeta asfálica.* 1982.

Elías, MAILA PAUCAR MANUEL. 2013. *COMPORTAMIENTO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA.* QUITO – ECUADOR. : UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2013.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA TESIS

TÍTULO: “INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023”

I. PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPÓTESIS	IV: VARIABLES Y DIMENSIONES	V. METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿En qué medidas influye el tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ ¿En qué medidas influye el tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023? ❖ ¿En qué medidas influye el tiempo de colocación en el valor de tracción indirecta de Lottman del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023? ❖ ¿Cómo varía el análisis de costos del asfalto en frío premezclado con relación al asfalto en caliente para su uso en pavimentos flexibles en la ciudad de Huancayo, 2023? 	<p>OBJETIVO GENERAL Analizar en que medidas influye el tiempo de colocación en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Determinar en qué medidas influye el tiempo de colocación en el valor de estabilidad y flujo de Marshall del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023. ❖ Analizar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de Tracción indirecta del Ensayo de Lottman del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023. ❖ Estudiar en qué medida influye el tiempo de colocación en el valor de daño por humedad del asfalto en frío premezclado – Huancayo - 2023. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL El tiempo de colocación tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA “A”: Existe un gran impacto en la estabilidad y flujo y el tiempo de colocación en el asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA “B”: El valor de tracción indirecta de Lottman del asfalto en frío premezclado tiene un impacto importante en el tiempo de colocación – Huancayo – 2023.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA “C”: Existe una influencia significativa del tiempo de colocación en el valor de daño por humedad en el asfalto en frío premezclado – Huancayo – 2023.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Tiempo de colocación del asfalto en frío premezclado. <p>VARIABLE DEPENDIENTE (y):</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Estabilidad y flujo de Marshall. ❖ Tracción indirecta de Lottman. ❖ Daño por humedad. <p>DIMENSIONES: Pavimentos flexibles: Diseño de mezcla asfáltica Propiedades mecánicas de los componentes que constituyen la mezcla asfáltica en frío. Rugosidad</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Básica – Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Relacional.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental</p> <p>POBLACIÓN: Red Vial de Huancayo</p> <p>MUESTRA: En el presente trabajo las muestras dependerán de los ensayos que realizaremos.</p> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN GENERAL: Científico</p> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN ESPECÍFICO: Enfoque: Cuantitativo - Cuantitativo</p>

--	--	--	--	--

ANEXO 1: FICHA TÉCNICA



Cementos Asfálticos (NTP 321.051.2002)

ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

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

NTP: Norma Técnica Peruana

ASTM: American Society for Testing Materials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

Nota 1: El uso del Spot Test es opcional. Cuando sea especificado, se debe indicar el tipo de solvente utilizado en la determinación del ensayo: Nafta estándar, Nafta-xileno, Heptano-xileno y también en el caso de utilizar solventes con xileno, el porcentaje de xileno utilizado.



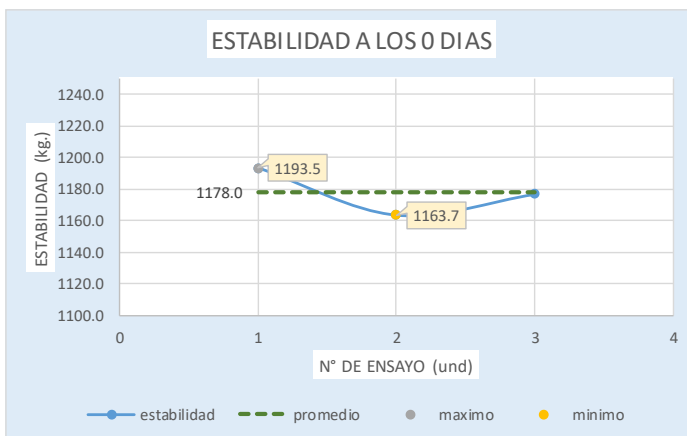
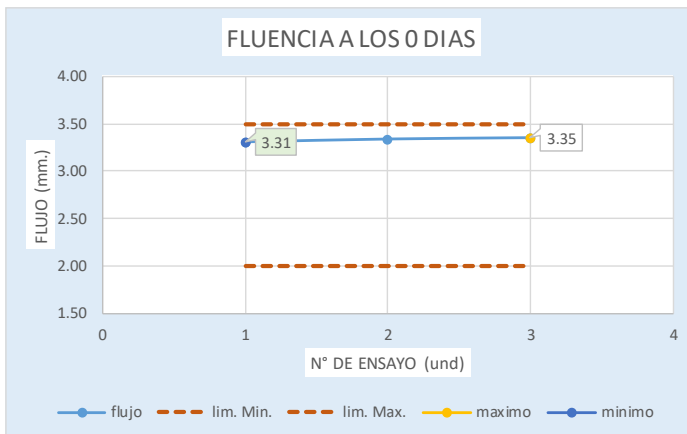
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-518
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 0 DIAS	FECHA:	19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 0 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.31	3.34	3.35	3.33
ESTABILIDAD (kg)	1193.5	1163.7	1176.8	1178.0



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-519

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

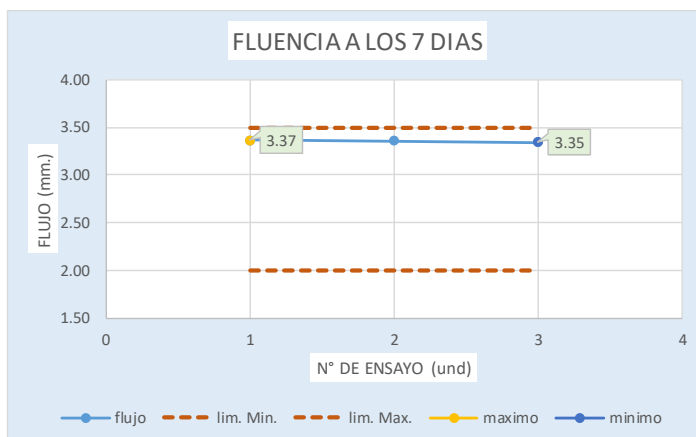
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 7 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 7 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.37	3.36	3.35	3.36
ESTABILIDAD (kg)	1157.0	1114.2	1167.4	1146.2



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-520

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO

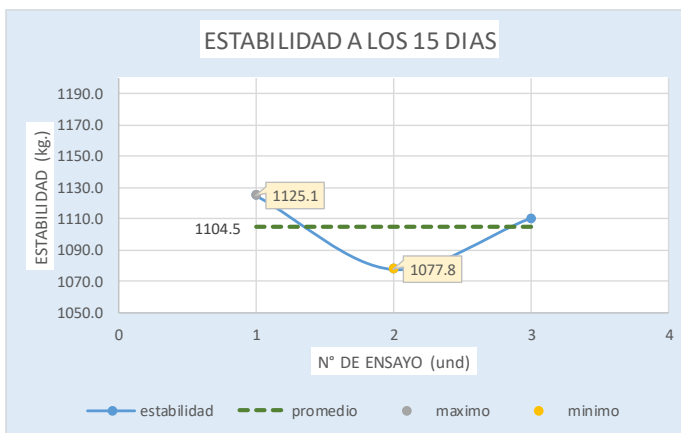
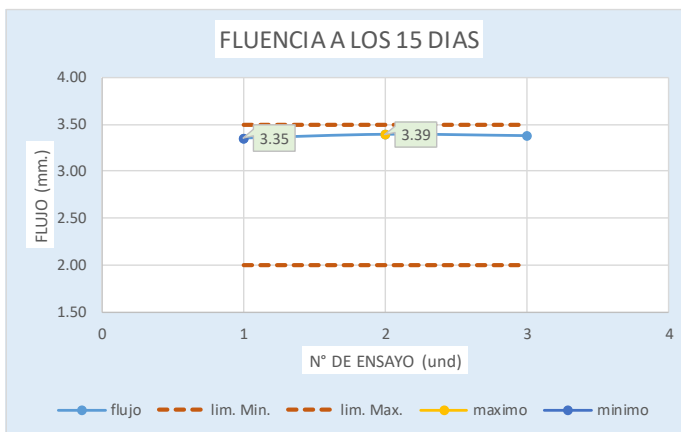
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 15 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 15 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.35	3.39	3.38	3.37
ESTABILIDAD (kg)	1125.1	1077.8	1110.5	1104.5



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-521

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

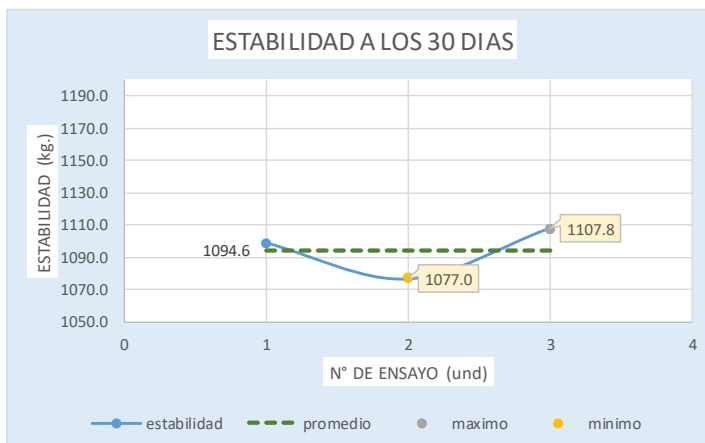
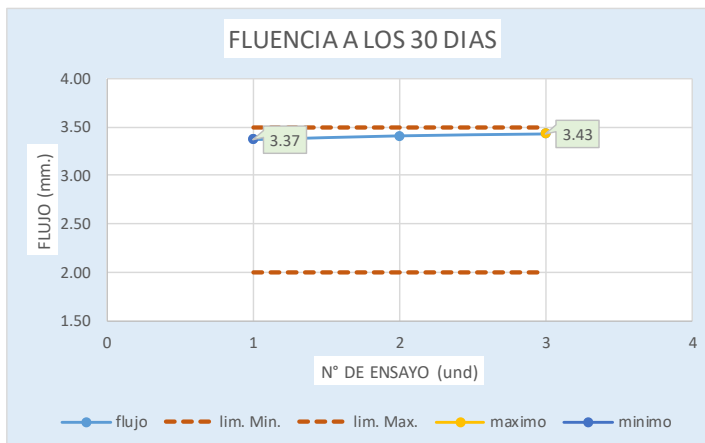
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 30 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 30 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.37	3.41	3.43	3.40
ESTABILIDAD (kg)	1099.0	1077.0	1107.8	1094.6



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-522

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO

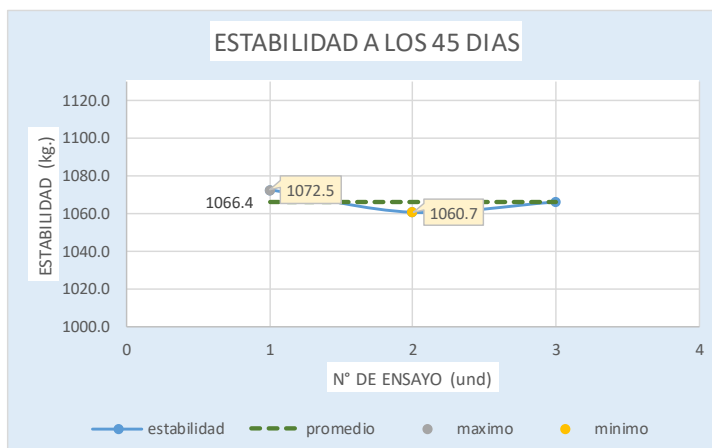
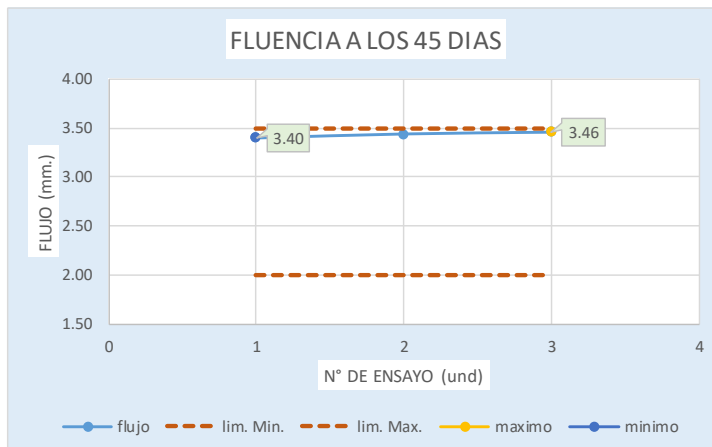
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 45 DIAS

FECHA: 19/09/2023

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL (MTC-504)

PROPIEDADES MECANICAS A 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.40	3.44	3.46	3.44
ESTABILIDAD (kg)	1072.5	1060.7	1066.1	1066.4



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-523

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

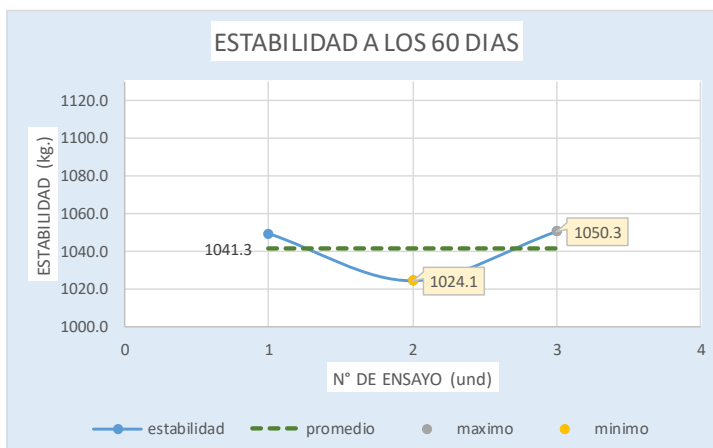
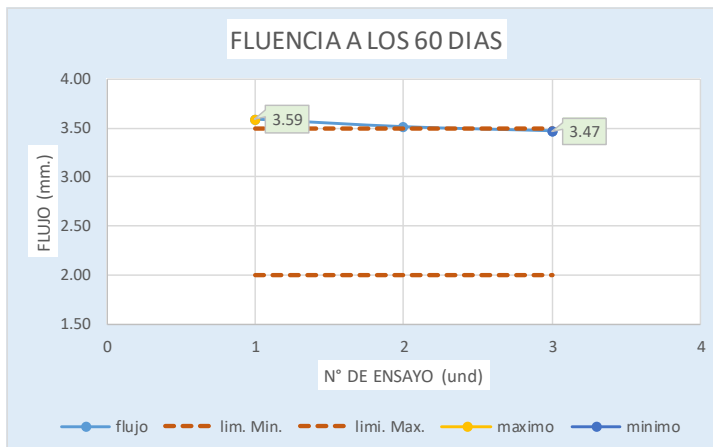
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 60 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 60 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.59	3.51	3.47	3.52
ESTABILIDAD (kg)	1049.3	1024.1	1050.3	1041.3



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-524

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

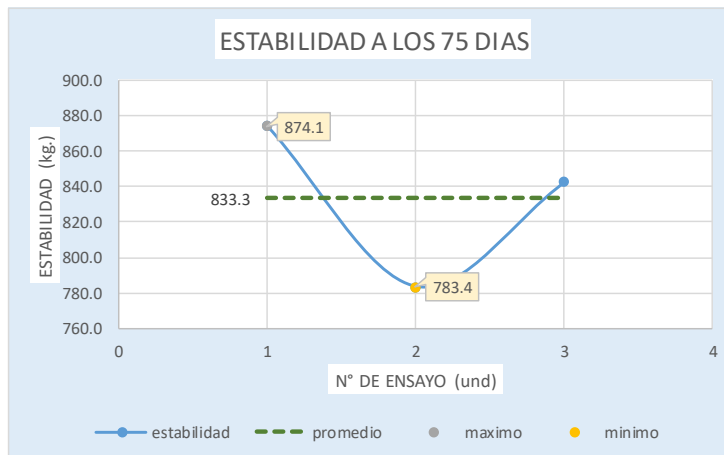
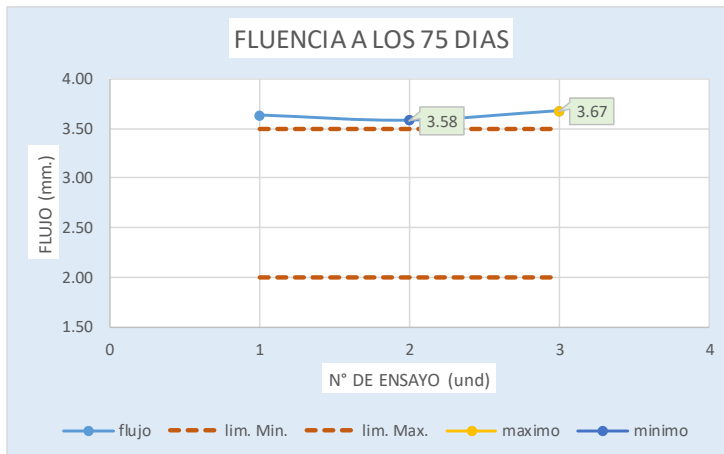
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.63	3.58	3.67	3.63
ESTABILIDAD (kg)	874.07	783.45	842.38	833.3



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
TECNICO DE LABORATORIO
COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-525

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

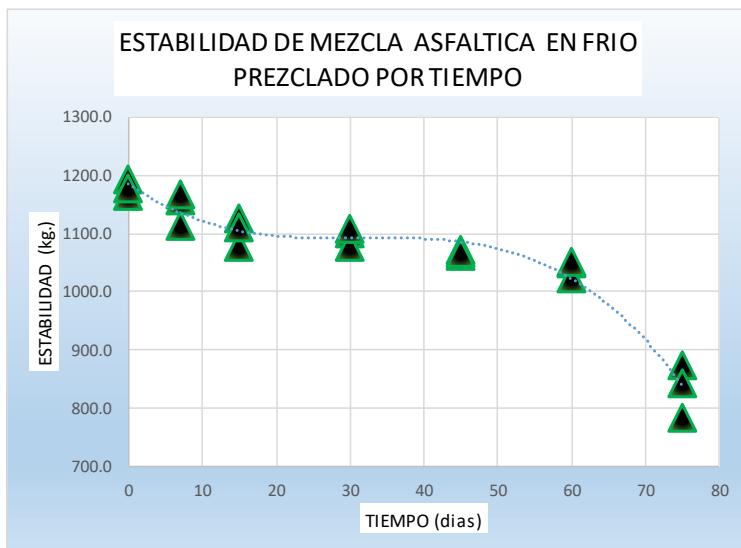
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

ESTABILIDAD				
	M01	M02	M03	promedio
0	1193.5	1163.7	1176.8	1178.0
7	1157.0	1114.2	1167.4	1146.2
15	1125.1	1077.8	1110.5	1104.5
30	1099.0	1077.0	1107.8	1094.6
45	1072.5	1060.7	1066.1	1066.4
60	1049.3	1024.1	1050.3	1041.3
75	874.1	783.4	842.4	833.3



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
TECNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-526

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

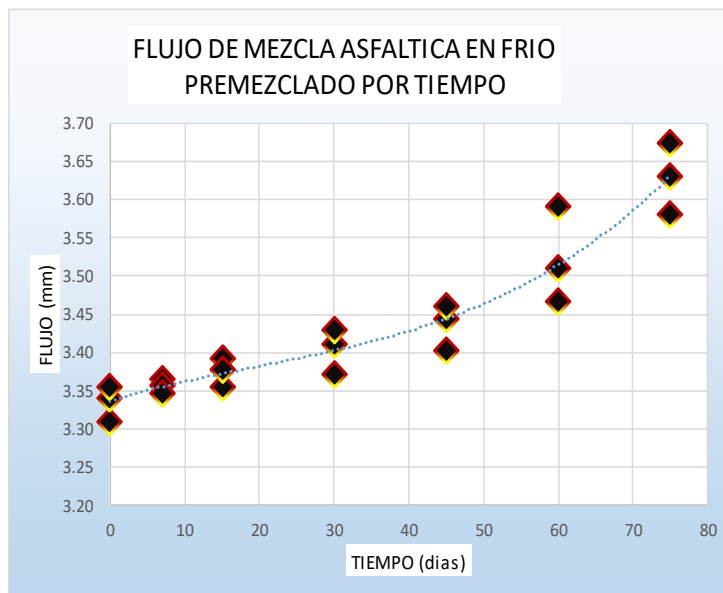
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

FLUJO				
	M01	M02	M03	promedio
0	3.31	3.34	3.35	3.33
7	3.37	3.36	3.35	3.36
15	3.35	3.39	3.38	3.37
30	3.37	3.41	3.43	3.40
45	3.40	3.44	3.46	3.44
60	3.59	3.51	3.47	3.52
75	3.63	3.58	3.67	3.63




Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.


Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

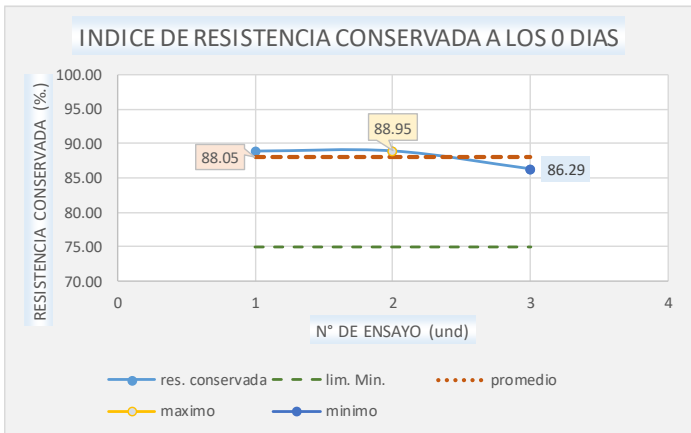
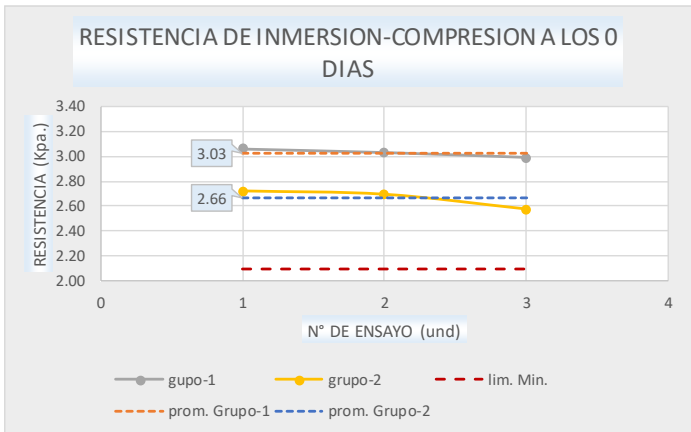
CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ **CERTIFICADO:** 2023-530

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO **TEMPERATURA:** 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 0 DIAS **FECHA:** 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 0 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	3.06	3.03	2.99	3.03
GRUPO-02	2.72	2.69	2.58	2.66
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 0 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	88.93	88.95	86.29	88.05



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-531

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

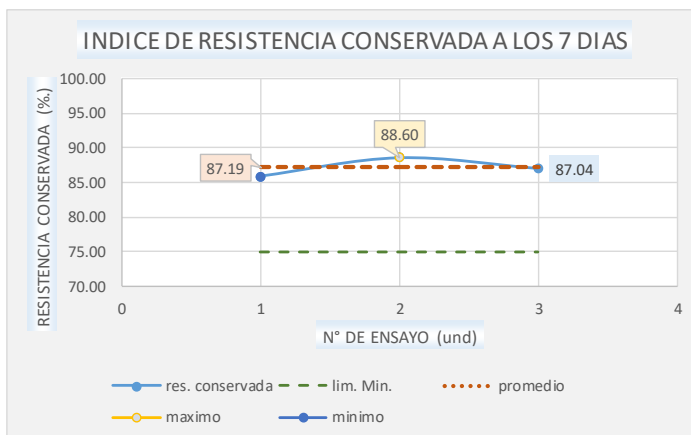
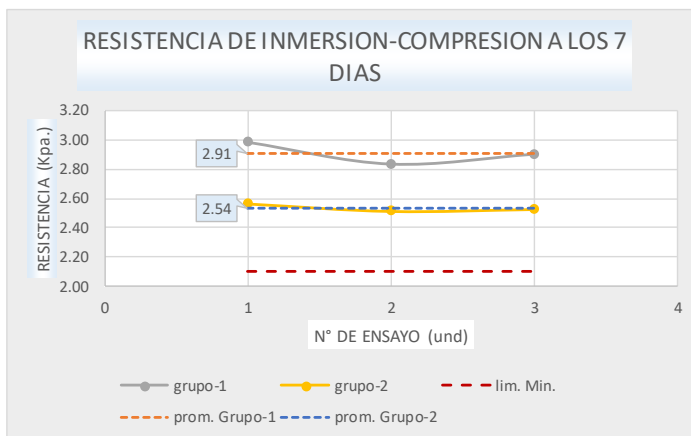
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 7 DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 7 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.98	2.84	2.90	2.91
GRUPO-02	2.56	2.51	2.53	2.54
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 7 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	85.92	88.60	87.04	87.19



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

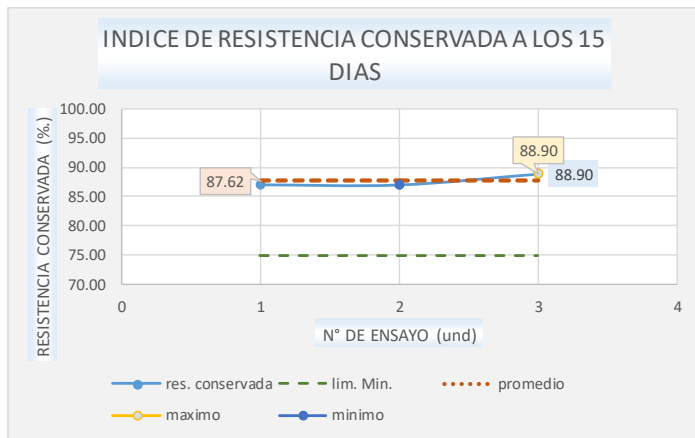
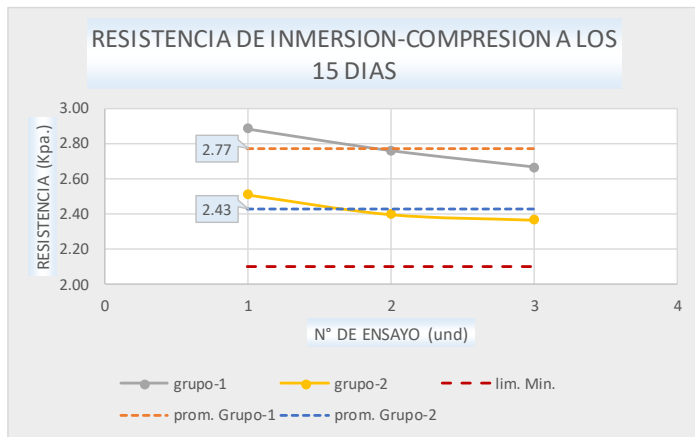
CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ **CERTIFICADO:** 2023-532

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO **TEMPERATURA:** 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 15 DIAS **FECHA:** 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 15 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.88	2.76	2.66	2.77
GRUPO-02	2.51	2.40	2.37	2.43
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 15 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	86.99	86.96	88.90	87.62



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:

LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO:

2023-533

MATERIAL:

MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

TEMPERATURA:

20°C

MUESTRA:

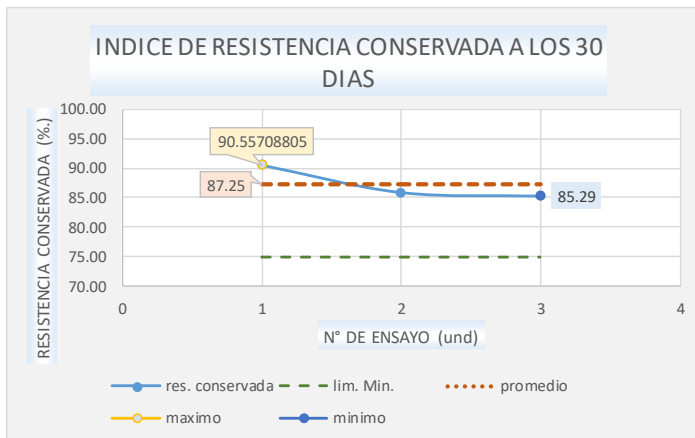
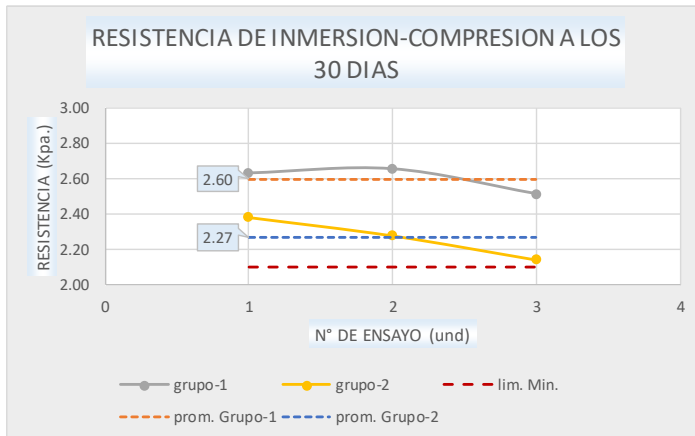
MEZCLA A 30 DIAS

FECHA:

27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 30 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.63	2.65	2.51	2.60
GRUPO-02	2.38	2.28	2.14	2.27
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 30 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	90.56	85.90	85.29	87.25



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-534

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

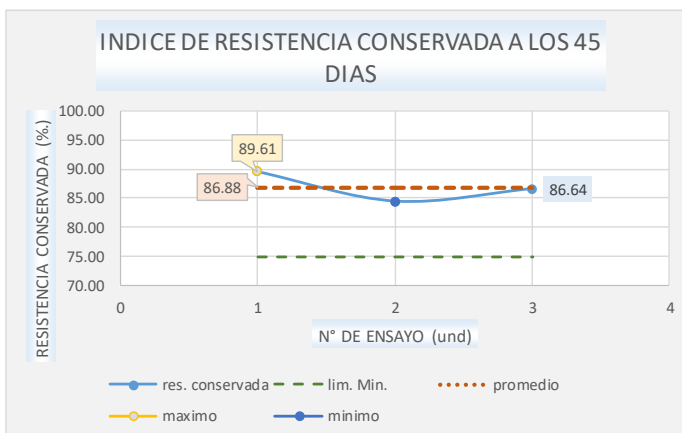
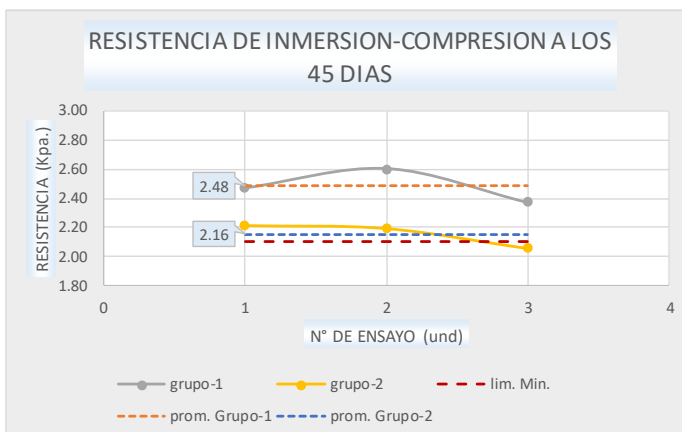
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 45 DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.47	2.60	2.38	2.48
GRUPO-02	2.22	2.19	2.06	2.16
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	89.61	84.41	86.64	86.88



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



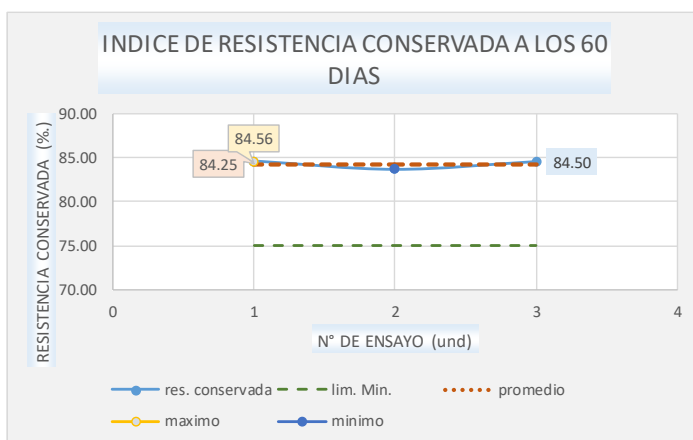
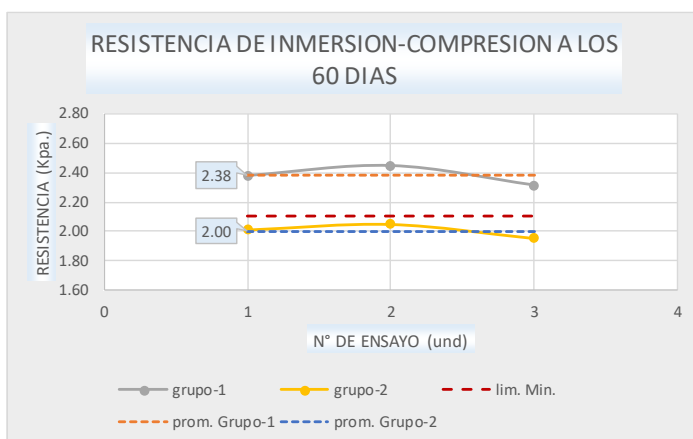
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-535
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 60 DIAS	FECHA:	27/09/2023

EFEECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 60 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.38	2.45	2.31	2.38
GRUPO-02	2.01	2.05	1.95	2.00
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 60 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	84.56	83.69	84.50	84.25



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

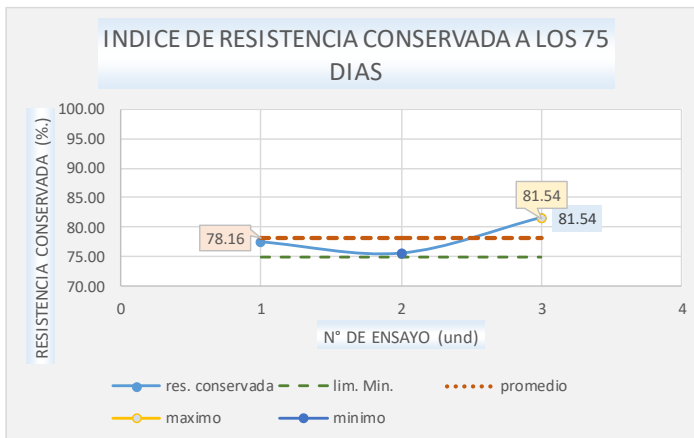
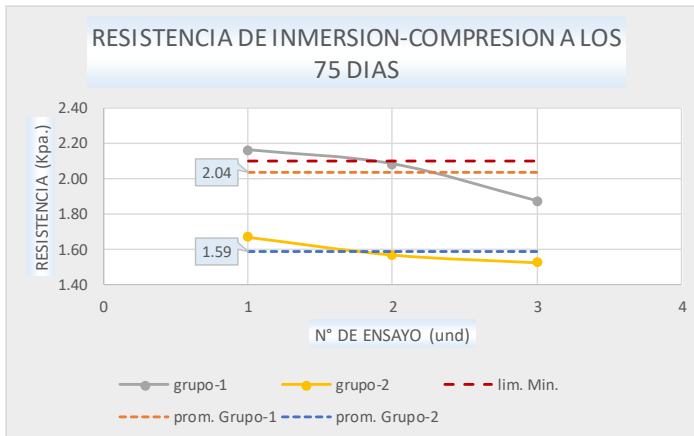


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023		
CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-536
MATERIAL:	MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 75 DIAS	FECHA:	27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.16	2.08	1.87	2.04
GRUPO-02	1.67	1.57	1.53	1.59
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	77.41	75.52	81.54	78.16



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:

LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO:

2023-539

MATERIAL:

MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

TEMPERATURA:

20°C

MUESTRA:

MEZCLA A DIFERENTES DIAS

FECHA:

27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 CON DIFERENTES DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	3.06	3.03	2.99	3.03
7	2.98	2.84	2.90	2.91
15	2.88	2.76	2.66	2.77
30	2.63	2.65	2.51	2.60
45	2.47	2.60	2.38	2.48
60	2.38	2.45	2.31	2.38
75	2.16	2.08	1.87	2.04



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
TECNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-540

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

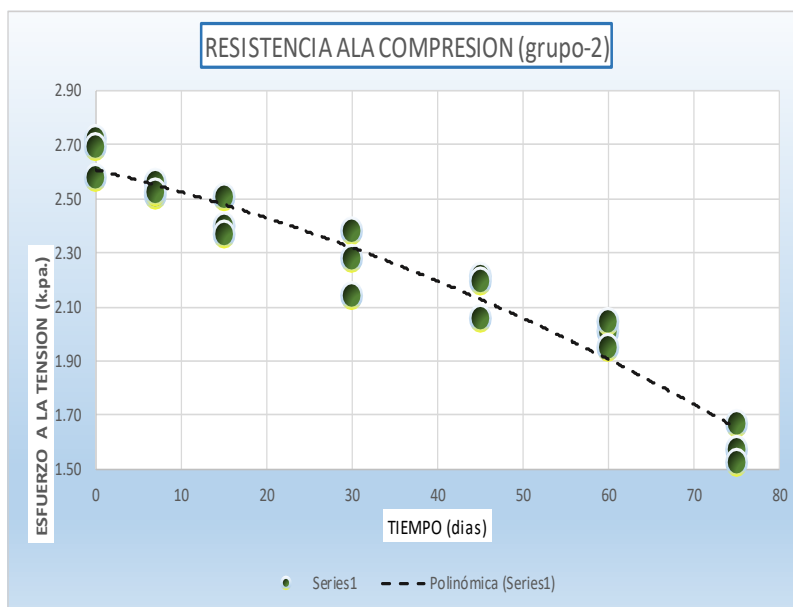
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A DIFERENTES DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 2 CON DIFERENTES DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	2.72	2.69	2.58	2.66
7	2.56	2.51	2.53	2.54
15	2.51	2.40	2.37	2.43
30	2.38	2.28	2.14	2.27
45	2.22	2.19	2.06	2.16
60	2.01	2.05	1.95	2.00
75	1.67	1.57	1.53	1.59



Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.



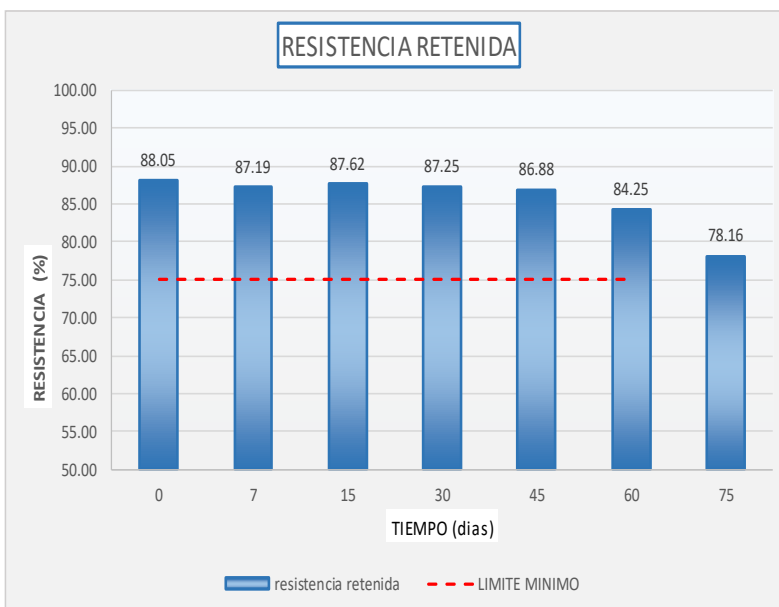
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CUENTE	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-541
MATERIAL:	MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A DIFERENTES DIAS	FECHA:	27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA CON DIFERENTES DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	88.93	88.95	86.29	88.05
7	85.92	88.60	87.04	87.19
15	86.99	86.96	88.90	87.62
30	90.56	85.90	85.29	87.25
45	89.61	84.41	86.64	86.88
60	84.56	83.69	84.50	84.25
75	77.41	75.52	81.54	78.16




Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.


Julio Adrian Rojas Poma
TECNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CUENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-551

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

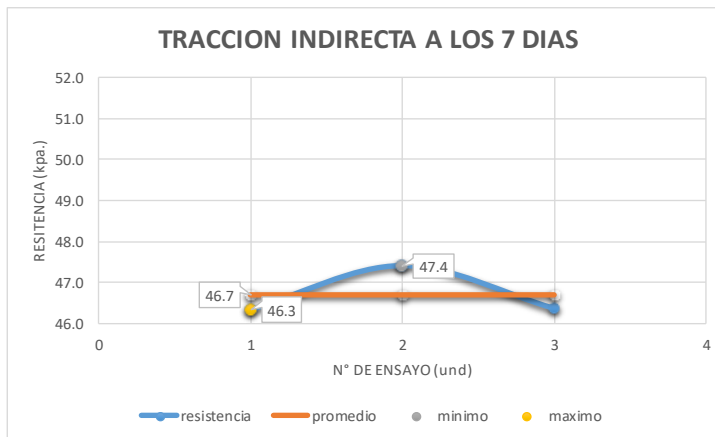
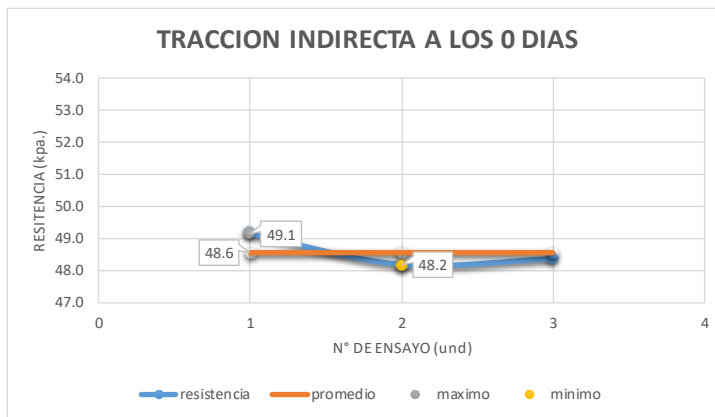
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 0 y 7 DIAS

FECHA: 13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA EN MEZCLA ASFALTICA (MTC-504)

ENSAYO DETRACCION INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	49.1	48.2	48.3	48.6
7	46.3	47.4	46.4	46.7



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-552

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

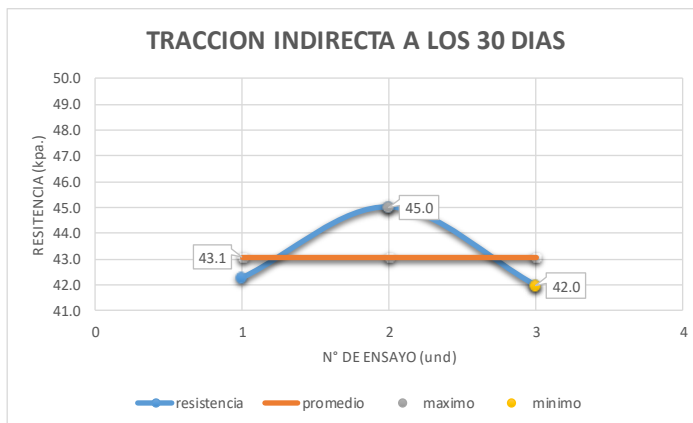
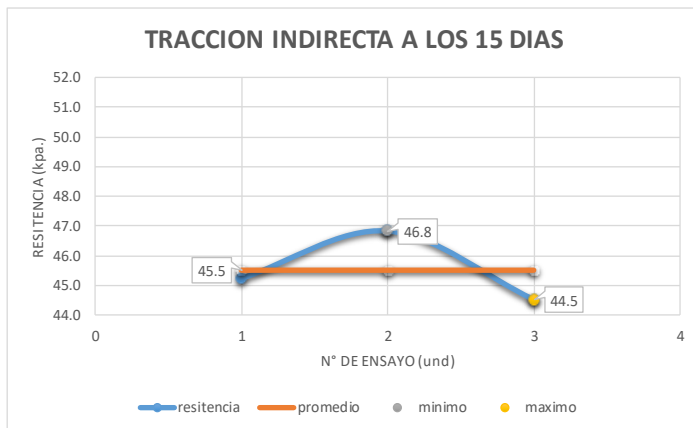
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 15 y 30 DIAS

FECHA: 13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA EN MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
15	45.2	46.8	44.5	45.5
30	42.3	45.0	42.0	43.1



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TECNICO DE LABORATORIO
 GOLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

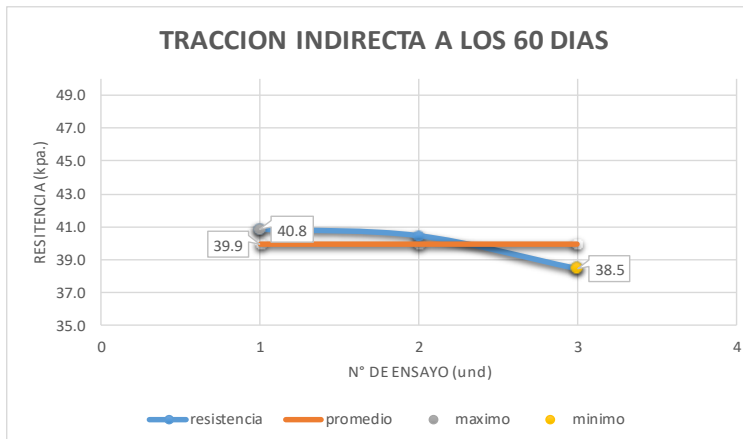
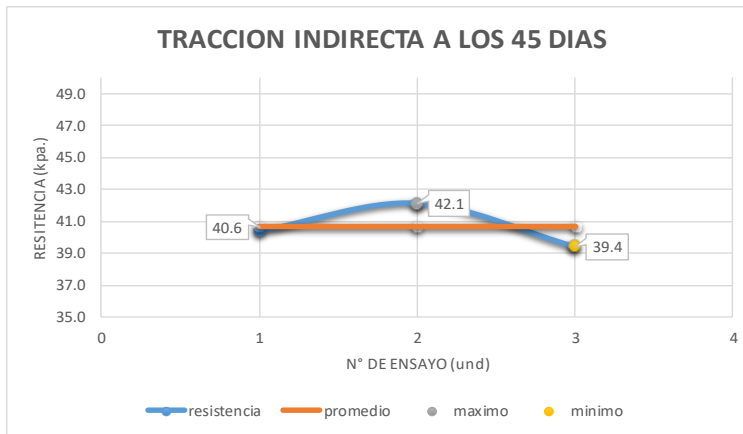
CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ **CERTIFICADO:** 2023-553

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO **TEMPERATURA:** 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 45 y 60 DIAS **FECHA:** 13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
45	40.4	42.1	39.4	40.6
60	40.8	40.4	38.5	39.9



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-554

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO

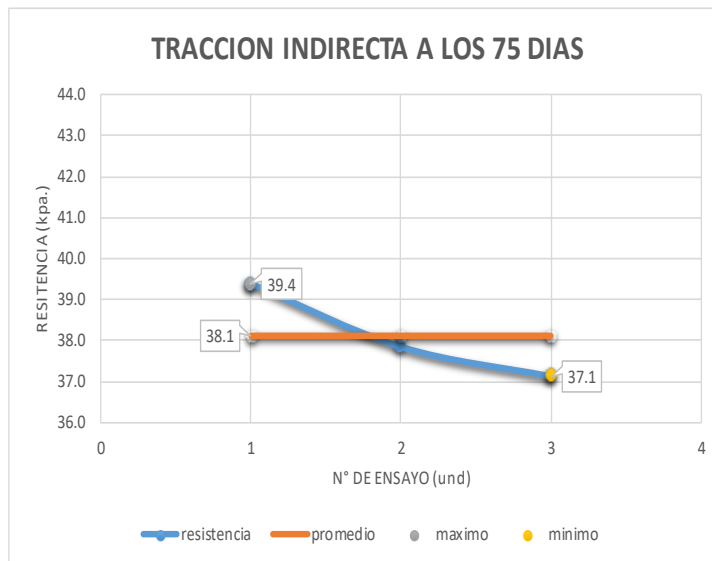
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75

FECHA: 13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
75	39.4	37.9	37.1	38.1



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-555

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

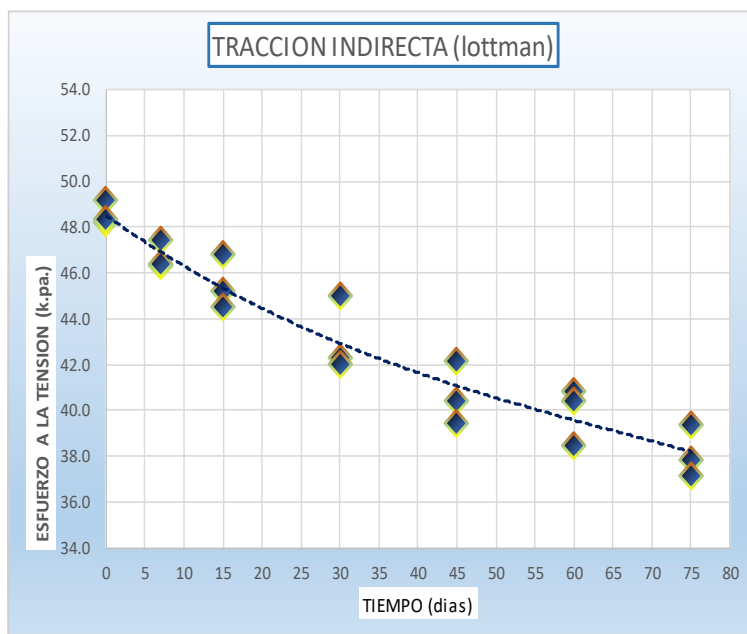
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 60 y 75 DIAS

FECHA: 13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	49.14	48.17	48.35	48.55
7	46.34	47.40	46.37	46.70
15	45.23	46.83	44.51	45.52
30	42.29	45.01	41.98	43.09
45	40.38	42.12	39.42	40.64
60	40.83	40.44	38.47	39.91
75	39.38	37.85	37.14	38.12




Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.


Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

9.2 ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PREMEZCLADA

Anexo 1: Recepción de la mezcla asfáltica premezclada



Anexo 2: Colocado de la mezcla premezclada sobre bandejas de acero inoxidable.



Anexo 3: Reposado de la mezcla asfáltica premezclado



Anexo 4: Separado de la mezcla asfáltica para el ensayo



Anexo 5: Mezcla premezclada para pesado de 1250 gr. para el ensayo Marshall.



Anexo 6: Balanza para el pesado de la mezcla premezclada.



Anexo 7: Presentación del molde de una briqueta para el ensayo Marshall.



Anexo 8: Pedestal de compactación donde se compactará el molde de la mezcla asfáltica premezclada



Anexo 9: Colocado de la base y el molde de la probeta en el pedestal Marshall.



Anexo 10: Armado del molde con el collarín con ayuda del sujetador Marshall.



Anexo 11: Colocado del papel filtro en la base del molde.



Anexo 12: Colocado del embudo sobre el collarín Marshall.



Anexo 13: Vaciado de la muestra premezclada en el molde de la probeta.



Anexo 14: Chuseado de la muestra con 15 golpes externos y 10 golpes internos en forma vertical.



Anexo 15: Colocado del papel filtro encima del mezcla para evitar que se adhiera la muestra en el martillo Marshall.



Anexo 16: Colocado en forma vertical del martillo Marshall antes de iniciar la compactación.



Anexo 17: Inicio con la compactación con 75 golpes por cada cara del molde.



Anexo 18: Volteado del molde compactado después de la primera capa.



Anexo 19: Compactado del molde por la segunda cara de la probeta.



Anexo 20: Presentación del molde compactado con la mezcla premezclada.



Anexo 21: Al terminar el compactado se le debe quitar el papel filtro de la probeta.



Anexo 22: Serie de probetas para el ensayo Marshall, inmersión y compresión, y tracción indirecta.



Anexo 23: Prensa hidráulica que permitirá separar el molde de la probeta de mezcla premezclada.



Anexo 24: Colocado del molde en la prensa hidráulica.



Anexo 25: Al manipular la prensa hidráulica se debe separar el molde de la probeta.



Anexo 26: Retirado de la probeta de la prensa hidráulica.



Anexo 27: Colocado de la probeta en el equipo de baño a María.



Anexo 28: El tiempo que debe estar la probeta en baño a María es de 30 minutos.



Anexo 29: El agua del equipo de estar a una temperatura de 60°C.



Anexo 30: Cumplido el tiempo de la probeta en el equipo se procede a retirar la probeta.



Anexo 31: La probeta debe ser secada para una mejor manipulación de los materiales.



Anexo 32: Presentación y colocado de la probeta en la mordaza Marshall.



Anexo 33: La mordaza Marshall se debe colocar al centro de la base de la prensa Marshall.



Anexo 34: Colocado del dial en la mordaza Marshall para medir la deformación.



Anexo 35: Presentación de la prensa Marshall mordaza, probeta y dial.



Anexo 36: Inicio del ensayo Marshall donde se determina la estabilidad y fluencia.



ENSAYO DE INMERSIÓN Y COMPRESIÓN DEL ASFALTO PREMEZCLADO

Anexo 37: Presentación de los tres moldes para el ensayo de inmersión y compresión.



Anexo 38: Acondicionamiento del molde en condiciones de agua .



Anexo 39: Presentación de la probeta para ensayo inmersión y probeta Marshall.



Anexo 40: Las briquetas del primer grupo deben estar acondicionada a 25°C.



Anexo 41: Presentación de las probetas de 101.6 mm de diámetro y 101.6 mm de altura



Anexo 42: Presentación de la placa superior para realizar el ensayo de inmersión y compresión.



Anexo 43: Presentación de la prensa con la probeta de la mezcla premezclada y la placa superior.



Anexo 44: Inicio del ensayo de inmersión y compresión.



Anexo 45: Toma de datos del panel electrónico.



Anexo 46: Probeta después del ensayo de compresión.



ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

Anexo 47: Acondicionamiento de la probeta a una temperatura de 25°C.



Anexo 48: Secado de la probeta con la ayuda de un trapo.



Anexo 49: Presentación de la mordaza Lottman.



Anexo 50: Habilitado de la mordaza Lottman para un diámetro de la probeta.



Anexo 51: Colocado de la probeta en la mordaza Lottman.



Anexo 52: Colocado de la mordaza Lottman en la parte central de la prensa



Anexo 53: Inicio del ensayo de tracción indirecta con la mordaza Lottman.



Anexo 54: Aplicación de la carga en la prensa del ensayo.



Anexo 55: Retirado de la probeta ensayada para continuar con el siguiente ensayo.



Anexo 56: Evaluación de la probeta ensayada por la tracción indirecta.



Anexo 57: Evaluación de la probeta después de la tracción indirecta.



9.3 ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO



Cementos Asfálticos (NTP 321.051.2002)

ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

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

NTP: Norma Técnica Peruana

ASTM: American Society for Testing Materials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

Nota 1: El uso del Spot Test es opcional. Cuando sea especificado, se debe indicar el tipo de solvente utilizado en la determinación del ensayo: Nafta estándar, Nafta-xileno, Heptano-xileno y también en el caso de utilizar solventes con xileno, el porcentaje de xileno utilizado.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-518

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

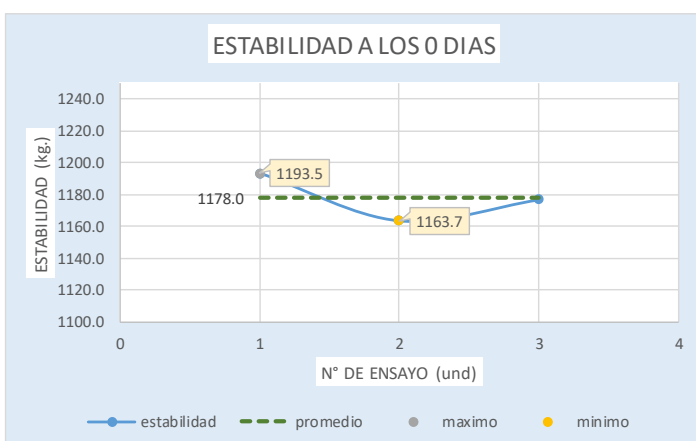
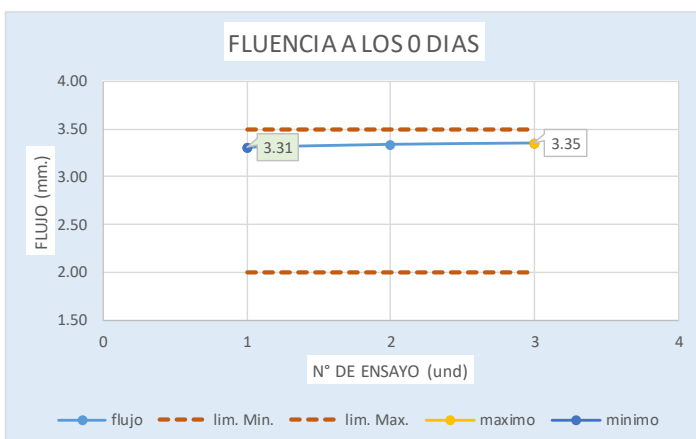
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 0 DIAS

FECHA: 19/09/2023

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL (MTC-504)

PROPIEDADES MECANICAS A 0 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.31	3.34	3.35	3.33
ESTABILIDAD (kg)	1193.5	1163.7	1176.8	1178.0



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TECNICO DE LABORATORIO
COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-519

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

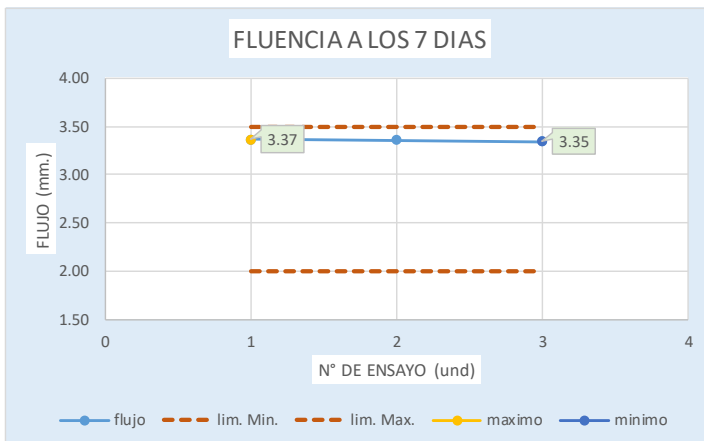
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 7 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 7 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.37	3.36	3.35	3.36
ESTABILIDAD (kg)	1157.0	1114.2	1167.4	1146.2



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CUENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-520

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

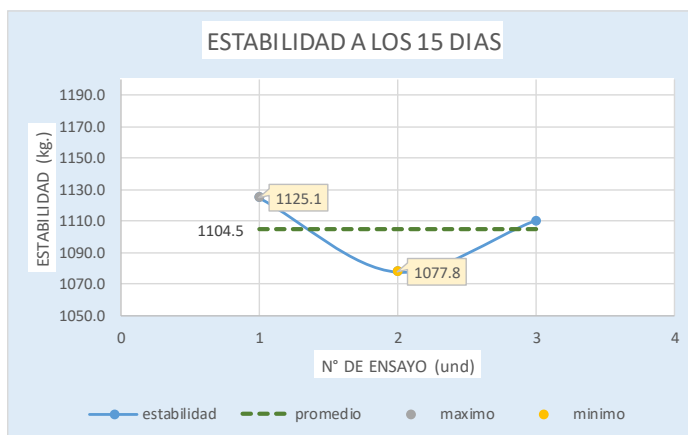
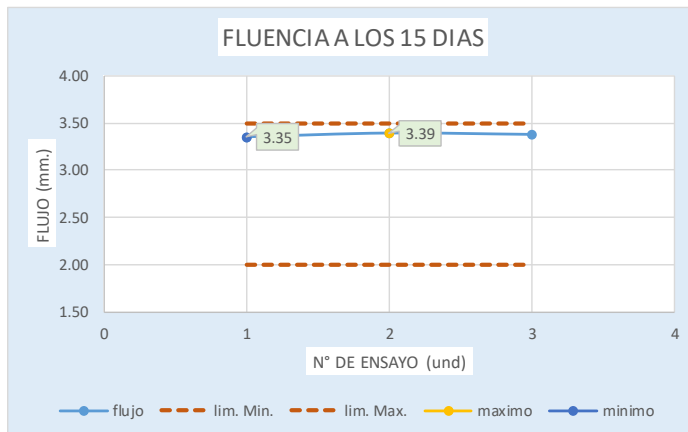
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 15 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 15 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.35	3.39	3.38	3.37
ESTABILIDAD (kg)	1125.1	1077.8	1110.5	1104.5



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

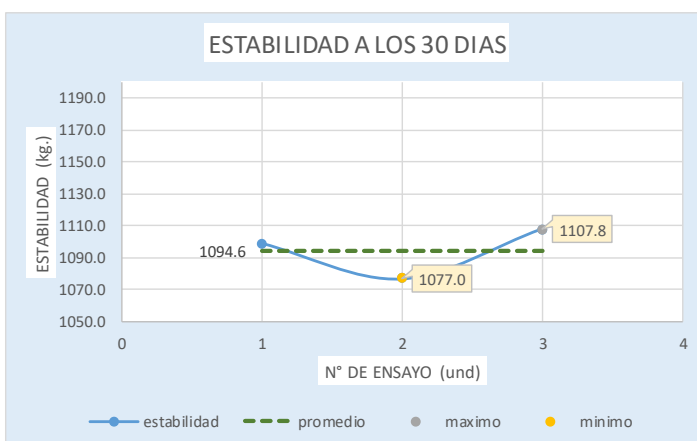
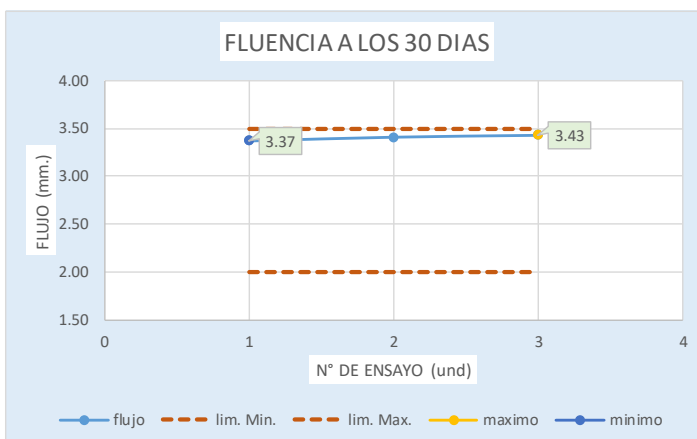
CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ **CERTIFICADO:** 2023-521

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO **TEMPERATURA:** 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 30 DIAS **FECHA:** 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 30 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.37	3.41	3.43	3.40
ESTABILIDAD (kg)	1099.0	1077.0	1107.8	1094.6



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-522

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

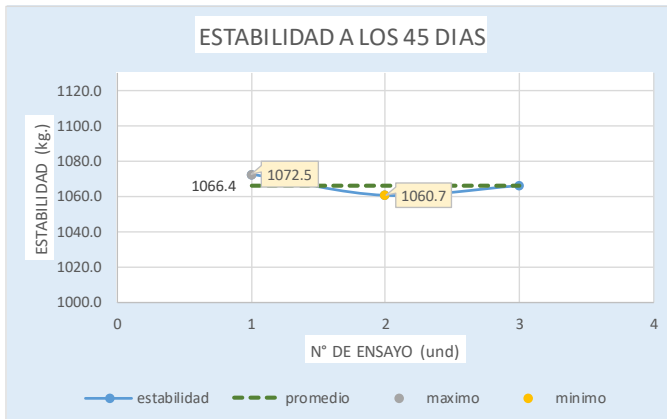
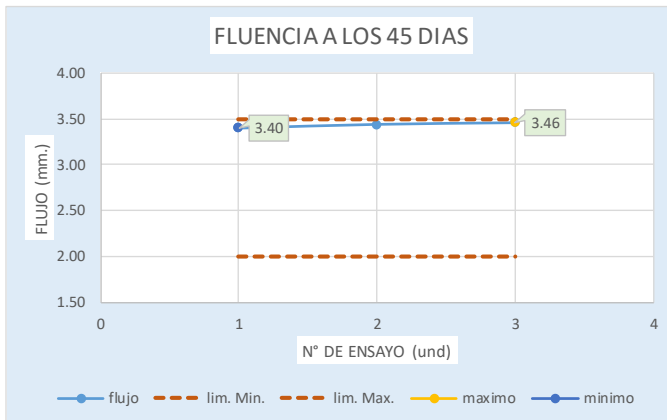
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 45 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.40	3.44	3.46	3.44
ESTABILIDAD (kg)	1072.5	1060.7	1066.1	1066.4



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



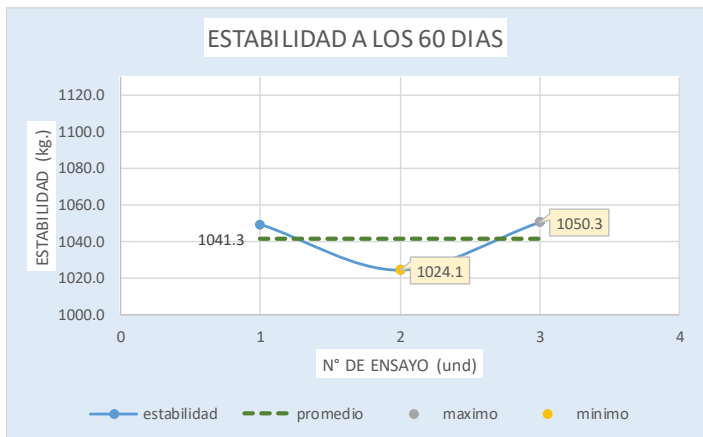
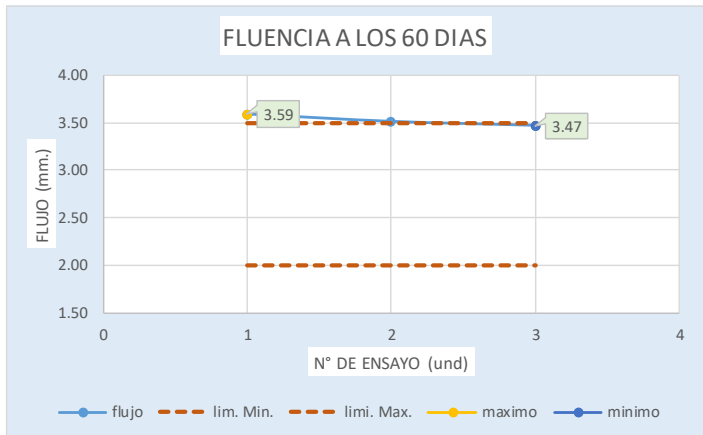
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-523
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 60 DIAS	FECHA:	19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

PROPIEDADES MECANICAS A 60 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.59	3.51	3.47	3.52
ESTABILIDAD (kg)	1049.3	1024.1	1050.3	1041.3



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

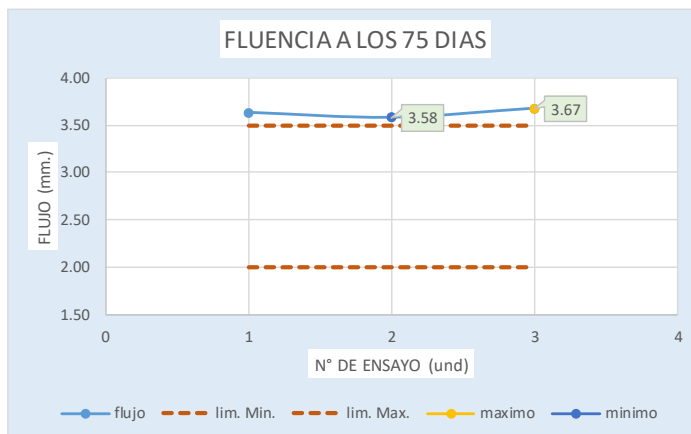
CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ CERTIFICADO: 2023-524

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75 DIAS FECHA: 19/09/2023

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL (MTC-504)

PROPIEDADES MECANICAS A 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
FLUJO (mm)	3.63	3.58	3.67	3.63
ESTABILIDAD (kg)	874.07	783.45	842.38	833.3



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TECNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-525

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

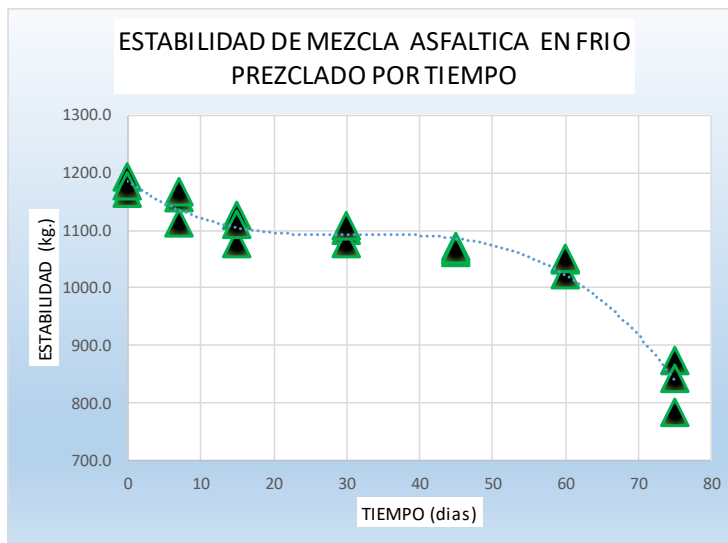
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75 DÍAS

FECHA: 19/09/2023

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)

ESTABILIDAD				
	M01	M02	M03	promedio
0	1193.5	1163.7	1176.8	1178.0
7	1157.0	1114.2	1167.4	1146.2
15	1125.1	1077.8	1110.5	1104.5
30	1099.0	1077.0	1107.8	1094.6
45	1072.5	1060.7	1066.1	1066.4
60	1049.3	1024.1	1050.3	1041.3
75	874.1	783.4	842.4	833.3



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-526

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

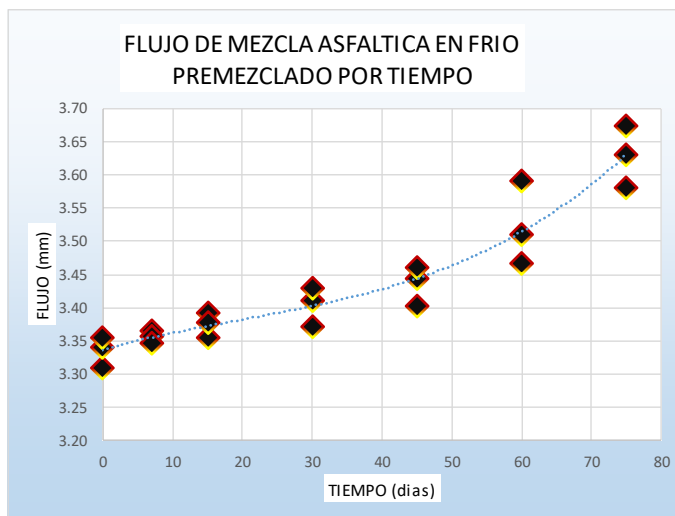
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 75 DIAS

FECHA: 19/09/2023

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL
(MTC-504)**

FLUJO				
	M01	M02	M03	promedio
0	3.31	3.34	3.35	3.33
7	3.37	3.36	3.35	3.36
15	3.35	3.39	3.38	3.37
30	3.37	3.41	3.43	3.40
45	3.40	3.44	3.46	3.44
60	3.59	3.51	3.47	3.52
75	3.63	3.58	3.67	3.63



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-530

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

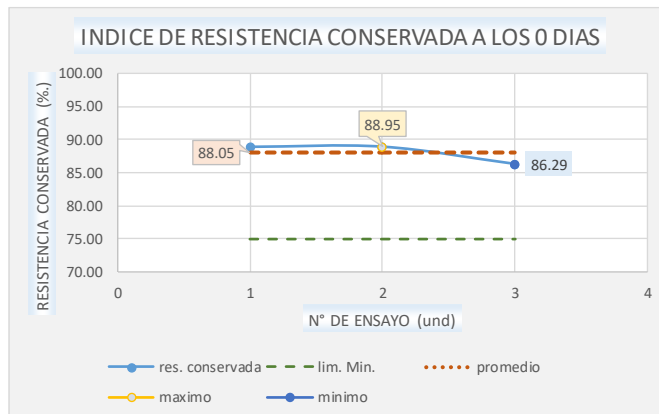
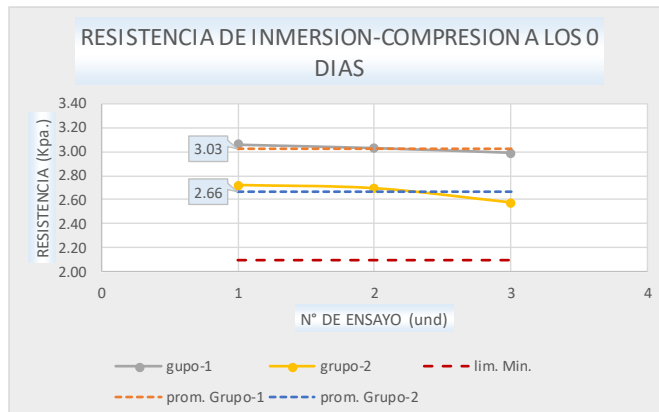
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 0 DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 0 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	3.06	3.03	2.99	3.03
GRUPO-02	2.72	2.69	2.58	2.66
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 0 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	88.93	88.95	86.29	88.05



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

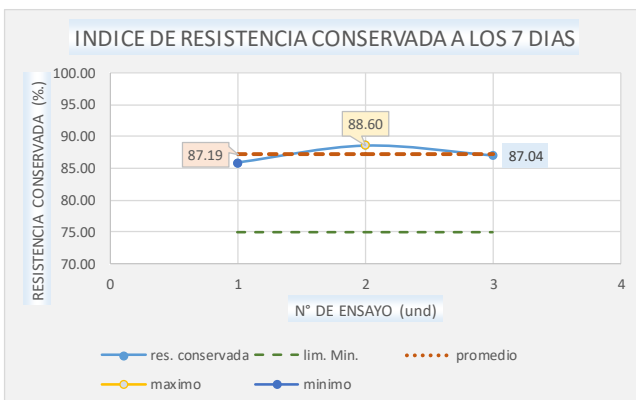
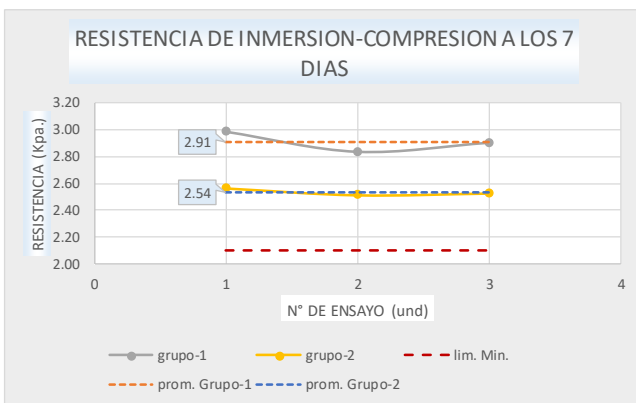
CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ **CERTIFICADO:** 2023-531

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO **TEMPERATURA:** 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 7 DIAS **FECHA:** 27/09/2023

EFEECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 7 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.98	2.84	2.90	2.91
GRUPO-02	2.56	2.51	2.53	2.54
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 7 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	85.92	88.60	87.04	87.19



Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-532

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

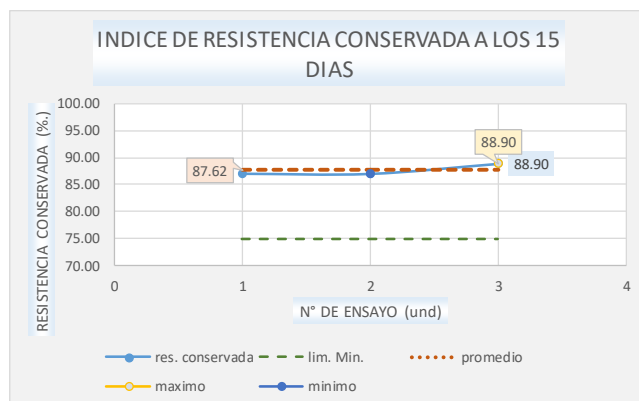
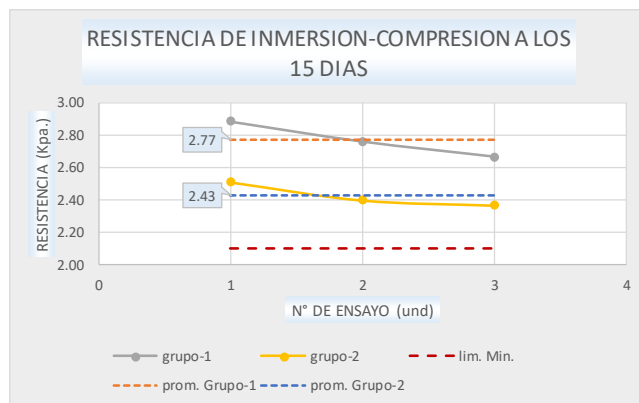
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 15 DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 15 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.88	2.76	2.66	2.77
GRUPO-02	2.51	2.40	2.37	2.43
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 15 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	86.99	86.96	88.90	87.62



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



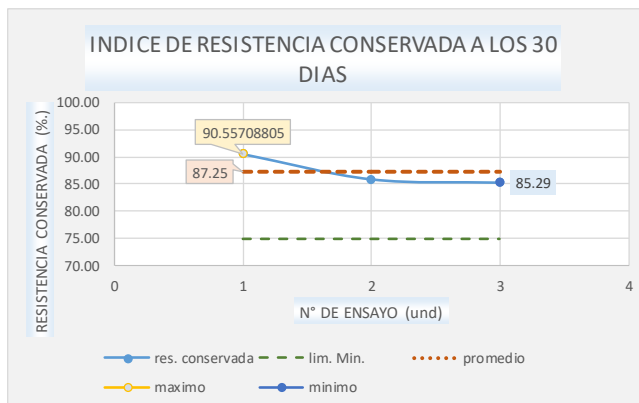
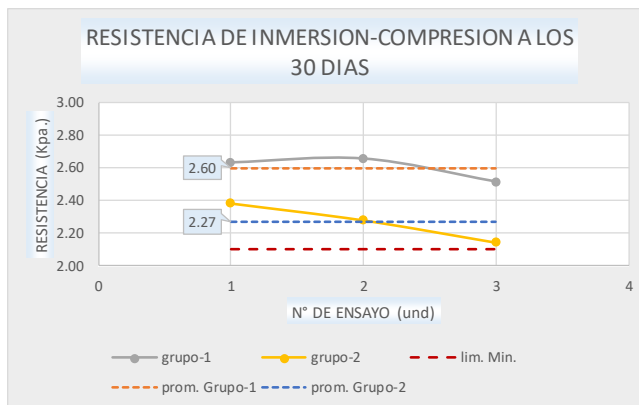
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-533
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 30 DIAS	FECHA:	27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 30 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.63	2.65	2.51	2.60
GRUPO-02	2.38	2.28	2.14	2.27
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 30 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	90.56	85.90	85.29	87.25



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CUENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-534

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

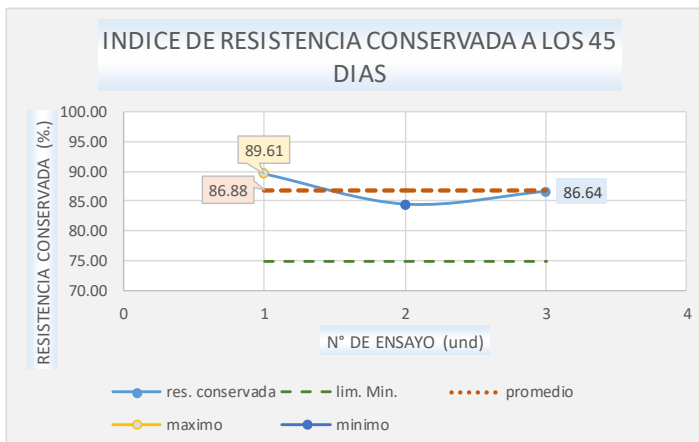
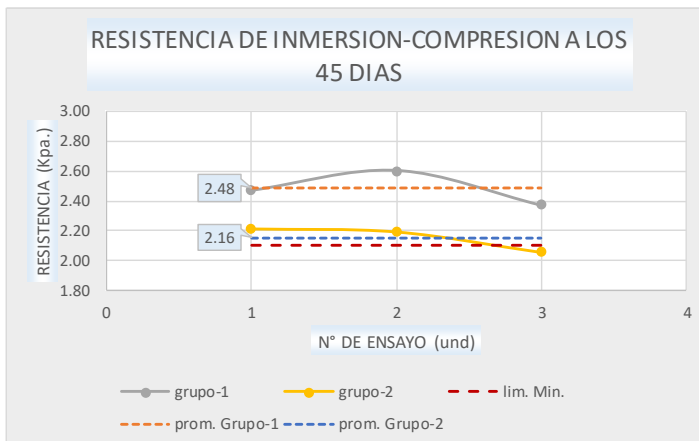
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 45 DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.47	2.60	2.38	2.48
GRUPO-02	2.22	2.19	2.06	2.16
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 45 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	89.61	84.41	86.64	86.88



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-535

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO

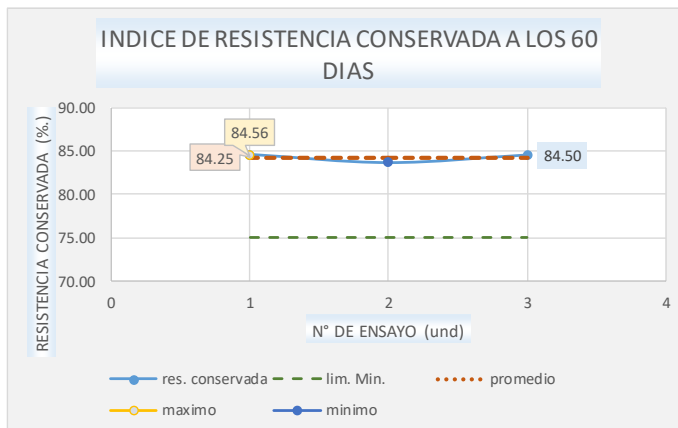
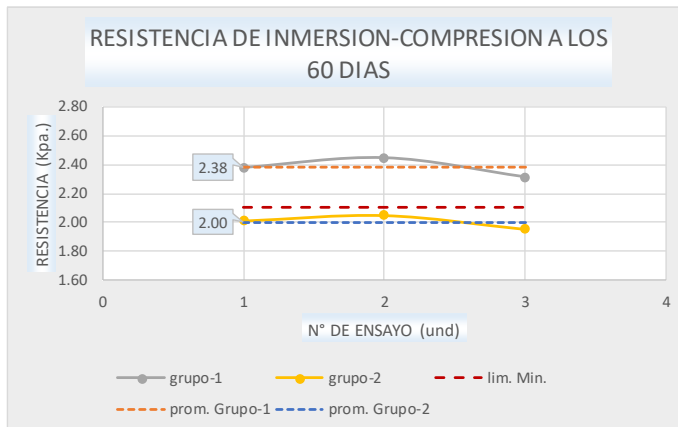
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 60 DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFEECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 60 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.38	2.45	2.31	2.38
GRUPO-02	2.01	2.05	1.95	2.00
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 60 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	84.56	83.69	84.50	84.25



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

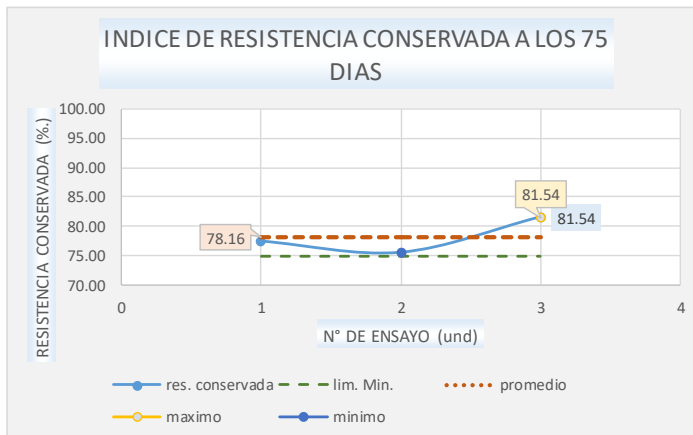
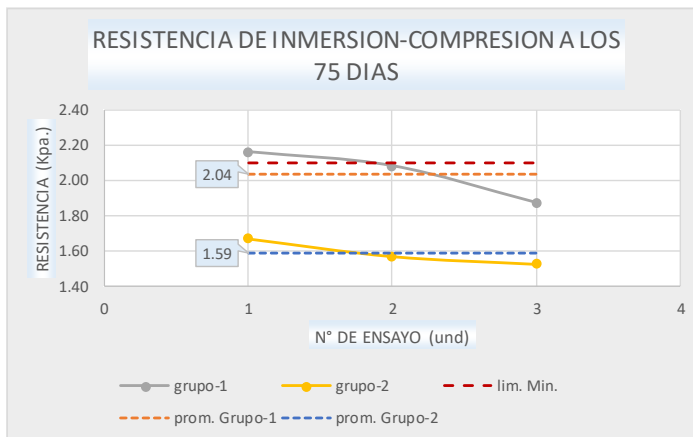


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023		
CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-536
MATERIAL:	MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 75 DIAS	FECHA:	27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 Y 2 A LOS 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
GRUPO-01	2.16	2.08	1.87	2.04
GRUPO-02	1.67	1.57	1.53	1.59
RESISTENCIA CONSERVADA A LOS 75 DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RESISTENCIA	77.41	75.52	81.54	78.16



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-539

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A DIFERENTES DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 1 CON DIFERENTES DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	3.06	3.03	2.99	3.03
7	2.98	2.84	2.90	2.91
15	2.88	2.76	2.66	2.77
30	2.63	2.65	2.51	2.60
45	2.47	2.60	2.38	2.48
60	2.38	2.45	2.31	2.38
75	2.16	2.08	1.87	2.04



Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CUENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-540

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

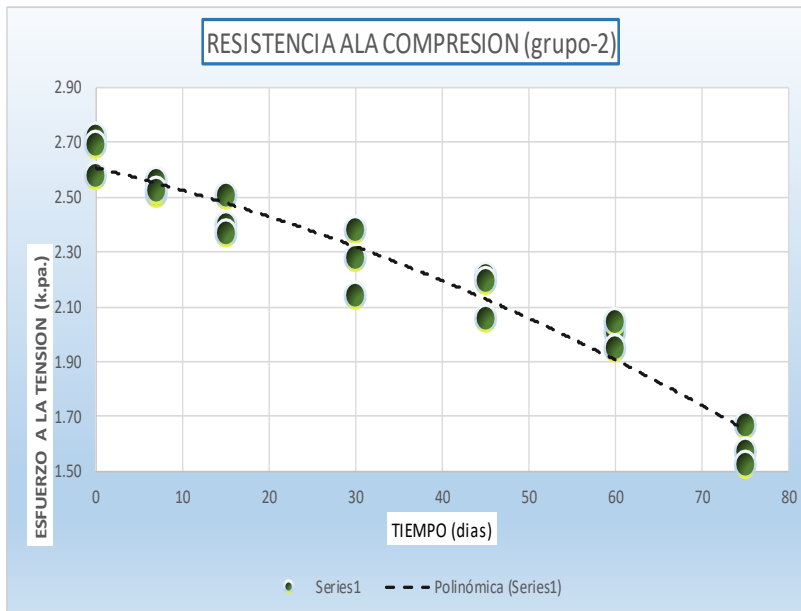
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A DIFERENTES DIAS

FECHA: 27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL GRUPO 2 CON DIFERENTES DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	2.72	2.69	2.58	2.66
7	2.56	2.51	2.53	2.54
15	2.51	2.40	2.37	2.43
30	2.38	2.28	2.14	2.27
45	2.22	2.19	2.06	2.16
60	2.01	2.05	1.95	2.00
75	1.67	1.57	1.53	1.59



Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-541
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A DIFERENTES DIAS	FECHA:	27/09/2023

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC-518)

INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA CON DIFERENTES DIAS				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	88.93	88.95	86.29	88.05
7	85.92	88.60	87.04	87.19
15	86.99	86.96	88.90	87.62
30	90.56	85.90	85.29	87.25
45	89.61	84.41	86.64	86.88
60	84.56	83.69	84.50	84.25
75	77.41	75.52	81.54	78.16



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

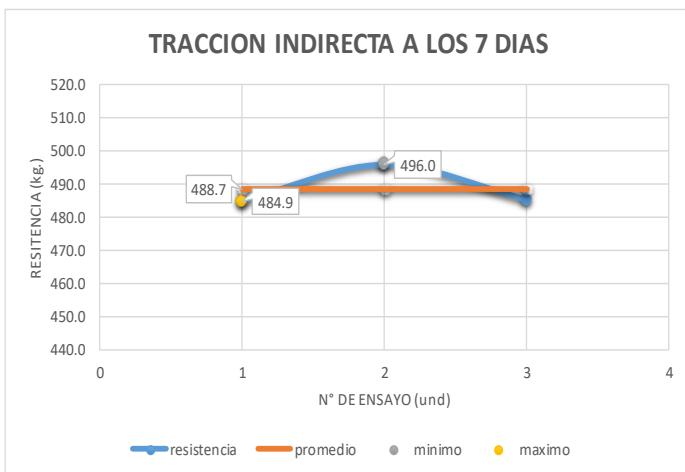
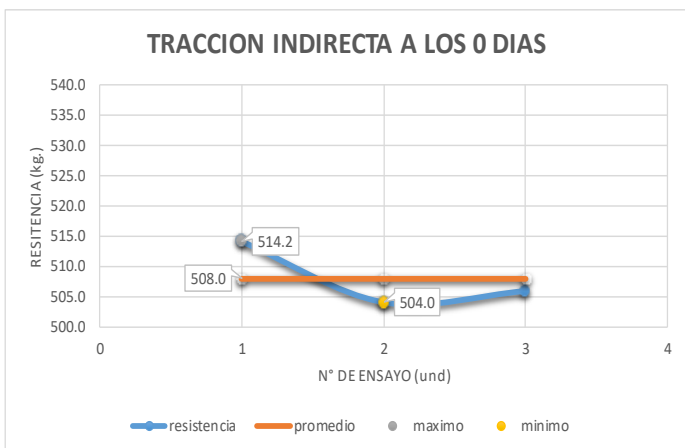


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023		
CLIENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-551
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 0 y 7 DIAS	FECHA:	13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA (MTC-504)

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	514.2	504.0	505.9	508.0
7	484.9	496.0	485.2	488.7



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-552

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

TEMPERATURA: 20°C

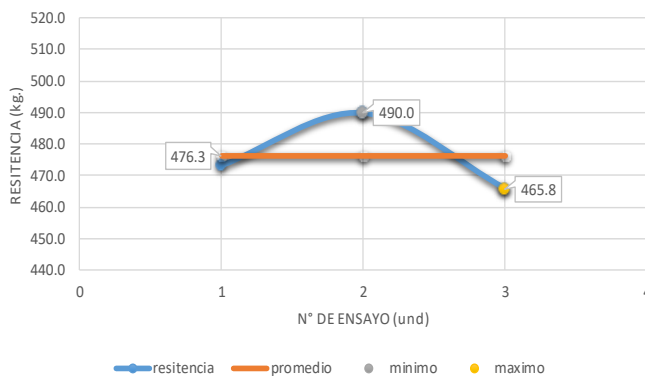
MUESTRA: MEZCLA A 15 y 30 DIAS

FECHA: 13/10/2023

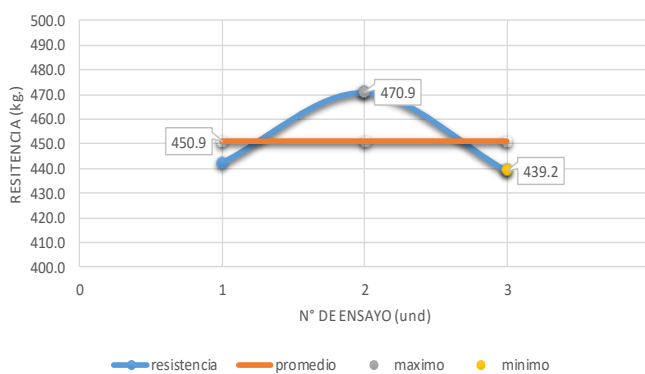
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
15	473.2	490.0	465.8	476.3
30	442.5	470.9	439.2	450.9

TRACCIÓN INDIRECTA A LOS 15 DÍAS



TRACCIÓN INDIRECTA A LOS 30 DÍAS



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

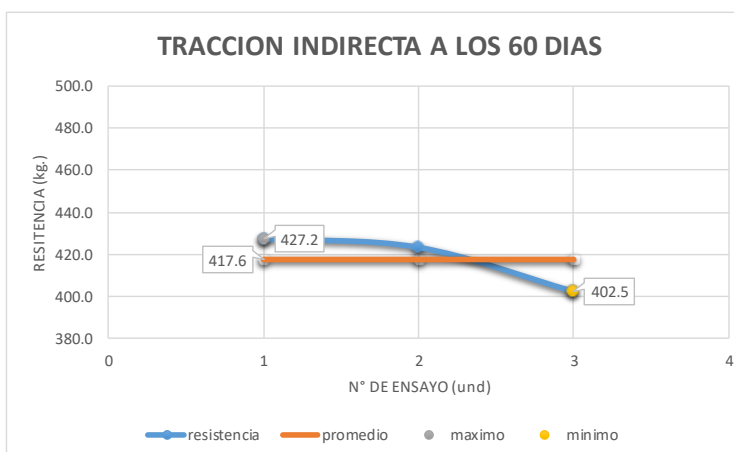
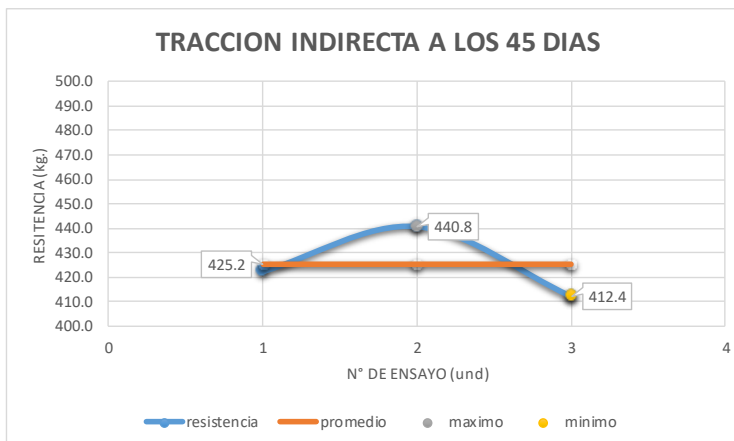


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023		
CUENTE:	LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ	CERTIFICADO:	2023-553
MATERIAL:	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO	TEMPERATURA:	20°C
MUESTRA:	MEZCLA A 45 y 60 DIAS	FECHA:	13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
45	422.5	440.8	412.4	425.2
60	427.2	423.1	402.5	417.6



Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO
PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE:

LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO:

2023-554

MATERIAL:

MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PREMEZCLADO

TEMPERATURA:

20°C

MUESTRA:

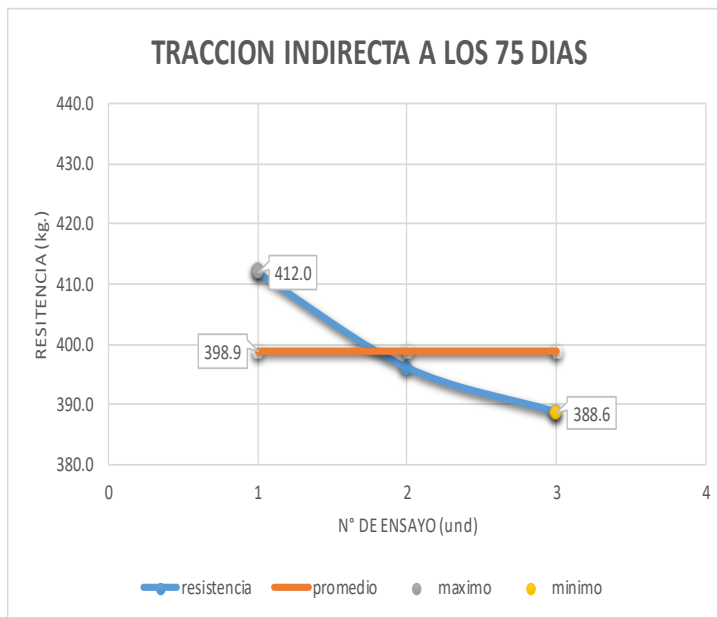
MEZCLA A 75

FECHA:

13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
75	412.0	396.1	388.6	398.9



Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COLOCACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO – HUANCAYO - 2023

CLIENTE: LINCOLN KENEDY, FERNANDEZ MARTINEZ

CERTIFICADO: 2023-555

MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO PREMEZCLADO

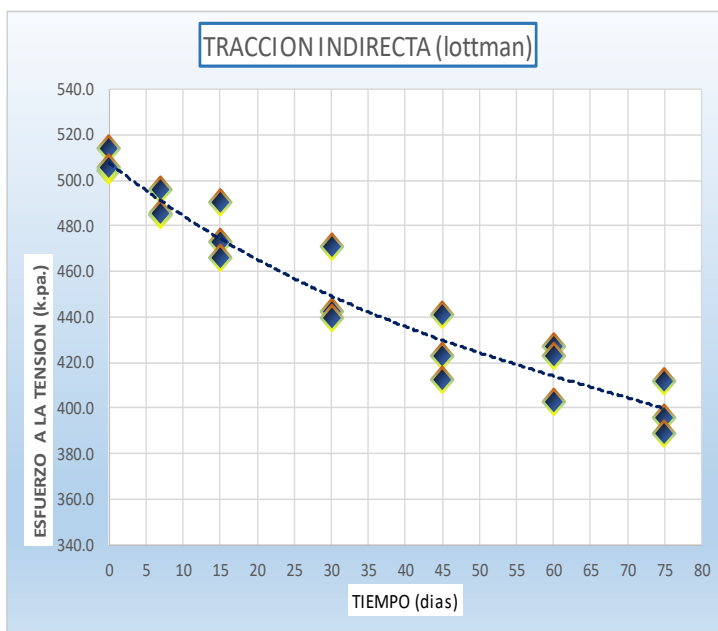
TEMPERATURA: 20°C

MUESTRA: MEZCLA A 60 y 75 DIAS

FECHA: 13/10/2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA				
DIAS	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
0	514.16	504.03	505.91	508.03
7	484.85	495.97	485.16	488.66
15	473.22	490.02	465.76	476.33
30	442.46	470.91	439.21	450.86
45	422.55	440.77	412.42	425.24
60	427.24	423.14	402.52	417.63
75	412.02	396.06	388.58	398.89



Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

9.4 ANEXO 4 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

GEOLAB EQUIPOS S.A.C
RUC 20606348402

Equipos para Laboratorio de
suelos, concreto y asfaltos

INFORME DE CALIBRACION

LT - 012 – 2022

Expediente: 009-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-15

Página: 1 de 3

SOLICITANTE : COLDFIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO : ESTUFA
Marca : NO INDICA
Modelo : HR001
Serie : 520
Capacidad del Equipo : 87 L
Indicación : DIGITAL
Marca pirómetro : THOLZ
Modelo pirómetro : MDH
Temperatura Calibra : 110 °C

LUGAR DE CALIBRACION
Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION
La Calibración se realizó según el procedimiento de calibración PC-018
"Procedimiento de Calibración para medios isotérmicos usando aire
Como medio conductor"

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

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

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

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-075-2021	SISTEMA INTERNACIONAL
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-041-2021	

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17.1 °C	17.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

CONCLUSIONES

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5°C para la realización de los ensayos de Laboratorio según la norma ASTM

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


.....
Carlos E. Ramírez Mendileta
LABORANTE

INFORME DE CALIBRACION N° LT-012-2022

Página : 2 de 3

CALIBRACION PARA 110 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del Equipo °C	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. Prom. °C	Δ Tmax °C
		Posicion 1	Posicion 2	Posicion 3	Posicion 4	Posicion 5	Posicion 6	Posicion 7	Posicion 8	Posicion 9	Posicio n 10		
00:00	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:02	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:04	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:06	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:08	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	108,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:10	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	109,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:12	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:14	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:16	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:18	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:20	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:22	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	108,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:24	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	109,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:26	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:28	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:30	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:32	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:34	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:36	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	108,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:38	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	109,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:40	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:42	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:44	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:46	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:48	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:50	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	108,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:52	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	109,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:54	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:56	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:58	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
01:00	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
T. Promedio		110,1	112,2	112,0	113,7	112,3	109,3	108,3	108,8	108,7	112,4		Temperatura Promedio General (°C)
T. Maximo		113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	112,5	110,7	110,8	111,7	114,7		
T. Minimo		107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4		
DTT		5,9	4,8	4,4	4,7	5,0	6,2	5,0	5,1	6,1	5,3		110,8

Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida °C
Maxima Temperatura Medida	115,6	0,3
Minima Temperatura Medida	105,6	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,2	0,1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,4	0,1
Estabilidad Media (±)	3,08	0,04
Uniformidad Media	5,9	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición

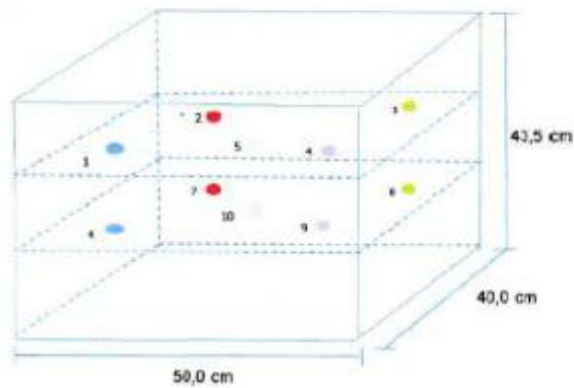
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%


Carlos E. Ramirez Mendieta
LABORATORIO

INFORME DE CALIBRACION Nº LT-012-2022
Pagina : 3 de 3

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



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


Carlos E. Ramírez Méndez
LABORATORIO

INFORME DE CALIBRACION

LF - 005 – 2022

Expediente: 013-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-17

Página: 1 de 2

SOLICITANTE : **COLDFIX E.I.R.L.**
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO	:	CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO
Marca	:	NO INDICA
Modelo de Corte Directo	:	AT001
Serie de Corte Directo	:	1452
Marca de Celda	:	KELI
Modelo de Celda	:	A-FED
Serie de Celda	:	SP036154
Capacidad de Celda	:	500 Kg
Marca de Indicador	:	HIGH WEIGHT
Modelo Indicador	:	315-x2
Serie de Indicador	:	084022

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

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

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

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

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDURCERS	INF – LE – 012- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDURCERS	INF – LE – 012- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18.1 °C	18.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

RESULTADOS DE LA MEDICION

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


.....
Carlos E. Ramirez Mendieta
GERENTE GENERAL

INFORME DE CALIBRACION Nº LF-005-2022

Página : 2 de 2

TABLA Nº 1

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIE DE VERIFICACION (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	502,60	503,50	-0,52	-0,70	503,05	-0,61	-0,18
1000	1006,05	1005,05	-0,60	-0,50	1005,55	-0,55	0,10
1500	1503,95	1501,10	-0,26	-0,07	1502,53	-0,17	0,19
2000	2001,15	2000,50	-0,06	-0,03	2000,83	-0,04	0,03
2500	2497,45	2504,15	0,10	-0,17	2500,80	-0,03	-0,27
3000	2996,15	2996,45	0,13	0,12	2996,30	0,12	-0,01
3500	3493,30	3493,05	0,19	0,20	3493,18	0,20	0,01
4000	3985,24	3984,75	0,37	0,38	3985,00	0,38	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

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

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

3.- Coeficiente Correlación: $R2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0049x - 9,5241$

PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCION g
A1	500	512,0	-12,0
A2	500	510,0	-10,0
B1	1000	1020,0	-20,0
B2	1000	1024,0	-24,0
C1	2000	2030,0	-30,0
C2	2000	2033,0	-33,0
D1	4000	4062,0	-62,0
D2	4000	4069,0	-69,0


Carlos E. Ramirez Mendieta
SECRETARIO GENERAL

INFORME DE CALIBRACION

LL - 006 – 2022

Expediente: 014-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-17

Página: 1 de 2

SOLICITANTE : COLDFIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO	COMPARADOR DE CUADRANTE
Tipo de Indicación	ANALOGIA
Alcance de Indicación	0 mm a 20 mm
División de Escala	0,01 mm
Marca	INSIZE
Modelo	NO INDICA
Serie	4B11148

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia El procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología del INACAL - DM

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

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

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

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA – C – 075- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18.1 °C	18.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


Carlos E. Ramirez Mendileta
CALIBRACION

RESULTADOS

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_a)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
0,00	0,00	0,00
1,00	1,02	0,02
2,00	2,01	0,01
5,00	5,02	0,02
8,00	8,01	0,01
10,00	10,02	0,02
13,00	13,01	0,01
15,00	15,01	0,01
20,00	20,02	0,02
25,00	25,03	0,03

Alcance de error de indicación (f_a) : 0,03 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
13,00	13,02	0,02
	13,01	0,01
	13,02	0,02
	13,01	0,01
	13,01	0,01

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,02 mm
Incertidumbre de medición : $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.


Carlos E. Ramírez Mesalleta
Geolab Equipos S.A.C.

INFORME DE CALIBRACION

LT - 012 – 2022

Expediente: 009-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-15

Página: 1 de 3

SOLICITANTE : COLDFIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO : ESTUFA
Marca : NO INDICA
Modelo : HR001
Serie : 520
Capacidad del Equipo : 87 L
Indicación : DIGITAL
Marca pirómetro : THOLZ
Modelo pirómetro : MDH
Temperatura Calibra : 110 °C

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se realizó según el procedimiento de calibración PC-018
"Procedimiento de Calibración para medios isotérmicos usando aire
Como medio conductor"

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

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

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

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-075-2021	SISTEMA INTERNACIONAL
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-041-2021	

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17.1 °C	17.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

CONCLUSIONES

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5°C para la realización de los ensayos de Laboratorio según la norma ASTM

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


Carlos E. Ramírez Mendieta
CERTIFICADO