

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis del comportamiento físico y mecánico del
concreto al adicionar fibra de metal para su uso
en pavimentos rígidos en la ciudad de
Huancayo, 2021**

Kimberly Katherine Porras Laura
Kremlin Jonny Ríos Morales

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ASESOR

Ing. Franz Emmanuel Estrada Porras

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos salud, por cuidarnos y podernos dar, día a día, una oportunidad de poder avanzar y terminar lo que hoy es nuestra tesis final.

A nuestra casa de estudios superiores, la Universidad Continental, por haber sido parte de una de nuestras etapas de estudio; así mismo, a los docentes que durante el tiempo que estuvimos estudiando nos brindaron conocimientos básicos para poder aplicarlos en nuestro tema de investigación.

A nuestro asesor Ing. Frank Estrada Porras, por su tiempo, consejos y asesoramiento desinteresado para el desarrollo de esta tesis.

A Ángel Huamán Chávez, por la contribución en la parte práctica y técnica de nuestro tema de investigación e instruirnos en el mundo del concreto.

A nuestras familias, por la motivación y el apoyo de diferentes maneras que lograron hacer de nosotros personas persistentes para alcanzar la meta.

A nosotros mutuamente, porque como pareja nos apoyamos para lograr otro objetivo juntos y mejorar de manera personal y profesional.

DEDICATORIA

A Dios, por ofrecernos salud, por guiarnos en cada paso que damos y llenarnos de fortaleza, por ser nuestro confidente y protector en cada momento.

A nuestros padres, Gisela, Marco, Miriam y Jonny, por brindarnos comprensión, amor y atención, siendo el soporte que necesitamos, por ser nuestra fuente de motivación e inspiración en los momentos de debilidad, entre derrotas y triunfos siempre están con nosotros.

A nuestros hermanos, que son nuestros verdaderos amigos, quienes nos brindan comprensión y aliento para seguir adelante y son la razón para superarnos cada día.

A nuestros papitos, por ayudarnos a alcanzar todo lo que nos proponemos, brindándonos atención, compañía y llenarnos de conocimientos a diario.

A todos en el cielo, a quienes prometimos ser ingenieros, hoy podemos decir que lo logramos y que siempre los recordaremos.

ÍNDICE

ASESOR.....	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE GRÁFICAS.....	XI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	19
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1.1 Planteamiento del problema.....	19
1.1.2 Formulación del problema.....	21
1.2 OBJETIVOS.....	22
1.2.1 Objetivo general	22
1.2.2 Objetivos específicos	22
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.3.1 Justificación Académica	22
1.3.2 Justificación Económica	22
1.3.3 Justificación Metodológica.....	22
1.3.4 Justificación Técnica	23
1.3.5 Justificación Social.....	23
1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	23
1.4.1. Hipótesis.....	23
1.4.2. Variables y operacionalización	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	25
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	25
2.1.2 Antecedentes nacionales	25
2.2. BASES TEÓRICAS	29
PAVIMENTOS	29
2.2.1. Concreto fibro-reforzado	31
2.2.2. Diseño de mezcla.....	39

2.2.3.	Ensayos en estado fresco	42
2.2.4.	Ensayos en estado endurecido	45
2.2.5.	Propiedades físicas del pavimento rígido.....	47
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		51
3.1	MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1.1	Método de investigación.....	51
3.1.2	Alcances de la investigación.....	51
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.2.1.	Tipo de diseño de investigación.....	52
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.3.1.	Población.....	52
3.3.2.	Muestra.....	52
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
3.4.1.	Técnicas utilizadas en la recolección de datos	53
3.4.2.	Instrumentos utilizados en la recolección de datos	54
3.5	DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERA DE LOS AGREGADOS (ARENA GRUESA – PIEDRA DE ¾”).....	54
3.6	ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS.....	55
3.7	DISEÑO DE MEZCLA.....	63
3.7.1.	Diseño de mezcla patrón.....	63
3.7.2.	Diseño de mezcla con adición de 20kg/m ³ de fibra.....	68
3.7.3.	Diseño de mezcla con adición de 25kg/m ³ de fibra.....	71
3.7.4.	Diseño de mezcla con adición de 30kg/m ³ de fibra.....	73
3.8	ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO.....	76
3.9	ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO	84
3.10	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	88
3.10.1	Concreto patrón f'c=280kg/cm ²	88
3.10.2	Concreto f'c=280 kg/cm ² , con fibra de metal 20kg/m ³	89
3.10.3	Concreto f'c=280 kg/cm ² , con fibra de metal 25kg/m ³	89
3.10.4	Concreto f'c=280 kg/cm ² , con fibra de metal 30kg/m ³	90
3.10.5	Rehabilitación de pavimento rígido	90
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		92
4.1.	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO 92	
4.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	120
4.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	153

4.3.1.	DISCUSIÓN 1.....	153
4.3.2.	DISCUSIÓN 2.....	154
4.3.3.	DISCUSIÓN 3.....	155
	CONCLUSIONES.....	157
	RECOMENDACIONES.....	159
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160
	ANEXOS.....	163

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	Comparación entre pavimento rígido y flexible.....	29
Tabla 2:	Husos granulométricos para agregados gruesos.....	33
Tabla 3:	Husos granulométricos para agregados finos.....	33
Tabla 4:	Clasificación y uso de cada uno de los Cementos Portland existentes.....	35
Tabla 5:	Protocolo de mezclado para el diseño patrón.....	40
Tabla 6:	Protocolo de mezclado para el diseño con adición de fibra.....	40
Tabla 7:	Dosificación de materiales para el diseño patrón para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia.....	41
Tabla 8:	Dosificación de materiales para el diseño patrón para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg.....	41
Tabla 9:	Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m ³ para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg.....	41
Tabla 10:	Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m ³ para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia.....	41
Tabla 11:	Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m ³ para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg.....	42
Tabla 12:	Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m ³ para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia.....	42
Tabla 13:	Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m ³ para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg.....	42
Tabla 14:	Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m ³ para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia.....	42
Tabla 15:	Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	43
Tabla 16:	Asentamiento y trabajabilidad según el grado de asentamiento.....	44
Tabla 17:	Valores recomendados según el Manual de Carreteras.....	46
Tabla 18:	Requisitos mínimos según tipo de pavimentos.....	47
Tabla 19:	Cantidad de especímenes en estudio.....	53
Tabla 20:	Selección de la resistencia.....	64
Tabla 21:	Asentamiento según el tipo de construcción.....	64
Tabla 22:	Requerimientos aproximados de agua, dependiendo del TMN.....	64
Tabla 23:	Relación a/c vs. Resistencia a compresión.....	65
Tabla 24:	Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	66
Tabla 25:	Valores del diseño final.....	67
Tabla 26:	Reducción Unitaria de los componentes para el diseño patrón.....	67
Tabla 27:	Cantidad de componentes para briquetas.....	67
Tabla 28:	Cantidad de componentes para vigas.....	68

Tabla 29: Valores del diseño final.	69
Tabla 30: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 20kg/m ³ de fibra de metal.	70
Tabla 31: Cantidad de componentes para briquetas.	70
Tabla 32: Cantidad de componentes para vigas.....	70
Tabla 33: Valores del diseño final.	72
Tabla 34: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m ³ de fibra de metal.	72
Tabla 35: Cantidad de componentes para briquetas.	73
Tabla 36: Cantidad de componentes para vigas.....	73
Tabla 37: Valores del diseño final.	74
Tabla 38: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m ³ de fibra de metal.	75
Tabla 39: Cantidad de componentes para briquetas.	75
Tabla 40: Cantidad de componentes para vigas.....	76
Tabla 41: Análisis del precio unitario del concreto patrón.	89
Tabla 42: Análisis del precio unitario con la dosificación de 20kg/m ³	89
Tabla 43: Análisis del precio unitario con la dosificación de 25kg/m ³	90
Tabla 44: Análisis del precio unitario con la dosificación de 30kg/m ³	90
Tabla 45: Análisis del precio unitario para rehabilitación del pavimento rígido.....	91
Tabla 46: Resumen del Contenido de Humedad de los agregados.	92
Tabla 47: Resumen de la Granulometría del Agregado Fino.	93
Tabla 48: Resumen de la Granulometría del Agregado Grueso.	94
Tabla 49: Resumen del Peso Unitario Suelto de los Agregados.	95
Tabla 50: Resumen del Peso Unitario Compactado de los Agregados.	95
Tabla 51: Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.	96
Tabla 52: Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino. Fuente: Elaboración propia	96
Tabla 53: Requisitos de contenido de aire para diferentes tamaños de agregados.....	97
Tabla 54: Tabla de resumen de los resultados de tiempo de fraguado. Fuente: Elaboración propia.....	98
Tabla 55: Tabla de resultados del ensayo	107
Tabla 56: Tabla de resultados del ensayo	108
Tabla 57: Tabla de resultados del ensayo	109
Tabla 58: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m ³ de fibra de metal (1).	110
Tabla 59: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m ³ de fibra de metal (2).	111
Tabla 60: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m ³ de fibra de metal (3).	112
Tabla 61: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m ³ de fibra de metal (1).	113
Tabla 62: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m ³ de fibra de metal (2).	114
Tabla 63: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m ³ de fibra de metal (3).	114
Tabla 64: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m ³ de fibra de metal (1).	115
Tabla 65: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m ³ de fibra de metal (2).	116
Tabla 66: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m ³ de fibra de metal (3).	117
Tabla 67: Comparación de precios unitarios s/c fibra de metal.	119
Tabla 68: Comparación de precios unitarios con respecto a la rehabilitación.	119
Tabla 69: Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a la compresión	121
Tabla 70: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad por Shapiro -Wilk.....	122
Tabla 71: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m ³ - Pearson.....	129

Tabla 72: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m ³ - Pearson.....	130
Tabla 73: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m ³ - Pearson.....	131
Tabla 74: Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a flexión	132
Tabla 75: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk flexión	134
Tabla 76: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m ³ - Pearson.....	140
Tabla 77: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m ³ - Pearson.....	141
Tabla 78: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m ³ - Pearson.....	142
Tabla 79: Estadísticos descriptivos - Análisis de Relación de Reducción de fisuras (CRR)	143
Tabla 80: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk fisuración.....	144
Tabla 81: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m ³ - Pearson.....	151
Tabla 82: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m ³ - Pearson.....	151
Tabla 83: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m ³ - Pearson.....	152
Tabla 84: Comparación de precios unitarios	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Serviciabilidad del pavimento rígido. Tomada del “Manual de Carreteras-Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos”, ^(1 p. 232)	20
Figura 2: Fallas en el pavimento rígido – HUANCAYO	20
Figura 3: Fallas en el pavimento rígido – EL TAMBO	21
Figura 4: Fallas en el pavimento rígido – CHILCA	21
Figura 5: Comportamiento mecánico de los pavimentos frente a una carga externa. Extraído de la tesis “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”, por Miranda ⁽¹⁰⁾	30
Figura 6: Estructura del pavimento rígido. Extraído de “Tópicos de Pavimentos de Concreto- Diseño, construcción y supervisión”, elaborado por Salas ⁽¹¹⁾	30
Figura 7: Concreto fibro-reforzado.	31
Figura 8: Agregado grueso - Cantera Burgos-Pilcomayo.	32
Figura 9: Agregado fino-Cantera Mito-Huancayo.	32
Figura 10: Fibra de metal WIRAND FF3.	37
Figura 11: Fibra metálica con anclaje en las extremidades. Macaferri ^(20 p. 15)	37
Figura 12: Losa de Almacén Ransa – Lima. Tomado de Macaferri ⁽²²⁾	38
Figura 13: Dispersión y comportamiento de la fibra de en la mezcla del concreto. Macaferri ⁽²³⁾	39
Figura 14: Prueba de resistencia a la compresión. Tomado de MCYC ⁽³⁴⁾	45
Figura 15: Carga en los puntos tercios. Obtenido de NRMCA ^(36 p. 1)	46
Figura 16: Diseños del molde para en ensayo ASTM C 1579. Obtenido en ASTM C1579 ^(39 p. 2)	47
Figura 17: Fisuras de retracción plástica. Tomado de Corral y Toirac ⁽⁴⁰⁾	48
Figura 18: Ejemplo de agrietamiento – HUANCAYO.....	49
Figura 19: Ejemplo de fisuración– HUANCAYO.	50
Figura 20: Estructura a nivel relacional de las variables.....	52
Figura 21: Ubicación de la Cantera de Mito. Fuente: Google Earth	54
Figura 22: Secado de la Arena Gruesa.....	54
Figura 23: Ubicación de la Cantera Pilcomayo. Fuente: Google Earth	55
Figura 24: Secado de la Piedra de 3/4”. Fuente: Elaboración propia	55
Figura 25: Ensayo de Contenido de Humedad.	56
Figura 26: Ensayo de Granulometría.....	57
Figura 27: Ensayo PUS.....	58
Figura 28: Ensayo PUC.	59
Figura 29: Ensayo Peso Específico.....	61
Figura 30: Ensayo de Peso Específico y Absorción de Ag. Fino.....	62
Figura 31: Toma de muestra del concreto.	77
Figura 32: Elaboración y Curado de especímenes.....	78
Figura 33: Ensayo de Asentamiento.....	80
Figura 34: Ensayo de Contenido de Aire.	81
Figura 35: Ensayo de Tiempo de Fragua.....	83
Figura 36: Ensayo de Temperatura.	84
Figura 37: Ensayo a Compresión.	85
Figura 38: Ensayo de Resistencia a Flexión.	86
Figura 39: Elaboración del Ensayo ASTM C 1579.	88
Figura 40: Curva Granulométrica del Ag. Fino.....	93
Figura 41: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	94

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Resultados del Asentamiento del concreto.	97
Gráfica 2: Resultados del Contenido de Aire. Fuente: Elaboración propia.....	97
Gráfica 3: Resultados promedios del ensayo de tiempo de fragua.	99
Gráfica 4: Curva de crecimiento de los promedios del ensayo de tiempo de fragua.	99
Gráfica 5: Resultados de la temperatura del concreto.....	100
Gráfica 6: Resultados del Ensayo a Compresión a los 3 días.	101
Gráfica 7: Resultados del Ensayo a Compresión a los 7 días.	101
Gráfica 8: Resultados del Ensayo a Compresión a los 28 días.	102
Gráfica 9: Resultados promedios del Ensayo a Compresión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal.	103
Gráfica 10: Línea de tendencia de los valores de esfuerzo a compresión en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones.	103
Gráfica 11: Resistencia a flexión a los 3 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.	104
Gráfica 12: Resistencia a flexión a los 7 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.	105
Gráfica 13: Resistencia a flexión a los 28 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.	106
Gráfica 14: Resultados promedios del Ensayo de Resistencia a Flexión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal.	106
Gráfica 15: Línea de tendencia de los valores de Módulo de Rotura en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones.	107
Gráfica 16: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (1).....	108
Gráfica 17: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (2).....	109
Gráfica 18: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (3).....	110
Gráfica 19: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m ³ de fibra de metal (1).....	111
Gráfica 20: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m ³ de fibra de metal (2).....	112
Gráfica 21: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m ³ de fibra de metal (3).....	112
Gráfica 22: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m ³ de fibra de metal (1).....	113
Gráfica 23: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m ³ de fibra de metal (2).....	114
Gráfica 24: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m ³ de fibra de metal (3).....	115
Gráfica 25: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m ³ de fibra de metal (1).....	116
Gráfica 26: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m ³ de fibra de metal (2).....	116
Gráfica 27: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m ³ de fibra de metal (3).....	117
Gráfica 28: Promedio general del ensayo.	118
Gráfica 29: Comparación de la relación de reducción de fisuras (CRR).....	118
Gráfica 30: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto patrón	123
Gráfica 31: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo patrón	124
Gráfica 32: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo patrón	124
Gráfica 33: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	125
Gráfica 34: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	125
Gráfica 35: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.	126

Gráfica 36: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	126
Gráfica 37: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	127
Gráfica 38: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	127
Gráfica 39: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	128
Gráfica 40: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	128
Gráfica 41: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	129
Gráfica 42: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto patrón.....	134
Gráfica 43: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo patrón.....	135
Gráfica 44: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo patrón.....	135
Gráfica 45: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	136
Gráfica 46: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	136
Gráfica 47: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	137
Gráfica 48: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	137
Gráfica 49: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	138
Gráfica 50: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	138
Gráfica 51: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	139
Gráfica 52: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	139
Gráfica 53: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	140
Gráfica 54: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto patrón.....	145
Gráfica 55: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo patrón.....	145
Gráfica 56: Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo patrón.....	146
Gráfica 57: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	146
Gráfica 58: Gráfica Q-Q normal de resistencia para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	147
Gráfica 59: Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m ³ de fibra de metal.....	147
Gráfica 60: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	148
Gráfica 61: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.....	148

Gráfica 62: Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m ³ de fibra de metal.	149
Gráfica 63: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	149
Gráfica 64: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras testigo con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.....	150
Gráfica 65: Diagrama de caja para la variable de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 30kg/m ³ de fibra de metal.	150

RESUMEN

La investigación de concreto fibro-reforzado desde hace mucho tiempo viene siendo un tema de estudio para investigadores interesados en el área, siendo uno de los más importantes y con un amplio campo laboral en los pavimentos rígidos.

El objetivo de la investigación fue presentar una propuesta de solución principalmente para poder combatir el problema de las fisuras por contracción plástica en el pavimento rígido en la ciudad de Huancayo, las que ocasionan que el pavimento se debilite y posteriormente se desarrollen fallas de mayor magnitud dentro de los paños de concreto, las cuales se originan a causa de diversos factores como pueden ser el exceso de cargas vehiculares, mal estudio técnico, mal diseño, mal control y supervisión en la ejecución y condiciones ambientales a las que se encuentra expuesto el pavimento, a su vez se tiene como otro objetivo mejorar el comportamiento mecánico en la resistencia a la compresión y flexión, es por ello que se ha optado por adicionar fibra de metal a la mezcla, cuyo uso no es muy común en el país; por ende, se explica los aportes físicos y mecánicos en el concreto en general.

El diseño del trabajo de investigación es experimental, porque se realizó en un laboratorio de concreto especializado donde se manipularon las variables en estudio para obtener resultados verídicos según los objetivos planteados.

Los ensayos para el estudio se realizaron según la Norma Técnica Peruana (NTP) y sus equivalentes en el Manual de ensayo de materiales del Ministerio Transporte y Comunicaciones (MTC), incluyendo el método Módulo de Finura para el diseño de mezcla con dosificaciones de 20, 25 y 30 kg en un metro cúbico de concreto para una resistencia de 280 kg/cm², con la finalidad de encontrar la dosificación que garantice la mejora de sus propiedades.

Para calcular la resistencia a compresión, se realizaron ensayos con briquetas a edades de 3 días en el diseño patrón llegando al 39.93%, 39.66%, 40.40% y 40.54% con dosificación de 20kg/m³, 25kg/m³ y 30kg/m³ respectivamente con relación a su resistencia final, a los 7 días alcanzaron una resistencia de 60.23%, 60.61%, 60.52% y 61.84% y finalmente a los 28 días con resistencias excedidas en 7.77%, 10.00%, 13.15% y 16.22% con respecto a la resistencia a compresión establecida para pavimentos rígidos de 280 kg/m³.

También para calcular la resistencia a flexión se hizo uso de vigas con roturas a 3 días con 44.84%, 51.79%, 69.65% y 63.22% según las dosificaciones anteriormente indicadas, a 7 días 72.25%, 76.79%, 81.19% y 77.41% y a los 28 días con 16.91%, 24.92%, 7.49%

y 12.60% más del requisito mínimo establecido para pavimentos rígidos que es de 34 kg/cm² o 3.4 MPa.

Y para determinar la evaluación del agrietamiento por retracción plástica se hizo uso de paneles de concreto, identificando el valor de Reducción de fisuras (CRR), que indica la relación en la que afecta la fibra de metal en el espesor de las fisuras que se presentan en el panel de concreto, donde se alcanzó un valor mínimo de 0.29 mm con el diseño patrón y un máximo de 0.99 mm con el diseño con dosificación de 30kg/m³.

Después de realizar los ensayos se pudo identificar que la dosificación de 20kg/m³ y 25kg/m³ son las mejores alternativas que evidencian mayor influencia en la resistencia en el ensayo a compresión alcanzado a los 28 días y la dosificación de 30kg/m³ es una dosificación excedente donde según el análisis estadístico y análisis por gráficas la influencia comienza a ser dañina para el concreto. Para el ensayo a flexión la mejor las mejores opciones se alcanzan con las dosificaciones de 25 y 30 kg/m³ y para obtener mayor reducción de la cantidad y espesor de las fisuras a temprana edad por retracción plástica las dosificaciones de 25 y 30 kg/m³ afectan de manera elocuente. Finalmente, con respecto al costo de la elaboración del concreto con aporte de fibra de metal se incrementa de manera muy elevada en un 43.76%, 55.08% y 66.09% según las dosificaciones con respecto a un concreto convencional, pero a su vez sustituye a los costos de mantenimiento del pavimento con S/. 443.73, S/. 478.67 y S/. 512.67 según las dosificaciones en estudio.

El aporte a favor que brinda la fibra se centra en la mejora de la relación de reducción de fisuras por retracción plástica, mayor resistencia a la compresión y mayor valor de módulo de rotura, para alcanzar una mayor vida útil del pavimento rígido. Por otro lado, se ve la desventaja económica del concreto fibroreforzado $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a comparación de un concreto tradicional $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ incrementando el costo de manera significativa. Es así que se logra alcanzar un impacto positivo para las mejoras en la sociedad.

Palabras clave: concreto, pavimento, fibra, rígido, metal, retracción, resistencia, plástica

ABSTRACT

Research on fiber-reinforced concrete has been a topic of study for researchers interested in the area for a long time, being one of the most important and with a wide field of work in rigid pavements.

The objective of the research was to present a solution proposal mainly to be able to combat the problem of cracks due to plastic contraction in the rigid pavement in the city of Huancayo, which cause the pavement to weaken and later faults of greater magnitude develop within it. concrete panels, which originates from various factors such as: excess vehicular loads, poor technical study, poor design, poor control and supervision in the execution and environmental conditions to which the pavement is exposed In turn, another objective is to improve the mechanical behavior in resistance to compression and bending, which is why it has been decided to add metal fiber to the mixture, whose use is not very common in the country, therefore , the physical and mechanical contributions to concrete in general are explained.

The research design is experimental, because it was carried out in a specialized concrete laboratory where the variables under study were manipulated to obtain true results according to the stated objectives.

The tests for the study were carried out according to the Peruvian Technical Standards (NTP) and their equivalents in the Materials Testing Manual of the Ministry of Transport and Communications (MTC), including the ACI 211 method for mix design with dosages of 20, 25 and 30 kg with respect to the volume of a cubic meter of concrete for a resistance of 280 kg/cm², in order to find the dosage that guarantees the improvement of its properties.

To determine the compressive strength, tests were carried out with briquettes at the age of 3 days in the standard design, reaching 39.93%, 39.66%, 40.40% and 40.54% with a dosage of 20kg/m³, 25kg/m³ and 30kg/m³, respectively, in relation to to their final resistance, at 7 days they reached a resistance of 60.23%, 60.61%, 60.52% and 61.84% and finally at 28 days with resistances exceeded by 7.77%, 10.00%, 13.15% and 16.22% with respect to the resistance at compression established for rigid pavements of 280 kg/m³.

Also to determine the flexural strength, beams with breaks at 3 days were used with 44.84%, 51.79%, 69.65% and 63.22% according to the previously indicated dosages, at 7 days 72.25%, 76.79%, 81.19% and 77.41% already 28 days with 16.91%, 24.92%, 7.49% and 12.60% more than the minimum requirement established for rigid pavements, which is 34 kg/cm² or 3.4 MPa.

And to determine the evaluation of cracking by plastic contraction, concrete panels were used, identifying the value of Crack Reduction (CRR), which indicates the relationship in which the metal fiber affects the thickness of the cracks that appear. in the concrete panel, where a minimum value of 0.29 mm was obtained with the standard design and a maximum of 0.99 mm with the design with a dosage of 30kg/m³.

After carrying out the tests, it was possible to identify that the dosage of 20kg/m³ and 25kg/m³ are the best alternatives that show greater influence on the resistance in the compression test reached at 28 days and the dosage of 30kg/m³ is a dosage surplus where, according to statistical analysis and graphical analysis, the influence begins to be harmful to the concrete. For the flexural test, the best options are achieved with dosages of 25 and 30 kg/m³ and to obtain a greater reduction in the number and thickness of cracks at an early age due to plastic shrinkage, dosages of 25 and 30 kg/m³ eloquently affect. Finally, with respect to the cost of preparing the concrete with metal fiber contribution, it increases very high by 43.76%, 55.08% and 66.09% according to the dosages with respect to conventional concrete, but at the same time it replaces the pavement maintenance costs with S/.160.08, S/. 125.14 and S/. 91.14 minus the m² respectively.

The contribution in favor provided by the fiber focuses on improving the crack reduction ratio due to plastic shrinkage, greater resistance to compression and higher modulus of rupture value, to achieve a longer useful life of the rigid pavement. On the other hand, the economic disadvantage of fiber-reinforced concrete $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ is seen compared to conventional concrete $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, increasing the cost significantly.

This is how it achieves a positive impact for improvements in society.

Keywords: concrete, pavement, fiber, rigid, metal, shrinkage, resistance, plastic

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Huancayo se encuentra ubicada a 3259 msnm donde la velocidad de viento promedio es 4 km/s y la temperatura promedio 20.2°C. Actualmente, las Entidades Públicas ejecutan pavimentos rígidos por el buen comportamiento ante cargas vehiculares y por su alta durabilidad. A causa de los factores climáticos mencionados, en los pavimentos vistos hoy en día se presentan fisuras por retracción plástica dentro de las 6 horas del colocado del concreto fresco, originando que se ponga en investigación mediante la presente tesis que tiene como finalidad determinar el comportamiento físico con el ensayo de la ASTM C 1579, así como también determinar el comportamiento mecánico con el ensayo de la NTP 339.034 y el ensayo de la ASTM C1609 comparando un diseño de mezcla patrón y un diseño de mezcla con concreto fibro-reforzado con fibra de metal con dosificaciones de 20, 25 y 30kg/m³.

Este proyecto de investigación consta de cinco capítulos, que se explican a continuación:

El capítulo I describe el planteamiento del estudio, indicando el origen del problema, dando inicio a la formulación del problema, mostrando los objetivos de la investigación, justificando el problema y haciendo mención de las variables dependientes e independientes del proyecto de investigación.

El capítulo II hace mención del marco teórico, recopilando antecedentes para poder relacionar con el tema, también se hace mención de las bases teóricas que relacionan a las variables en estudio, así como conceptos básicos de concreto fibro-reforzado y normas que se emplearon para el desarrollo del proyecto de investigación.

El capítulo III hace referencia al aspecto metodológico, analizando las técnicas e instrumentos de los ensayos realizados en la ejecución para la obtención de resultados y conclusiones del proyecto de investigación, se ve también los alcances, diseño y población.

El capítulo IV muestra los resultados, discusiones y las interpretaciones de cada uno de los valores de los ensayos realizados con relación a los objetivos y así poder determinar la influencia de la fibra de metal.

El capítulo V describe las conclusiones y recomendaciones obtenidas después de realizar la tesis.

CAPÍTULO I:
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años a nivel mundial los pavimentos rígidos han adquirido un mayor uso por diferentes factores como son: el buen comportamiento ante cargas vehiculares, mantenimiento a largo plazo, con garantía de tener un pavimento con mayor vida útil y por la necesidad de generar conectividad entre países, regiones, provincias, etc.

La fisuración es uno de los problemas que se presenta en el pavimento rígido, es un fenómeno indeseable que se produce en el transcurso de la vida útil del pavimento desde una microfisuración inicial hasta una microfisuración posterior, por muchos motivos como antigüedad, mal diseño de mezcla o dosificación del concreto, mal proceso constructivo, baja capacidad a la tracción del concreto, factores climáticos, entre otros.

Los esfuerzos de compresión y flexión se ven reflejados en la fisuración del pavimento, lo que indica poca resistencia y criterio de calidad del concreto. Las fisuras por retracción plástica por lo general se generan en tiempo seco, soleado y con viento con una temperatura intermedia o también se genera por una mala dosificación de relación agua/cemento ya que, a mayor cantidad de agua, mayor será la retracción plástica. Existen fallas que se presentan a partir del colocado del concreto hasta los 25 años de vida útil como se observa en la Figura 1, donde se identifica las fases de la vida del pavimento con relación al estado en el que se encuentra.



Figura 1: Serviciabilidad del pavimento rígido. Tomada del “Manual de Carreteras-Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos”, (1 p. 232)

En cuanto al impacto ambiental, se tiene un comportamiento muy significativo donde intervienen factores como temperatura climática, humedad relativa y velocidad de viento, los cuales al encontrarse en unas condiciones extremas generan daños físicos en la superficie del pavimento rígido generando la exudación de la mezcla que trae como consecuencia la fisuras por retracción plástica.

Hoy en día, se observa que en la mayoría de los pavimentos rígidos de la ciudad de Huancayo existen fallas como son fisuras transversales, longitudinales y fisuras por retracción plástica que son las más relevantes en pavimentos rígidos, que se originan cuando el concreto se encuentra durante y después del fraguado, hoy en día se observan estos claros ejemplos en los diferentes distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca como indica la Figura 2, 3 y 4.



Figura 2: Fallas en el pavimento rígido – HUANCAYO
Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Fallas en el pavimento rígido – EL TAMBO
Fuente: Elaboración propia



Figura 4: Fallas en el pavimento rígido – CHILCA
Fuente: Google Earth

Viendo que las fisuras son uno de los problemas en pavimentos rígidos surge la necesidad de evaluar distintas alternativas de solución al problema, en la presente investigación se verá reflejada el conocimiento previo que en la última década la tecnología del hormigón fibro-reforzado ha sido muy relevante en cuanto a los métodos de análisis y mejorando significativamente el comportamiento físico y mecánico del hormigón en diversas estructuras, a diferencia que ahora se ejecutará para el concreto cuyo uso posterior será en la carpeta de concreto del pavimento rígido.

1.1.2 Formulación del problema

PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en el comportamiento físico y mecánico del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influye la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?
- ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en las fisuras por retracción plástica del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?
- ¿Cómo varía el análisis de costos del concreto fibroreforzado con relación al concreto convencional para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Analizar el comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- Estudiar el comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto fibro-reforzado para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- Evaluar el análisis de costos del concreto convencional y el concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación Académica

La investigación se justifica académicamente porque ayudará a fortalecer los conocimientos, permitiendo aplicar nuevos procedimientos y metodologías en cuanto al uso de fibra de metal en pavimentos rígidos, debido a que generalmente es usado en elementos estructurales.

1.3.2 Justificación Económica

El proyecto de investigación se justifica económicamente debido a que el gasto en cuanto a mantenimiento es mayor en pavimentos flexibles por los problemas continuos como son los desprendimientos y exposición de agregados, es por ello nosotros nos enfocamos en pavimentos rígidos para prolongar la vida útil reforzando con fibras de metal, lo cual es una alternativa durable y sostenible.

1.3.3 Justificación Metodológica

La investigación se justifica de manera metodológica por el hecho de aportar un nuevo diseño de mezcla para un pavimento rígido fibro-reforzado, teniendo en cuenta uno de los problemas en la ciudad de Huancayo, que es la mala compactación o mala dosificación de los materiales lo que origina fallas

en el pavimento, es por ello que se hará uso de la fibra de metal para retrasar el crecimiento de las fallas originadas.

1.3.4 Justificación Técnica

La justificación técnica se da para adquirir nuevos conocimientos al hacer uso de la fibra de metal en los ensayos de laboratorio como son Resistencia a Compresión (NTP 339.034), Resistencia a la Flexión (ASTM C 1609), Método de prueba del panel rectangular (ASTM C1579).

1.3.5 Justificación Social

El impacto social al que se dirige la investigación es por el problema de las fisuras que se presentan en los pavimentos rígidos de la ciudad de Huancayo y a nivel nacional, influyendo en el funcionamiento de la carretera, condición de vida de los beneficiarios del sistema vial, reduciendo la capacidad del servicio de transporte, congestión vehicular, entre otros.

1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1. Hipótesis

HIPÓTESIS GENERAL

- El comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal altera significativamente para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La influencia de la adición de fibra de metal genera un impacto positivo en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- El comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto será menor cuando la dosificación de fibra de metal sea mayor para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibro-reforzado es mínima para uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

1.4.2. Variables y operacionalización

a. VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido.

VARIABLE INDEPENDIENTE

Dosificación de la fibra de metal.

b. OPERACIONALIZACIÓN (ANEXO 1)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1 Antecedentes internacionales

Lo más resaltante del trabajo de investigación de Miranda ⁽²⁾ titulado “Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos”, es conocer las fallas ordinarias que presentan los pavimentos como vienen a ser piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, se analiza sus causas para encontrar alternativas de reparación con un costo mínimo, en pavimentos flexibles se opta por los sellados de grietas, bacheos y nivelación de bermas. Y para pavimentos rígidos se tiene el sellado de juntas y grietas, reparación de espesor parcial, reparación en todo el espesor, cepillado de la superficie, instalación de drenes de pavimento, y nivelación de las bermas.

Como referencia en cuanto al comportamiento por compresión en la tesis escrita por Valencia, Plinio y Quinta ⁽³⁾ titulada “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”, tiene como objetivo observar el comportamiento de la fibra de acero con las dosificaciones mencionadas en el concreto, analizando la resistencia a la compresión con muestras roturadas a los 14, 21 y 28 días y observando las fallas como vienen a ser cono, cono y hendidura, cono y corte, corte y columnar que se generan con una resistencia máxima y una resistencia mínima, evidenciando que los especímenes con mejor comportamiento son los que tienen incorporación de 14% de fibra de acero con 24500 kg.f. Con esta posición, se tiene como referencia que un concreto fibro-reforzado con mayor adición es mejor su comportamiento solo a compresión.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En la tesis presentada por Corcino ⁽⁴⁾ “Estudio comparativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento

andino tipo V”, se tiene como fin buscar la proporción adecuada de las fibras de metal para tener un mayor refuerzo en la mejora en cuanto a tenacidad, fisuración, resistencia a flexo-tracción, así como también se comenta la comparación que se obtendrá de los resultados mediante la incorporación de la fibra de metal en diferentes dosificaciones en el concreto utilizando a su vez el cemento andino tipo V.

El trabajo de investigación nos otorga ventajas constructivas en taludes y vaciado del concreto en altura, así como también muestra la desventaja que es reducir la trabajabilidad del concreto en estado fresco, demostrando que al incrementar el porcentaje de la fibra de metal la consistencia de la mezcla disminuye.

La tesis presentada en Lima por Montalvo ⁽⁵⁾, se titula: “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, que proporciona la información más óptima para solucionar nuestro problema planteado que es la reparación de fisuras por retracción plástica, para ello se hace uso de las fibras de metal que en su mayoría se usa en pavimentos rígidos y como reforzamiento de estabilidad de taludes, a ello se le denomina concreto fibro-reforzado.

En la presente investigación, se compara el proceso constructivo y precios unitarios de los pavimentos con concreto convencional, pavimentos con mallas de acero y con fibras de acero Wirand FF1, también se compara el comportamiento mecánico de flexión, compresión, modulo elástico y físicas. Llegando a la conclusión que las fibras otorgan buena trabajabilidad, una buena distribución dentro de la losa del pavimento y otorga mayor resistencia. También se dice que el uso de mallas de acero en el pavimento requiere más tiempo de proceso constructivo a comparación de la incorporación de fibras de acero por la nivelación y colocación en la losa.

Asimismo se tiene la tesis de Vásquez ⁽⁶⁾, titulada: “Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm²”, donde nos indica que la investigación fue enfocada al comportamiento mecánico del concreto evaluando la resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión haciendo uso la fibra de acero “Sika Fiber CHO 65/35 NB” en proporciones de 20, 30 y 40kg/m³ asimismo se hizo

uso del aditivo superplastificante Sikament 290N, se realizaron los ensayos en estado fresco y en estado endurecido haciendo uso 270 especímenes de concreto, teniendo como resultado un aporte negativo en la resistencia a compresión al hacer uso de la fibra de metal, lo cual es compensado con el uso del aditivo superplastificante en uso. En lo que respecta a la tracción indirecta y flexión los resultados tienden de manera positiva incrementando entre 160% y 180%.

En la siguiente tesis presentada por Diaz ⁽⁷⁾ “Diseño de concreto $f'c = 140, 175$ y 210 kg/cm^2 , adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín” Genera un aporte de diseño de mezcla con fibra de acero para un $f'c = 140, 175, 210 \text{ kg/cm}^2$ y obteniendo resultados aceptables de resistencia a la compresión después de realizar el diseño de mezcla con una dosificación de fibra de acero en 1.2%, 3.2%, 5.2% para cada uno de los casos ($f'c = 140, 175, 210 \text{ kg/cm}^2$) y obteniendo resistencia a los 28 días de $148.86 \text{ Kg/cm}^2, 186.87 \text{ Kg/cm}^2$ y 234.86 Kg/cm^2 respectivamente, así generando un concreto fuerte y compacto con mejor comportamiento a la tracción y flexión.

En la tesis presentada por Ñaupas, Dennys y Sosa ⁽⁸⁾, titulada: “Comportamiento mecánico del concreto reforzado fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en los Olivos, Lima – Perú”, brindando su aporte en el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de acero para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el análisis de las placas del proyecto del Centro Médico y llegando a la conclusión que el concreto reforzado con fibra de acero y aditivo plastificante genera una buena trabajabilidad siempre en cuando la cantidad de fibra no exagere de 90 Kg/m^3 como también genera un buen comportamiento ante cargas axiales incrementando su resistencia en un 28.1% y a la vez obteniendo una mayor ductilidad, tenacidad y resistencia por flexión que aumenta en un 80% en el concreto.

También se tiene la tesis de Carbajal ⁽⁹⁾, titulada: “Estudio comparativo de la fisuración del concreto por retracción plástica con aditivos incorporadores de aire vs. fibras de polipropileno”, cuyo aporte a nuestro tema de estudio es evaluar y comparar el comportamiento del concreto ante a la fisuración por retracción plástica haciendo uso de fibras de fibras de polipropileno y a su

vez de aditivos incorporadores de aire. Brindando como aporte la hipótesis afirmativa que las fibras de polipropileno tienen un impacto positivo porque reducen el fisuramiento por retracción plástica en el concreto, así como también se concluyó que el uso de incorporador de aire generó resultados a favor en cuanto a la reducción del espesor de la fisura y por último que las fisuras van a reducir en un 90% con la adición de 400 gr/m³ de microfibras en el concreto.

Por último, se tiene el estudio realizado por Miranda, Cristian, Rado y Marco ⁽¹⁰⁾ “Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac”, propone varios diseños de mezclas de concreto reforzado de 1 al 3% de fibra de metal, cemento puzolánico y aditivos químicos que mejoran la tenacidad, resistencia a flexo tracción y controla la fisuración.

La tesis en mención nos aporta un diseño de mezcla con diferentes dosificaciones para finalmente seleccionar un diseño óptimo de concreto reforzado realizando la comparación a un diseño de mezcla convencional. Llegando a la conclusión que para una relación a/c = 0.50 se obtuvo un asentamiento de 4” y un $f'c = 339 \text{ kg/cm}^2$ concreto sin fibra, mientras para un concreto reforzado se obtuvo un asentamiento inicial de 3” obteniendo un $f'c = 379 \text{ kg/cm}^2$. Entonces este estudio servirá como base para tener valores referenciales en el diseño y llegar a una resistencia de 280 kg/cm² y un slump de 4”.

2.2. BASES TEÓRICAS

PAVIMENTOS

Los pavimentos se catalogan en 2: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, cada uno con características diferentes como indica la Tabla 1.

Tabla 1: Comparación entre pavimento rígido y flexible

	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
ESTRUCTURA (Según MTC 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Calzada de concreto - Capa de sub-base - Capa de sub-rasante 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzada asfáltica - Capa de base. - Capa de sub-base - Capa de sub-rasante
PERIODO DE DISEÑO (Según MTC 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Mínimo 20 años. - Mayor vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 años para caminos de bajo tránsito o para un diseño en una etapa. - 20 años para un diseño con dos etapas. - Menor vida útil.
FALLAS PRESENTADAS	<ul style="list-style-type: none"> - Fisuras por retracción plástica, longitudinales, transversales, roturas de esquina y de durabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fisuras y grietas: Piel de cocodrilo, fisuras en bloque, en arco transversal, longitudinal y por reflexión de junta.
COMPORTAMIENTO AL APLICAR CARGAS (Ver Figura 5)	La consistencia de la superficie de rodadura es alta, por soportar de manera eficiente las cargas vehiculares obteniendo tensiones muy bajas en la sub-rasante.	La consistencia de la superficie de rodadura no es muy estable, porque se generan deformaciones generando tensiones mayores en la sub-rasante.
COSTO DE EJECUCIÓN	Mayor costo de ejecución.	Menor costo de ejecución.
COSTO DE MANTENIMIENTO	Bajo costo en mantenimiento	Bajo costo en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

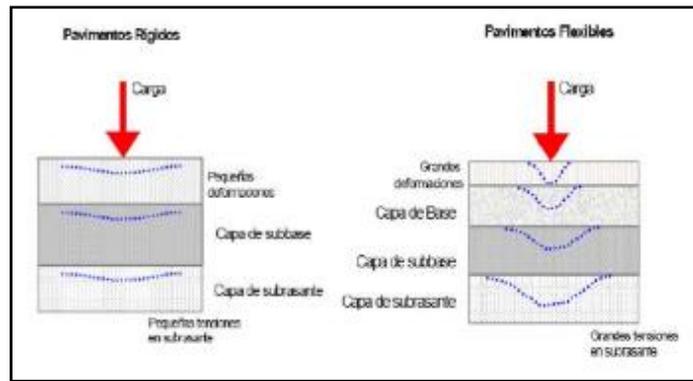


Figura 5: Comportamiento mecánico de los pavimentos frente a una carga externa. Extraído de la tesis "Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos", por Miranda ⁽¹⁰⁾

- a. **PAVIMENTO RÍGIDO:** El pavimento rígido está constituido por subrasante, sub-base y calzada de concreto como se detalla en la Figura 6, cuyo propósito es generar transitabilidad uniforme.

CALZADA DE CONCRETO: Es la parte superficial del pavimento rígido que se encuentra expuesta a condiciones climáticas, cargas vehiculares y otros. Su función es impermeabilizar el pavimento de las capas inferiores para generar mayor vida útil.

SUB-BASE: Parte intermedia de toda la estructura de un pavimento rígido que soporta al concreto hidráulico, esta capa está compuesta por material granular seleccionado, tiene como objetivo sostener, distribuir y transmitir las cargas de cada eje de un vehículo que transita libremente, la sub-base de un pavimento rígido tiene que cumplir los parámetros mínimos de CBR mayor o igual al 80%.

SUB-RASANTE: Se ubica en la parte inferior de toda la estructura de un pavimento rígido, las cargas que recibe son de la sub-base, de la calzada de concreto y las cargas vehiculares, con el objetivo de otorgar estabilidad. Está conformada por material seleccionado compactado al 95% de la máxima densidad seca y un CBR (California Bearing Ratio) mayor a 6%.

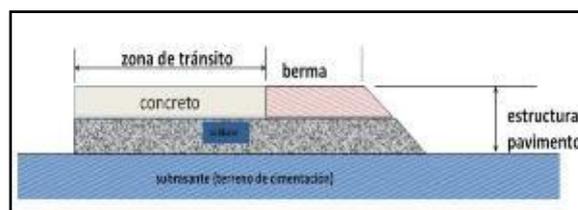


Figura 6: Estructura del pavimento rígido. Extraído de "Tópicos de Pavimentos de Concreto- Diseño, construcción y supervisión", elaborado por Salas ⁽¹¹⁾

2.2.1. Concreto fibro-reforzado

El concreto fibro-reforzado es la combinación de cemento Portland, agua, piedra chancada de 3/4", arena gruesa y fibra de metal como se observa en la Figura 7 cumpliendo un protocolo de mezclado según lo requerido. Este concreto es peculiar porque su aplicación se da en varias obras civiles tales como pisos industriales, pavimentos rígidos, túneles y elementos estructurales (columnas, vigas, losas aligeradas y placas), con la finalidad de evitar y/o disminuir las fisuras y grietas en los pavimentos y generando un mejor comportamiento físico y mecánico a comparación de los concretos convencionales.

El concreto fibro-reforzado asegura resistencia con cargas doblemente mayores a las que un concreto convencional es sometido.



*Figura 7: Concreto fibro-reforzado.
Fuente: Elaboración propia*

❖ AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

Es la piedra chancada, cuyas partículas son mayores a 4.75mm (tamiz N°4), establecido en la NTP 400.037 ^(12 p. 12). Tiene formas angulosas, redondas, alargadas o planas.

Es uno de los elementos indispensable para formar el concreto, contribuye en la manejabilidad y las propiedades mecánicas.

Para el trabajo de investigación, se utilizó piedra de 3/4" como se muestra en la Figura 8, porque genera una mayor resistencia al concreto en su uso en pavimentos rígidos.



*Figura 8: Agregado grueso - Cantera Burgos-Pilcomayo.
Fuente: Elaboración propia*

AGREGADO FINO

Se determina generalmente como la arena natural, con partículas menores a 3/8 pulg (9.5 mm), como indica la NTP 400.037 ^(12 p. 12).

Para el trabajo de investigación, se utilizó arena gruesa como se muestra en la Figura 9 para que tenga buena trabajabilidad con la piedra de 3/4", influyendo en la absorción del agua para el diseño de mezcla y por su uso en pavimento rígido.



*Figura 9: Agregado fino-Cantera Mito-Huancayo.
Fuente: Elaboración propia*

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 concreto. El procedimiento del ensayo completo se encuentra en la NTP 339.185 (13 pp. 1-8).

- 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 husos de la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2: Husos granulométricos para agregados gruesos.

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 5/8 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 3/4 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 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 3/4 in.)	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 3/4 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	90 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 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	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	50 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 in. a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	50 a 100	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	55 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	50 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	50 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.36 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 65	5 a 50	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Tomado de Supermix, Concretos ⁽¹⁴⁾

Tabla 3: Husos granulométricos para agregados finos

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8 in.)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Nota: Tomado de Supermix, Concretos ⁽¹⁴⁾

El fin es generar garantía de la calidad de los agregados para obtener un concreto confiable, el ensayo se encuentra descrito en la NTP 400.012 (15 pp. 1-15).

- **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 ^(16 pp. 1-14).

- **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 ^(17 pp. 1-17).

- **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 ^(18 pp. 1-20).

❖ **AGUA**

La cantidad de agua en el diseño de mezcla depende de los resultados de la caracterización de agregados, con la finalidad de poder obtener un concreto de calidad y trabajable.

El agua es un elemento que, al contactarse con el cemento, esta mezcla varía su comportamiento desde el estado fresco hasta el estado endurecido.

❖ CEMENTO PORTLAND

Es un insumo que se genera por la calcinación del clínker y yeso, es un aglutinante hidráulico porque al intervenir con el agua, la mezcla tiende a variar desde un estado fresco a un fraguado y posteriormente a un endurecimiento.

El cemento Portland cumple con la NTP 334.009 ^(19 p. 11), en la Tabla 4, donde indica la clasificación de los 5 tipos de cementos según el uso que se requiere.

Tabla 4: Clasificación y uso de cada uno de los Cementos Portland existentes

TIPO	USO
Cemento Portland Tipo I	Su uso es general
Cemento Portland Tipo II (MH)	Para moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación
Cemento Portland Tipo III	Para altas resistencias iniciales
Cemento Portland Tipo IV	Para lograr bajo calor de hidratación
Cemento Portland Tipo V	Cuando se requiere alta resistencia a sulfatos

Nota: Elaboración propia

Para el presente trabajo de investigación, se hizo uso del **Cemento Portland Tipo-I**, porque contiene bajo contenido de álcalis¹ como se muestra en el ANEXO 4, también porque el uso será para el concreto hidráulico del pavimento rígido sin ningún caso en especial y porque proporciona una mejor resistencia a compresión a edades altas del concreto, lo cual es un objetivo presente en la investigación el determinar la resistencia máxima a los 28 días.

El C3A (Aluminato Tricálcico) al contactarse con el agua provoca el endurecimiento a corto plazo lo cual provoca el fraguado, lo que indica el paso del concreto del estado plástico al estado sólido. Se origina por la hidratación de los componentes.

❖ FIBRAS

Las fibras son filamentos de diferentes características, destinados para uso en concreto, con la finalidad de impedir la aparición y/o desarrollo de las fisuras en elementos estructurales, túneles, puentes, etc.

Su clasificación, según el ASTM 1116, se da de la siguiente manera:

Por el material

- Son fibras de acero que ocasionalmente contienen poco carbón, su relación longitud y diámetro varía de 20-100.

¹ El bajo contenido de álcalis en el cemento indica la protección de concretos que contienen agregados, porque pueden actuar de manera destructiva.

- Se conforma por Acrílico, Aramid, Carbón, Polipropileno, Nulon, Poliéster, etc.
- El material es resistente al álcali u óxido.
- Su diámetro se encuentra entre 0.5 y 0.2 mm con una absorción mayor a 12%. Como ejemplos se tiene el coco, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc.

Por la funcionalidad, geometría y dosificación

- Microfibras: Tienen diámetros pequeños de 0.023 y 0.050 mm, con la finalidad de interrumpir la fisuración durante el tiempo de fraguado del concreto antes de las 24 horas.

Se garantizan por la baja dosificación ($< 1 \text{ kg/m}^3$ de concreto), gracias a la dispersión de las fibras se absorben los esfuerzos mínimos generados por retracción plástica impidiendo que las fisuras se propaguen en columnas, placas, vigas, muros, etc.

- Macrofibras: Las macrofibras tienen como diámetro entre 0.05 y 2.00mm, la relación longitud-distancia varía entre 20 a 100, están hechas para eludir la fisuración en estado endurecido y disminuir el espesor de la fisura.

Las macrofibras se aplican en losas reemplazando a la malla que es instalada en el medio del espesor de la losa que tiene la función de absorber los esfuerzos de temperatura y retracción. También impide la aparición de fisuras a larga y corta edad para una vida útil mayor y sin para ya no requerir un mantenimiento.

FIBRA DE METAL WIRAND FF3



*Figura 10:*Fibra de metal WIRAND FF3.
Fuente: Elaboración propia

La fibra de metal **WIRAND FF3** (Figura 10) se clasifica como macrofibra por tener un diámetro de 0.75 mm, se escogió esta adición por el hecho que se adecúa para una losa de concreto del pavimento rígido cuya función es contrarrestar el fenómeno de las fisuras originadas por contracción plástica, ya que esta actúa en el concreto como una micro armadura haciendo que la fibra contemple una resistencia a la tracción adecuada generando al concreto una ductilidad y tenacidad alta, así como también aumenta la resistencia a compresión, flexión y tracción a comparación de un concreto convencional.

- **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

La fibra de metal WIRAND FF3 contiene ganchos a los extremos, como se observa en la Figura 11, cuyo objetivo es garantizar que la adherencia al concreto sea mejor, cumple con las características que ayudan a mejorar el comportamiento físico y mecánico del concreto, así como especifica su ficha técnica en el ANEXO 3.

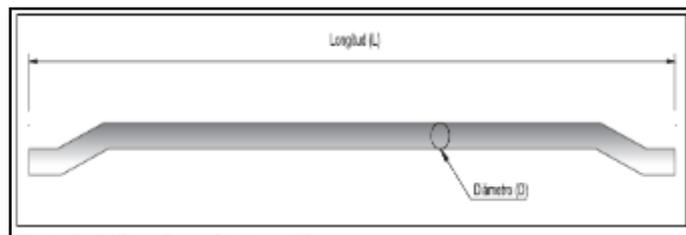


Figura 11: Fibra metálica con anclaje en las extremidades.
Macaferri (20 p. 15)

- **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

El concreto fibroreforzado presenta propiedades mecánicas, que dependen del tipo de fibra, dosificación y uso que se utilizará, por tal

motivo se eligió usar la fibra WIRAND FF3, que nos ayudará a poder alcanzar los objetivos planteados, sus características mecánicas son:

Rm (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1200 MPa

AI (Elongación a la ruptura) : < 4 %

E (Módulo de elasticidad) :210 000 MPa.

- **APLICACIÓN**

La fibra de metal es utilizada en los concretos con resistencia alta que soportan explosiones, contacto con el agua y cargas mayores en los elementos estructurales de viviendas, pisos, pavimentos y túneles. (Ver Figura 12)

En el campo de la hidráulica son utilizadas para prevenir la oxidación en la estructura.

En los túneles se utiliza generalmente para reemplazar las mallas electrosoldadas y así disminuir trabajos en excavaciones y generar un mayor refuerzo en el concreto lanzado.

En los pavimentos rígidos, la relación área/volumen es mayor y es necesario el control de fisuras superficiales que se originan en el tiempo de fraguado del concreto, al incorporar fibras se disminuye trabajos en obra como es el traslazo, un armado previo y el transporte a obra, siendo una buena alternativa de solución como refuerzo. Según Gallovich ^(21 p. 12) la dosificación mínima es de 20-25kg/m³ (0,025%-0,03% en volumen) y para casos más exigentes, los 40 o 80kg/m³ (0,5 -1 % en volumen), dependiendo de las características específicas del proyecto.



Figura 12: Losa de Almacén Ransa – Lima. Tomado de Macaferri ⁽²²⁾

- **VENTAJAS**

- Los beneficios que se tiene al adicionar fibras de metal al concreto vienen a ser la ductilidad, resistencia a la compresión, esfuerzo a flexión y al corte.
- Proporcionan resistencia al corte, lo cual es esencial en la construcción de pisos.
- La adición de fibras mejora la compresión del concreto evitando que se produzca una falla frágil, la fluencia del acero se observa en el incremento de las grietas y sus características y una ruptura en la curva carga-deflexión, generando buena ductilidad.
- Económicamente es recomendable con respecto al refuerzo convencional porque disminuye el trabajo de colocación y reemplazando armaduras aportando un buen rendimiento en obra.

- **RECOMENDACIONES.** Según Macaferri ^(23 pp. 3-4)

- Para un buen comportamiento de las fibras es aconsejable que el tamaño del agregado sea menor a 1", para una buena dispersión en la mezcla.

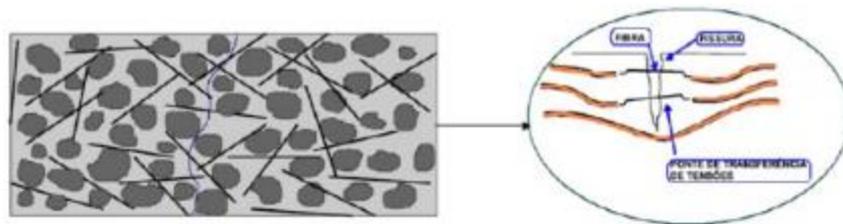


Figura 13: Dispersión y comportamiento de la fibra de en la mezcla del concreto. Macaferri ⁽²³⁾

- El aumento de fibra de metal puede reducir el asentamiento de la mezcla de 1" a 3", es por ello que es recomendable hacer una mezcla con un slump mayor o poder utilizar un aditivo para mejorar la trabajabilidad.

2.2.2. Diseño de mezcla

Es el procedimiento más importante para una buena dosificación de los materiales a utilizar (agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y fibra de metal según la dosificación), considerando previamente los ensayos de caracterización, los que son corregidos para poder cumplir con los parámetros de las normas según el método de diseño que se elija.

Para la mezcla se sigue un protocolo de mezclado, que es una secuencia para la entrada de los materiales con el fin de aprovechar la sinergia² de los mismos, los protocolos que se utilizaron son los siguientes: (Ver Tabla 5 y Tabla 6).

Tabla 5: Protocolo de mezclado para el diseño patrón.

Fuente: Elaboración propia

SECUENCIA DE MEZCLADO	TIEMPO DE MEZCLADO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)
Agua (50%)	0.3	
		T= 0.3
Agregado grueso	0.5	
		T= 0.8
Agregado fino	0.5	
		T= 1.3
Cemento Portland TIPO-I	0.5	
		T= 1.8
Mezclado de insumos	3	
		T= 4.8
Mezclado final	1	
		T= 5.8
Descarga del concreto	0.5	
		T= 6.3

Tabla 6: Protocolo de mezclado para el diseño con adición de fibra.

Fuente: Elaboración propia

SECUENCIA DE MEZCLADO	TIEMPO DE MEZCLADO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)
Agua (50%)	0.3	
		T= 0.3
Agregado grueso	0.5	
		T= 0.8
Agregado fino	0.5	
		T= 1.3
Cemento Portland TIPO-I	0.5	
		T= 1.8
Reposo de mezcla para la adición de aditivo	0.3	

² Acción adjunta de varios elementos, para la realización de una función.

		T= 2.1
Agua (30%) + Aditivo (100%)	2	
		T= 4.1
Mezclado de insumos	3	
		T= 7.1
Mezclado final	1	
		T= 8.1
Descarga del concreto	0.5	
		T= 8.6

❖ DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN

En la Tabla 7 y Tabla 8, se observa las dosificaciones del diseño patrón para un $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$. En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

Tabla 7: Dosificación de materiales para el diseño patrón para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID
Cemento Portland Tipo I	0.55	kg
Agua	0.27	kg
Arena	1.01	kg
Piedra 3/4"	1.18	kg
FIBRA WIRAND FF3	0	kg
TOTAL	3.01	kg

Tabla 8: Dosificación de materiales para el diseño patrón para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID
Cemento Portland Tipo I	6.42	kg
Agua	3.12	kg
Arena	11.74	kg
Piedra 3/4"	13.71	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.00	kg
TOTAL	35.0	kg

❖ DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRA DE METAL (20 kg/m³)

En la Tabla 9 y Tabla 10, se muestran las dosificaciones para el diseño de mezcla con fibra de metal para un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

Tabla 9: Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m³ para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID
Cemento Portland Tipo I	0.55	kg
Agua	0.27	kg
Arena	1	kg

Piedra 3/4"	1.16	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.026	kg
TOTAL	3.01	kg

Tabla 10: Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m³ para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID

Cemento Portland Tipo I	6.39	kg
Agua	3.11	kg
Arena	11.64	kg

Piedra 3/4"	13.56	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.30	kg
TOTAL	35.00	kg

❖ DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRA DE METAL (25 kg/m³)

En la Tabla 11 y Tabla 12 se muestran las dosificaciones para el diseño de mezcla con $f'c=280$ kg/cm². En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

Tabla 11: Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m³ para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID.
Cemento Portland Tipo I	0.55	kg
Agua	0.27	kg
Arena	1	kg
Piedra 3/4"	1.16	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.032	kg
TOTAL	3.012	kg

Tabla 12: Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m³ para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID.
Cemento Portland Tipo I	6.38	kg
Agua	3.10	kg
Arena	11.62	kg
Piedra 3/4"	13.53	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.37	kg
TOTAL	35	kg

❖ DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRA DE METAL (30 kg/m³)

En la Tabla 13 y Tabla 14 se muestran las dosificaciones para el diseño de mezcla con $f'c=280$ kg/cm². En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

Tabla 13: Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m³ para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID
Cemento Portland Tipo I	0.55	kg
Agua	0.27	kg
Arena	0.99	kg
Piedra 3/4"	1.16	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.038	kg
TOTAL	3.008	kg

Tabla 14: Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m³ para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	TANDA	
	PESO	UNID
Cemento Portland Tipo I	6.37	kg
Agua	3.10	kg
Arena	11.60	kg
Piedra 3/4"	13.48	kg
FIBRA WIRAND FF3	0.45	kg
TOTAL	35	kg

2.2.3. Ensayos en estado fresco

En el estado fresco se presenta una característica muy particular que es la flacidez, que proporciona trabajabilidad.

❖ **PRÁCTICA NORMALIZADA PARA LA ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO EN CAMPO (NTP 339.033)**

En este ensayo, se realiza la elaboración de especímenes con un concreto en estado fresco, pasando luego a un estado de fraguado, donde el concreto comienza a endurecerse a causa de la compactación y finalmente termina en el estado endurecido, las cuales se roturarán a diferentes edades, lo recomendable es 3,7, 14 y 28 según dependa del especialista. Para el muestreo es necesario elaborar tres o más muestras por edad y condición de ensayo en los moldes cilíndricos o prismáticos, según indica la NTP 339.033 ^(24 pp. 1-17)

❖ **ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) (NTP 339.035)**

El asentamiento es el grado de fluidez que presenta la masa de concreto³ para un buen uso en los encofrados. Para el caso de concreto para pavimentos el asentamiento recomendable es de 1”- 3” como muestra la Tabla 15 y siguiendo el procedimiento que indica la NTP 339.035 ^(25 pp. 1-9), en cuanto a la trabajabilidad depende al diseño que cada uno necesita, para ello nos podemos guiar de la Tabla 16.

Tabla 15: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.

Construcción de Concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Nota: Tomado de Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi ⁽²⁶⁾

³ El grado de asentamiento del concreto reforzado con fibra de metal siempre es menor que un concreto convencional.

Tabla 16: Asentamiento y trabajabilidad según el grado de asentamiento

GRADO DE ASENTAMIENTO	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Fluida	Mayores a 5"	Muy trabajable

Nota: Tomado de Rivva (27 pp. 74-75)

❖ **PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (NTP 339.046)**

El peso unitario del concreto mide masa /volumen (m/v), determinando la densidad y el rendimiento del concreto, según nos menciona la NTP 339.046 (28 pp. 1-10)

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DEL AIRE DE MEZCLA DE HORMIGÓN (NTP 339.083)**

El objetivo es determinar el contenido de aire que conserva el concreto fresco después de realizar la mezcla. Este valor se calcula mediante el uso de la olla de Washington obteniendo el porcentaje de aire que conserva el concreto fresco marcando en el manómetro.

Según NTP 339.083 (29), especifica que el aire incorporado medido tendrá una tolerancia de $\pm 1,5$ del valor especificado en porcentaje.

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082)**

Este ensayo nos permite determinar el tiempo en el que la pasta cementante hidráulica o concreto comienza a fraguar, midiendo su resistencia a la penetración mediante la aguja de Vicat. En campo nos indica si la mezcla está desarrollando hidratación, mucho depende de las condiciones en las que se encuentran los materiales. El proceso se sigue mediante la NTP 339.082 (31 pp. 1-21)

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184)**

El ensayo de temperatura en mezclas de concreto se determina para garantizar que la temperatura no exceda los 70°C después del vaciado, tampoco que baje de 19°C y así garantizar la trabajabilidad del concreto. El resultado depende del aporte del calor de los componentes de la mezcla,

del calor producido por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y las condiciones ambiente.

En el campo, el aire optimiza la durabilidad del concreto, en especial el que se encuentra expuesto a la humedad y se sabe que en la ciudad de Huancayo en las épocas de lluvia los pavimentos se encuentran expuestos ante esta situación y también que el aire incluido mejora la resistencia del concreto impidiendo que la superficie se descascare.

El procedimiento del ensayo se encuentra en la NTP 339.184 ^(32 pp. 1-6).

2.2.4. Ensayos en estado endurecido

El estado endurecido se origina después del proceso del fraguado y comienza a endurecer y generar resistencia.

❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

La compresión es el comportamiento mecánico principal del concreto, porque representa la calidad y resistencia del concreto al aplicar una carga axial en los especímenes que previamente debieron pasar un proceso de curado, usada en los cálculos para diseño de puentes, edificaciones y otras estructuras. Es la capacidad de carga que soporta la probeta como se observa en la Figura 14. El resultado es expresado generalmente en kg/cm^2 , MPa y con algunas frecuencias lb/pulg^2 . El procedimiento a seguir se encuentra en la NTP 339.034 ^(33 pp. 1-19)



Figura 14: Prueba de resistencia a la compresión. Tomado de MCYC ⁽³⁴⁾

Generalmente, la resistencia a compresión de un concreto oscila entre 210 a 350 kg/cm^2 . En la presente investigación, la resistencia a la que el concreto tiene que alcanzar a los 28 días es de 280 kg/cm^2 , recomendado por el Manual de Carreteras 27014 ⁽¹⁾, como muestra la Tabla 17, para un nivel de tráfico bajo.

Tabla 17: Valores recomendados según el Manual de Carreteras.

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

NOTA: Tomado del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos(35 pág. 235)

❖ RESISTENCIA A FLEXIÓN (ASTM C1609)

La resistencia a flexión del concreto, simple o fibro-reforzado, es la medida de la resistencia a la falla por la aplicación cargas sometidas a la viga, cuyas dimensiones son de 53.5cm x 15.3cm x 15.3cm Ver Figura 15. El procedimiento se rige al ASTM C1609, donde indica que se requiere elaborar al menos series de 3 especímenes.

El ensayo es útil para poder obtener el Módulo de Rotura que está expresado en MPa y con este valor poder diseñar y controlar la aceptación de los pavimentos.

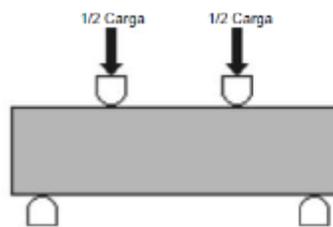


Figura 15: Carga en los puntos tercios. Obtenido de NRMCA ^(36 p. 1)

En el concreto con fibras con anclaje en las extremidades la resistencia a la flexión incrementa más por tensión que por compresión debido a que su comportamiento dúctil en el lado de la tracción de la viga hace que el eje neutro se desplace hacia la zona de compresión.

Su uso se da en el diseño de pavimentos u otras losas (pisos, placas). Según la Norma CE 010 del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) hace mención que, para pavimentos rígidos en vías locales y colectoras, como se muestra en la Tabla 18, el MR (Módulo de Rotura) debe ser mayor a 34 kg/cm² o 3.4 MPa.

Tabla 18: Requisitos mínimos según tipo de pavimentos.

Tipo de pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Capa de Subrasante		95 % de compactación: Suelos granulares - Proctor Modificado Suelos cohesivos - Proctor Estándar Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Capa de Subbase		CBR ≥ 40 % 100% compactación Proctor Modificado	100% compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30 %
Capa de Base		CBR ≥ 80 % para el 100% de compactación Proctor Modificado	NR	CBR ≥ 80% para el 100% de compactación Proctor Modificado
Riego de Imprimitación		Penetración de la imprimitación ≥ 5 mm	NA	NA
Capa de Apoyo		NA	Capa de subbase o capa de base	Capa de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la Capa de Rodadura	Vías locales	CA ≥ 60 mm	CH ≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	CA ≥ 60 mm	CH ≥ 150 mm	≥ 80 mm
	Vías arteriales	CA ≥ 70 mm	CH ≥ 200 mm	NR
	Vías expresas	CA ≥ 80 mm	CH ≥ 200 mm	NR
Resistencia mínima	Vías locales	NA	MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm ²)*	f _c ≥ 38 MPa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras	NA	MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm ²)*	
	Vías arteriales y expresas	NA	MR ≥ 4,5 MPa (45 kg/cm ²)*	

Nota: Tomado de SENCICO ⁽³⁷⁾

❖ MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EVALUAR EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA (ASTM C1579)

La finalidad del ensayo es cuantificar las fallas por retracción plástica que se presentan en los paneles de concreto, a su vez medir cada 30 minutos las características de las fallas presentadas (longitud y espesor) del diseño patrón y con las dosificaciones anteriormente mencionadas. Controlando la pérdida de humedad o exudación del concreto que es el causante para producir fisuras en el tiempo de fraguado inicial. El ensayo consiste en colocar un molde con las dimensiones especificadas en la Figura 16 y así proseguir con el procedimiento establecido por la norma ASTM Internacional ^(38 pp. 1-7).

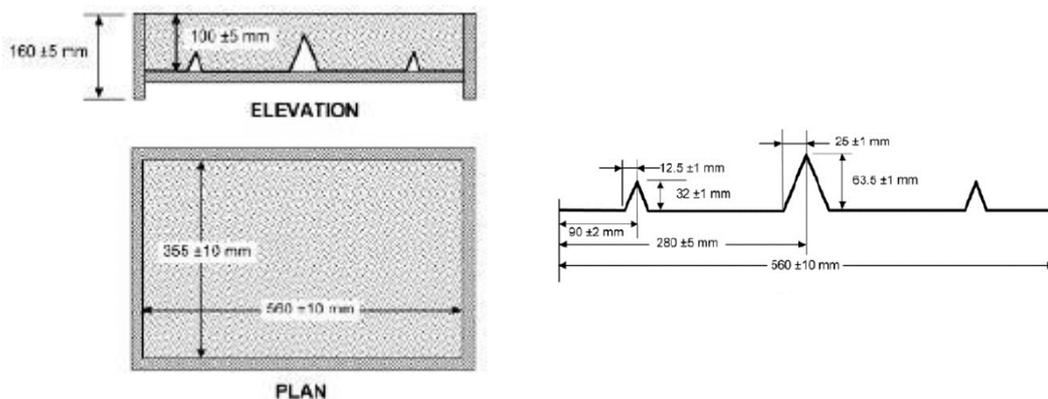


Figura 16: Diseños del molde para en ensayo ASTM C 1579. Obtenido en ASTM C1579 ^(39 p. 2)

2.2.5. Propiedades físicas del pavimento rígido

❖ RETRACCIÓN PLÁSTICA

Las fisuras por retracción plástica en los pavimentos son originadas después de 6 horas de vaciado tanto en climas calurosos o fríos donde se encuentre el concreto, a causa de diferentes factores tales como la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento en la parte superficial del concreto, al juntarse provocan niveles altos de evaporación o exudación superficial, son fisuras de un espesor apreciable (0.2 – 0.4 cm) y de escasas profundidades. Como se puede observar las características en la Figura 17, las que se originan más donde la humedad relativa es más baja.

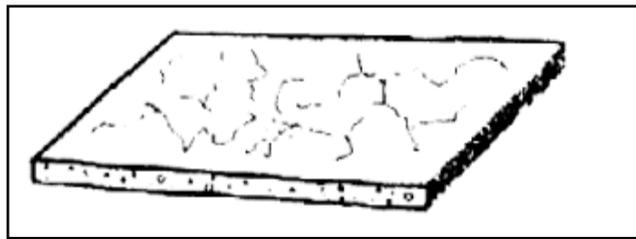


Figura 17: Fisuras de retracción plástica. Tomado de Corral y Toirac⁽⁴⁰⁾

Las ventajas que proporcionan las fibras de metal con relación al ensayo de ASTM C-1579 ensayo del panel rectangular – retracción plástica es de reducir el espesor de las fisuras que se originan a causa del factor climático. “Las fisuras en el pavimento con concreto fibro-reforzado son mínimas, ya que por la presencia de la fibra de acero hace que la fisura generada en la losa de concreto sea de un ancho mínimo casi no apreciable” Lao, Wendy^(41 p. 26)

Los ensayos realizados para ver el comportamiento físico del concreto fibro-reforzado han comprobado que la adición de fibra de acero en un 0.25% por volumen de concreto reduce considerablemente las fisuras en un 20% el ancho de cada fisura, teniendo una ventaja el concreto fibro-reforzado a comparación del concreto convencional

❖ **AGRIETAMIENTO**

El agrietamiento se origina cuando se presentan tensiones en el concreto debido a las dimensiones de las losas y muros, son grietas que aparecen en lo profundo del concreto con un ancho superior a 1mm como se percibe en la Figura 18.

En el caso de las losas del pavimento, se presentan cuando la longitud es superior a 36 veces el espesor, o bien cuando la relación largo/ancho es mayor de 1.5.



*Figura 18: Ejemplo de agrietamiento – HUANCAYO.
Fuente: Elaboración propia*

❖ **FISURACIÓN**

La fisuración es el fenómeno que se genera en el fraguado del concreto, son superficiales y visibles, su ancho es inferior a 1 mm, el ancho de fisura considerable o permitido es entre 0 mm - 0.3mm como se observa en la Figura 19. Generalmente, se producen por agentes atmosféricos como la humedad, temperatura, por retracción del material, por las dilataciones y retracciones de origen hídrico y térmico y por las cargas verticales que se producen por los vehículos.

En el caso de los pavimentos las fisuras se controlan mediante las juntas, lugar donde las placas tienen espacio para distribuir los cambios dimensionales, como es el caso de los cambios dimensionales a temprana edad que tiene como causa importante a la pérdida de agua de manera prematura por evaporación en la parte superficial.

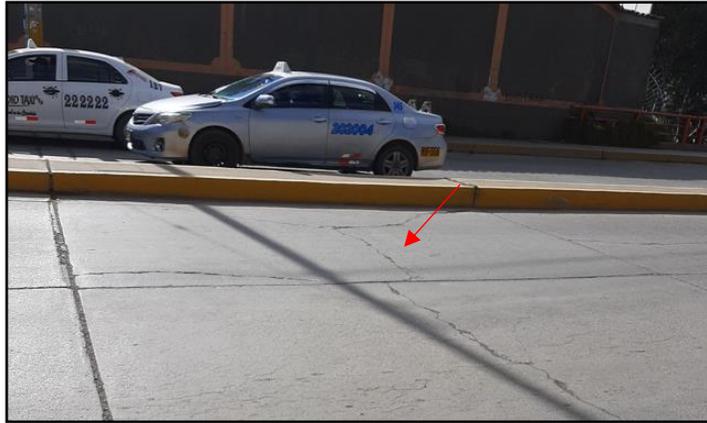


Figura 19: Ejemplo de fisuración– HUANCAYO.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Método de investigación

Según Castán ^(42 p. 1), “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 concreto fibroreforzado para su uso en pavimentos rígidos dando solución al problema de resistencia, fallas y fisuras.

3.1.2 Alcances de la investigación

a. Tipo de investigación

Según Baena ^(43 p. 18), “La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción, aportando conocimiento nuevos”.

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 Hernández, Fernández y Bautista ^(44 p. 158), “Nivel relacional describen 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**, porque como se muestra en la Figura 20, con la investigación se logrará relacionar las variables comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido (resistencia a la compresión, flexión y fisuración por retracción plástica) las cuales actuarán directamente proporcional a medida que la dosificación de fibra de metal (20kg/m³, 25kg/m³ y 30kg/m³) varía.

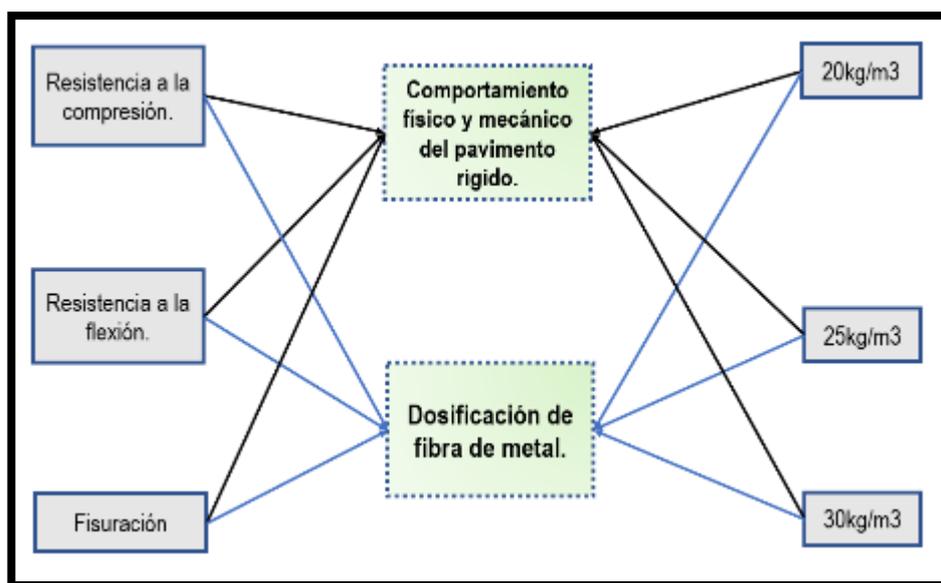


Figura 20: Estructura a nivel relacional de las variables.
Fuente: Elaboración propia

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

Según Kirk ⁽⁴⁵⁾ define el **diseño experimental** como “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 pavimento rígido” y la variable “Dosificación de fibra de metal”, observando el comportamiento en los ensayos realizados.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Según Hernández, Fernández y Bautista ^(46 p. 174) la población es “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”

En la investigación se considerará como población probetas, vigas y losas rectangulares de concreto. Según la NTP 339.183 indica que “el número mínimo de probetas elaboradas son tres (03) para cada edad”.

3.3.2. Muestra

Según Palella ^(47 p. 83), 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 indica en la Tabla 19.

Tabla 19: Cantidad de especímenes en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

PROBETA	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS	TOTAL
Patrón ⁴	12	12	12	36
Con adición del 20kg/m ³ de fibra de metal.	12	12	12	36
Con adición del 25kg/m ³ de fibra de metal.	12	12	12	36
Con adición del 30kg/m ³ de fibra de metal.	12	12	12	36
TOTAL DE PROBETAS				144
VIGA	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS	TOTAL
Patrón	9	9	9	27
Con adición del 20kg/m ³ de fibra de metal.	9	9	9	27
Con adición del 25kg/m ³ de fibra de metal.	9	9	9	27
Con adición del 30kg/m ³ de fibra de metal.	9	9	9	27
TOTAL DE VIGAS				108
PANEL RECTANGULAR	NÚMERO DE MUESTRAS		TOTAL	
Patrón	3		3	
Con adición del 20kg/m ³ de fibra de metal.	3		3	
Con adición del 25kg/m ³ de fibra de metal.	3		3	
Con adición del 30kg/m ³ de fibra de metal.	3		3	
TOTAL DE PANEL RECTANGULAR			12	

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Según Arias ⁽⁴⁸⁾, indica que 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.

⁴ Concreto que no contiene algún tipo de adición o aditivo.

De esta manera, se analizará el concreto fibro-reforzado desde un estado fresco hasta un estado endurecido.

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 de Arias ⁽⁴⁸⁾.

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 estadísticos y la comprobación de las hipótesis planteadas.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERA DE LOS AGREGADOS (ARENA GRUESA – PIEDRA DE ¾”)

Para el presente proyecto, el proveedor de agregados nos suministró de diferentes canteras como se indica en las pestañas siguientes, donde se realizó.

- ❖ **CANTERA DE MITO** (Ver ubicación en la Figura 21) – ARENA GRUESA, previamente con un secado como muestra la Figura 22.



Figura 21: Ubicación de la Cantera de Mito. Fuente: Google Earth



Figura 22: Secado de la Arena Gruesa. Fuente: Elaboración propia

- ❖ **CANTERA DE BURGOS (PILCOMAYO)** (Ver ubicación en la Figura 23) – PIEDRA DE ¾”, previamente con un secado como muestra la Figura 24.



*Figura 23: Ubicación de la Cantera Pilcomayo.
Fuente: Google Earth*



*Figura 24: Secado de la Piedra de 3/4”. Fuente:
Elaboración propia*

3.6 ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Los agregados forman parte del pavimento rígido en un 60% de todo su volumen, esto hace que las propiedades y características de los agregados sean fundamentales para la elaboración de un concreto de buena calidad.

Las propiedades y característica del agregado son fundamentales para obtener un buen diseño de mezcla, generando una buena trabajabilidad del concreto en estado fresco y alta resistencia y durabilidad cuando el concreto se encuentre en estado endurecido.

- ❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO (NTP 339.185)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con susceptibilidad al 0.1% del peso de la muestra.
- Horno industrial con temperatura máxima de 110 °C con una variación de 5 °C.
- Recipientes metálicos como taras o capsulas para que las muestras sean llevadas al horno.

MUESTRA

- La muestra tiene que ser representativa en una cantidad de 0.5 Kg para arena gruesa y de 3.0 Kg para piedra de ¾”.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 25)

- Se pesó cada una de las muestras en estado húmedo para realizar cálculos posteriores.

- Secamos las muestras con las cantidades mencionadas de los agregados (Arena Gruesa, Piedra de ¾”) en el horno industrial a una temperatura de 110 °C por al menos 24 horas.
- Sacamos la muestra del horno industrial pasado las 24 horas y pesamos cada muestra seca para calcular el contenido de humedad natural de los agregados (Arena gruesa, piedra de ¾”).



*Figura 25: Ensayo de Contenido de Humedad.
Fuente: Elaboración propia*

CÁLCULO

- Para obtener el contenido de humedad de cada muestra se calculó mediante la fórmula mencionada:

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

P = Humedad natural de cada muestra.

W = Masa húmeda inicial de cada agregado.

D = Masa seca inicial de cada agregado.

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

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza para agregado fino con una variación de 0.1 gr y para agregados gruesos con una variación de 0.5 gr del peso de la muestra.
- Horno industrial con temperatura máxima de 110 °C con una variación de 5 °C.
- Tamices de varios diámetros como se menciona a continuación:

- Para agregado fino se usan las mallas $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo.
- Para agregados gruesos se usan las mallas 2", 1 1/2", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo.

MUESTRA

- La muestra que se tiene que utilizar para el siguiente ensayo se determinó mediante la NTP 400.012, nos señala que la muestra para agregados finos es de 300 gr y para agregados gruesos es de 5 Kg.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 26)

- Las muestras se tienen que secar a una temperatura de 110°C como máximo con una variación de 5 °C.
- Seleccionar los tamices y ordenar de forma creciente de una forma adecuada para arena gruesa y piedra de $\frac{3}{4}$.
- Realizamos el tamizado por un tiempo aproximado de 1 min a más de forma manual inclinando la base y agitando todos los tamices.
- Pesar el materia retenido en cada tamiz, procesar los valores para obtener la curva granulométrica y comparar si los agregados cumplen con los parámetros que nos indica la norma ACI para el diseño de mezcla.



*Figura 26: Ensayo de Granulometría.
Fuente: Elaboración propia*

CÁLCULO

- Calculamos el porcentaje que pasa en cada tamiz en agregados gruesos y finos para finalmente realizar la comparación con los parámetros de granulometría que nos especifica la norma.
- Para calcular el módulo de fineza, se sumó el porcentaje acumulado retenido de los cada uno de los tamices (#100; #50; #30, #16, #8; #4; 3/8"; 3/4"; 1 1/2") y se dividió la suma entre 100.

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con susceptibilidad al 0.1% del peso de la muestra.
- Recipientes metálicos de forma cilíndrica con una capacidad de 0.0028m³ para el agregado fino (arena gruesa) y 0.0093 m³ para el agregado grueso (piedra de 3/4"), según el tamaño máximo de cada agregado.
- Varilla de acero liso con un diámetro de 5/8" y con una longitud de 24" y pala o cucharón.

MUESTRA

- Se debe obtener una muestra seca y limpia con un peso de 25 Kg y reducir la muestra por el método del cuarteo.

PROCEDIMIENTO

PESO UNITARIO SUELTO (Ver Figura 27)

- Una vez cuarteada la muestra llenar al recipiente con una pala desde una altura promedio de 2" hasta que rebose el recipiente con el material, enrasar el material sobrante con la ayuda de la varilla lisa y pesar el recipiente lleno para cálculos posteriores.



*Figura 27: Ensayo PUS.
Fuente: Elaboración propia*

PESO UNITARIO COMPACTADO (Ver Figura 28)

- Cuartear la muestra por lo menos dos veces, llenar al recipiente en tres capas apisonando cada capa 25 golpes con la varilla metálica distribuidos uniformemente, enrasar la superficie del agregado con la varilla lisa y registrar los pesos finales para el respectivo cálculo.



*Figura 28: Ensayo PUC.
Fuente: Elaboración propia*

CÁLCULO

Para la obtención de densidad de masa por el método de apisonado o peso suelto es la siguiente:

$$M = \frac{(G-T)}{V} \quad \dots 1$$

$$M = (G - T) * F \quad \dots 2$$

M = Valor de densidad de masa (kg/m³)

G = Peso del recipiente lleno (Kg)

T = Peso del recipiente vacío (Kg)

V = Volumen de recipiente (m³)

F = Factor para el recipiente (1/m³)

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con una susceptibilidad de 0.5 gr del peso de la muestra y con una cabida de 5000 gr como mínimo, sujeta a la balanza tiene que haber un gancho para colgar la cesta de malla que contendrá la muestra en estudio.
- Una cesta de malla de alambre con aberturas iguales o menos al tamiz N° 6.
- Un recipiente lleno de agua, nos permitirá sumergir la cesta de alambre para la obtención de la muestra saturada.
- Tamiz normalizado de 4.75mm (N° 4) y estufa para mantener la muestra a una temperatura de 110 con una variación de 5°C

MUESTRA

- Reducimos la muestra por el método del Cuarteo según nos indica la norma ASTM C 702, Tamizar por el tamiz N°4 (4.75mm) y trabajar con la muestra retenida en una cantidad de 3 Kg para que después sea lavada con la finalidad de remover polvo u otras impurezas.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 29)

- Secar la muestra en una estufa a una temperatura máxima de 110 °C con una variación de 5°C, ventilar a temperatura ambiente la muestra hasta que se haya enfriado por 2 horas y se encuentre a una temperatura aproximada de 50 °C e inmediatamente sumergir en agua por 24 horas.
- Sacar la muestra del agua y hacerla rodar sobre una franela grande para que absorbe el agua visible y pesar la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.
- Colocar la muestra en la cesta de alambre y determinar su peso sumergido en agua a una temperatura de 23 °C.
- Finalmente, llevar al horno la muestra y secar a una temperatura de 110 °C con una variación de 5°C y dejar enfriar por 2 horas hasta que se encuentre a una temperatura cómoda de manipulación y pesar.



*Figura 29: Ensayo Peso Específico.
Fuente: Elaboración propia*

CÁLCULO

- Para determinar el peso específico del agregado grueso, se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Dens. Relat. (gravedad específica)(OD)} = A / (B - C)$$

A = Peso de la muestra seca al horno

B = Peso de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire

C = Peso aparente de la muestra de ensayo saturado en agua

- Para determinar la absorción del agregado grueso se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Absorción} = 100 \left(\frac{S - A}{A} \right)$$

S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con una susceptibilidad al 0.1 gr del peso de la muestra y con capacidad de 1000 gr, equipadas con un gancho para que sostenga la malla de alambre.
- Picnómetro 500cm³
- Molde en forma de cono y barra compactadora

MUESTRA

- Se secó la muestra en una estufa a una temperatura máxima de 110 °C, se sumergió el agregado fino en agua a temperatura ambiente hasta obtener una humedad equivalente a 6% de humedad por 24 horas y secar en una fuente homogéneamente la muestra y seguido a esto realizar la prueba del cono quedando ya lista para la prueba de peso específico.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 30)

- Llenar el picnómetro con agua, echar 500 gr de la muestra saturada seca superficialmente y llenar agua hasta el 90% de la capacidad del picnómetro.
- Agitar el picnómetro para eliminar las burbujas de aire que se encuentra en un tiempo de 15 min.
- Pasado los 15 minutos la temperatura del picnómetro con su contenido tendría que estar a 23°C, pesar el picnómetro junto al espécimen y agua.
- Se retiró el agregado fino de picnómetro y se llevó a secar al horno a una temperatura de 110 °C con una variación de 5°C y se determinó la masa del picnómetro con agua para cálculos posteriores.



Figura 30: Ensayo de Peso Específico y Absorción de Ag. Fino.

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO

- Para determinar el peso específico del agregado fino se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Dens. Relat. (gravedad específica)(OD)} = A / (B + S - C)$$

A = Peso de la muestra seca al horno

B = Peso del picnómetro lleno con agua

C = Peso del picnómetro lleno de la muestra más agua

S = Peso de la muestra de saturado superficialmente seca

- Para determinar la absorción del agregado fino se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Absorción} = 100 \left(\frac{S - A}{A} \right)$$

S= Peso de la muestra saturada superficialmente seca

3.7 DISEÑO DE MEZCLA

MÉTODO: MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Es el diseño que determina las proporciones de componentes a través del módulo de fineza de los agregados, los que son diseñadas para una unidad cúbica de concreto.

Para poder iniciar con el diseño de mezcla se necesita considerar los siguientes parámetros de los ensayos de caracterización de los componentes.

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario del agregado grueso
- Peso específico, módulo de finura, porcentaje de absorción y humedad de los agregados
- Tipo de cemento
- Peso específico del cemento
- Valor de la resistencia y la relación agua/cemento

Según Abanto ^(49 pp. 62-79) para diseñar por el módulo de fineza se siguen los siguientes pasos:

3.7.1. Diseño de mezcla patrón

1º. Selección de la resistencia promedio, es necesario garantizar un $f'c = 280$ kg/cm², por el uso en pavimento que se dará al concreto, ubicando en la Tabla 20, se considera un factor de seguridad de 84, llegando así a un $f'cr = 364$ kg/cm² para continuar con el diseño de mezcla del concreto.

Tabla 20: Selección de la resistencia

f'c Especificado (kg/cm ²)	Factor de seguridad	f'cr
f'cr < 210	70	f'c + 70
210 < f'cr < 350	84	f'c + 84
f'cr > 350	98	f'c + 98

Nota: Tomado de Rivva (50 pág. 57)

2°. **Elección del asentamiento**, el valor es enfocado según la importancia de la resistencia (Ver Tabla 21), así como también se requiere para una buena trabajabilidad, en el presente caso se considera un slump de 3” – 4”, optimizando el cumplimiento de asentamiento según el uso y la buena trabajabilidad.

Tabla 21: Asentamiento según el tipo de construcción

Construcción de Concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Nota: Tomado de Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi (51)

3°. **Estimación del agua de mezclado**, el valor de la cantidad de agua dependerá de los parámetros que brinda la Tabla 22.

Tabla 22: Requerimientos aproximados de agua, dependiendo del TMN (tamaño máximo nominal) del agregado.

SLUMP (pulg.)	D n max (pulg.)								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6	
1 2	205	200	185	180	160	155	145	125	SIN AIRE INCORPORADO
3 4	225	215	200	195	175	170	160	140	
6 7	240	230	210	205	185	180	170	0	
1 2	180	175	165	160	145	140	135	120	CON AIRE INCORPORADO
3 4	200	190	180	175	160	155	150	135	
6 7	215	205	190	185	170	165	160	0	

Nota: Tomado de Niño (52)

Para un slump de 3-4” con una piedra cuyo tamaño máximo nominal es ¾”, el volumen del agua es de 200 litros.

4°. **Determinación de relación agua/cemento**, se ubica en función a la resistencia promedio y con o sin incorporación de aire, como muestra la Tabla 23.

Tabla 23: Relación a/c vs. Resistencia a compresión.

f'cr	AIRE INCORPORADO	
	SIN	CON
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60
150	0.80	0.71

$$\begin{aligned}
 400 & \longrightarrow 0.43 \\
 364 & \longrightarrow x \\
 350 & \longrightarrow 0.48 \\
 x & = 0.466 = 0.47
 \end{aligned}$$

Nota: Tomado de Niño ⁽⁵²⁾

5º. Factor de la cantidad de cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado}}{\text{Relación } \frac{a}{c}}$$

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{200 \text{ l}}{0.47}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 425.53 = 426 \text{ kg/m}^3$$

Para bolsas de Cemento Andino Tipo I, la cantidad por bolsa es 42.5kg, dando así:

$$\text{Cantidad de bolsas de cemento} = 425353/42.5 = 10.01 = 10 \text{ bolsas.}$$

6º. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020) = 0.645\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100$$

m_g = Módulo de fineza del agregado grueso.

m = Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

m_f = Módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 24: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

TMN DEL AGREGADO GRUESO	MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS QUE DA LAS MEJORES CONDICIONES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN M3 INDICADOS									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19	4.27	4.57	4.65	4.73	4.80	4.88
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69	4.77	5.07	5.15	5.23	5.30	5.38
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19	5.27	5.57	5.65	5.73	5.80	5.88
1"	5.26	5.34	5.41	5.49	5.57	5.87	5.95	6.03	6.10	6.18
1 1/2"	5.56	5.64	4.71	5.79	5.87	6.17	6.25	6.33	6.40	6.48
2"	5.86	5.94	6.01	6.09	6.17	6.47	6.55	6.63	6.70	6.78
3"	6.16	6.24	6.31	6.39	6.47	6.77	6.85	6.93	7.00	7.08

Nota: Tomado del Comité ACI 211

Reemplazando valores:

$$\%Ar = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\%Pd = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$Vol. Arena = (Vol. Pd + Ar) * \%Ar = 0.645 * 46.74\% = 0.301 m^3$$

$$Vol. Piedra = (Vol. Pd + Ar) * \%Pd = 0.645 * 53.26\% = 0.344 m^3$$

8°. Peso seco de piedra y arena

$$Vol = \frac{Peso\ seco}{P. específico}$$

$$0.301 = \frac{Peso\ seco. Arena}{2560}$$

$$0.344 = \frac{Peso\ seco. Piedra}{2630}$$

$$Peso\ seco. Arena = 771 kg/m^3$$

$$Peso\ seco. Piedra = 905 kg/m^3$$

9°. Corrección por humedad y absorción

❖ Corrección del agua

$$Ag. grueso = Pd. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 905 \left(\frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.90$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 771 \left(\frac{1 - 1.58}{100} \right) = -4.47$$

$$\underline{\underline{-7.37 l}}$$

❖ Corrección de agregados

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 905(1 + 0.522/100) = 909.71 = 910 kg$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 771(1 + 1/100) = 778.71 = 779 kg$$

10°. Valores de diseño, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 25, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño patrón.

*Tabla 25: Valores del diseño final.
Fuente: Elaboración propia*

MATERIALES	P.ESP (kg/m ³)	HUM %	ABS %	PESO SECO (kg/m ³)	VOL. (m ³)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg)
Cemento Portland Tipo I	3150	-	-	426	0.13524	426
Agua	1000	-	-	200	0.2	207
Arena	2560	1	1.58	771	0.301	779
Piedra 3/4"	2630	0.522	0.84	905	0.344	910
FIBRA WIRAND FF3	7860	-	-	0	0	0
Aire %	-	-	-	0.02	0.02	-

11°. Reducción Unitaria, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 26), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

*Tabla 26: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño patrón
Fuente: Elaboración propia*

MATERIALES	PESO	PESO R.U (kg)
Cemento Portland Tipo I	426	1
Agua	207	0.486
Arena	779	1.829
Piedra 3/4"	910	2.136
FIBRA WIRAND FF3	0	0
AIRE %	-	-
TOTAL		5.451

12°. Cálculo de cantidades de componentes para briquetas, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 27.

*Tabla 27: Cantidad de componentes para briquetas.
Fuente: Elaboración propia*

MATERIALES	PESO R.U (kg)	BRIQUETA
Cemento Portland Tipo I	1	0.55
Agua	0.486	0.27
Arena	1.829	1.01
Piedra 3/4"	2.136	1.18
FIBRA WIRAND FF3	0	0
AIRE %	-	-
TOTAL		3.01

13°. Cálculo de cantidades para vigas, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 28.

*Tabla 28: Cantidad de componentes para vigas.
Fuente: Elaboración propia*

MATERIALES	PESO R.U (kg)	VIGA
Cemento Portland Tipo I	1	6.42
Agua	0.486	3.12
Arena	1.829	11.74
Piedra 3/4"	2.136	13.71
FIBRA WIRAND FF3	0	0
AIRE %	-	-
TOTAL		34.99

3.7.2. Diseño de mezcla con adición de 20kg/m³ de fibra

El procedimiento es el mismo hasta la estimación del porcentaje de agregado fino y grueso, ahora se considerará la dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal, para ello es necesario la determinación del peso específico de la fibra de metal, que se determinará de acuerdo a los datos de la hoja técnica de la fibra de metal WIRAND FF3 (Ver ANEXO 3).

$$n^{\circ}/kg = \frac{4000000}{L \cdot D_e^2 \cdot \pi \cdot \gamma}$$

$$5767 = \frac{4000000}{50 \cdot 0.75^2 \cdot \pi \cdot \gamma}$$

Donde:

$$\gamma = 7.86 \text{ kg/m}^3$$

L=Longitud de la fibra (mm)

De= Diámetro de la fibra (mm)

γ = Peso específico (kg/m³)

6°. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Fibra} = 20/7860 = 0.003$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020 + 0.003) = 0.642\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100$$

m_g = Módulo de fineza del agregado grueso.

m = Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

$mf = \text{Módulo de fineza del agregado fino.}$

Reemplazando valores:

$$\%Ar = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\%Pd = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$Vol. Arena = (Vol. Pd + Ar) * \%Ar = 0.642 * 46.74\% = 0.300 \text{ m}^3$$

$$Vol. Piedra = (Vol. Pd + Ar) * \%Pd = 0.642 * 53.26\% = 0.342 \text{ m}^3$$

8°. Peso seco de piedra y arena

$$Vol = \frac{\text{Peso seco}}{P. \text{específico}}$$

$$0.300 = \frac{\text{Peso seco. Arena}}{2560}$$

$$0.342 = \frac{\text{Peso seco. Piedra}}{2630}$$

$$\text{Peso seco. Arena} = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco. Piedra} = 899 \text{ kg/m}^3$$

9°. Corrección por humedad y absorción

❖ Corrección del agua

$$Ag. grueso = Pd. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 899 \left(\frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.86$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 768 \left(\frac{1 - 1.58}{100} \right) = -4.45$$

$$-7.31 \text{ l}$$

❖ Corrección de agregados

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 899(1 + 0.522/100) = 903.69 = 904 \text{ kg}$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 768(1 + 1/100) = 775.68 = 776 \text{ kg}$$

10°. Valores de diseño, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 29, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño con adición de 20 kg/m³ de fibra de metal.

Tabla 29: Valores del diseño final.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	P.ESP (kg/m ³)	HUM %	ABS %	PESO SECO (kg/m ³)	VOL. (m ³)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg)
Cemento Portland Tipo I	3150	-	-	426	0.135	426
Agua	1000	-	-	200	0.200	207
Arena	2560	1	1.58	768	0.300	776
Piedra 3/4"	2630	0.522	0.84	899	0.342	904
FIBRA WIRAND FF3	7860	-	-	20	0.003	20
Aire %	-	-	-	2.00%	0.020	-

11° Reducción Unitaria, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 30), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

Tabla 30: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 20kg/m³ de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO	PESO R.U (kg)
Cemento Portland Tipo I	426	1
Agua	207	0.486
Arena	776	1.822
Piedra 3/4"	904	2.122
FIBRA WIRAND FF3	20	0.047
AIRE %	-	-
TOTAL		5.477

12°. Cálculo de cantidades de componentes para briquetas, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 31.

$$Relación = \frac{3}{5.477} = 0.55$$

Tabla 31: Cantidad de componentes para briquetas.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO R.U (kg)	BRIQUETA
Cemento Portland Tipo I	1.000	0.55
Agua	0.486	0.27
Arena	1.822	1.00
Piedra 3/4"	2.122	1.17
FIBRA WIRAND FF3	0.047	0.03
AIRE %	-	-
TOTAL		3.01

13°. Cálculo de cantidades para vigas, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 32.

$$Relación = \frac{35}{5.477} = 6.39$$

Tabla 32: Cantidad de componentes para vigas.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO R.U (kg)	VIGA
Cemento Portland Tipo I	1.000	6.39
Agua	0.486	3.105
Arena	1.822	11.64

Piedra 3/4"	2.122	13.56
FIBRA WIRAND FF3	0.047	0.3
AIRE %	-	-
TOTAL		35.00

3.7.3. Diseño de mezcla con adición de 25kg/m³ de fibra

El procedimiento es el mismo hasta la estimación del porcentaje de agregado fino y grueso, ahora se considerará la dosificación de 25kg/m³ de fibra de metal.

6°. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Fibra} = 25/7860 = 0.003$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020 + 0.003) = 0.642\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{mg - m}{mg - mf} \times 100$$

mg = Módulo de fineza del agregado grueso.

m = Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

mf = Módulo de fineza del agregado fino.

Reemplazando valores:

$$\% \text{Ar} = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\% \text{Pd} = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$\text{Vol. Arena} = (\text{Vol. Pd} + \text{Ar}) * \% \text{Ar} = 0.642 * 46.74\% = 0.300 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Piedra} = (\text{Vol. Pd} + \text{Ar}) * \% \text{Pd} = 0.642 * 53.26\% = 0.342 \text{ m}^3$$

8°. Peso seco de piedra y arena

$$\text{Vol} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{P. específico}}$$

$$0.300 = \frac{\text{Peso seco. Arena}}{2560}$$

$$0.342 = \frac{\text{Peso seco. Piedra}}{2630}$$

$$\text{Peso seco. Arena} = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco. Piedra} = 899 \text{ kg/m}^3$$

9°. Corrección por humedad y absorción

❖ Corrección del agua

$$\text{Ag. grueso} = \text{Pd. seco} \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 899 \left(\frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.86$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 768 \left(\frac{1 - 1.58}{100} \right) = \frac{-4.45}{-7.31 l}$$

❖ **Corrección de agregados**

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 899(1 + 0.522/100) = 903.69 = 904 \text{ kg}$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 768(1 + 1/100) = 775.68 = 776 \text{ kg}$$

10°. **Valores de diseño**, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 33, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño con adición de 20kg/m³.

Tabla 33: Valores del diseño final.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	P.ESP (kg/m ³)	HUM %	ABS %	PESO SECO (kg/m ³)	VOL. (m ³)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg)
Cemento Portland Tipo I	3150	-	-	426	0.135	426
Agua	1000	-	-	200	0.200	207
Arena	2560	1	1.58	768	0.300	776
Piedra 3/4"	2630	0.522	0.84	899	0.342	904
FIBRA WIRAND FF3	7860	-	-	25	0.003	25
Aire %	-	-	-	2.00%	0.020	-

11° **Reducción Unitaria**, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 34), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

Tabla 34: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m³ de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO	PESO R.U (kg)
Cemento Portland Tipo I	426	1
Agua	207	0.486
Arena	776	1.822
Piedra 3/4"	904	2.122
FIBRA WIRAND FF3	25	0.059
AIRE %	-	-
TOTAL		5.488

12°. **Cálculo de cantidades de componentes para briquetas**, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 35.

$$\text{Relación} = \frac{3}{5.489} = 0.55$$

Tabla 35: Cantidad de componentes para briquetas.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO R.U (kg)	BRIQUETA
Cemento Portland Tipo I	1.000	0.55
Agua	0.486	0.27
Arena	1.822	1.00
Piedra 3/4"	2.122	1.17
FIBRA WIRAND FF3	0.059	0.03
AIRE %	-	-
TOTAL		3.02

13°. **Cálculo de cantidades para vigas**, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 36.

$$\text{Relación} = \frac{35}{5.489} = 6.38$$

Tabla 36: Cantidad de componentes para vigas.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO R.U (kg)	VIGA
Cemento Portland Tipo I	1.000	6.380
Agua	0.486	3.100
Arena	1.822	11.622
Piedra 3/4"	2.122	13.539
FIBRA WIRAND FF3	0.059	0.374
AIRE %	-	-
TOTAL		35.02

3.7.4. Diseño de mezcla con adición de 30kg/m³ de fibra

El procedimiento es el mismo hasta la estimación del porcentaje de agregado fino y grueso, ahora se considerará la dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.

6°. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Fibra} = 30/7860 = 0.004$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020 + 0.004) = 0.641\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100$$

$mg =$ Módulo de fineza del agregado grueso.

$m =$ Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

$mf =$ Módulo de fineza del agregado fino.

Reemplazando valores:

$$\%Ar = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\%Pd = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$Vol. Arena = (Vol. Pd + Ar) * \%Ar = 0.641 * 46.74\% = 0.300 \text{ m}^3$$

$$Vol. Piedra = (Vol. Pd + Ar) * \%Pd = 0.641 * 53.26\% = 0.341 \text{ m}^3$$

8°. Peso seco de piedra y arena

$$Vol = \frac{\text{Peso seco}}{P. \text{específico}}$$

$$0.300 = \frac{\text{Peso seco. Arena}}{2560}$$

$$0.341 = \frac{\text{Peso seco. Piedra}}{2630}$$

$$\text{Peso seco. Arena} = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco. Piedra} = 897 \text{ kg/m}^3$$

9°. Corrección por humedad y absorción

❖ Corrección del agua

$$Ag. grueso = Pd. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 897 \left(\frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.85$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left(\frac{w - Ab}{100} \right) = 768 \left(\frac{1 - 1.58}{100} \right) = -4.45$$

$$\underline{\underline{-7.30 \text{ l}}}$$

❖ Corrección de agregados

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 897(1 + 0.522/100) = 901.68 = 902 \text{ kg}$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 768(1 + 1/100) = 775.68 = 776 \text{ kg}$$

10°. Valores de diseño, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 37, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño patrón.

Tabla 37: Valores del diseño final.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	P.ESP (kg/m³)	HUM %	ABS %	PESO SECO (kg/m³)	VOL. (m³)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg)
Cemento Portland Tipo I	3150	-	-	426	0.135	426
Agua	1000	-	-	200	0.200	207
Arena	2560	1	1.58	768	0.300	776
Piedra 3/4"	2630	0.522	0.84	897	0.341	902

FIBRA WIRAND FF3	7860	-	-	30	0.004	30
Aire %	-	-	-	2.00%	0.020	-

11° Reducción Unitaria, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 38), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

*Tabla 38: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m³ de fibra de metal.
Fuente: Elaboración propia*

MATERIALES	PESO	PESO R.U (kg)
Cemento Portland Tipo I	426	1
Agua	207	0.486
Arena	776	1.822
Piedra 3/4"	902	2.117
FIBRA WIRAND FF3	30	0.070
AIRE %	-	-
TOTAL		5.495

12°. Cálculo de cantidades de componentes para briquetas, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 39.

$$\text{Relación} = \frac{3}{5.495} = 0.55$$

*Tabla 39: Cantidad de componentes para briquetas.
Fuente: Elaboración propia*

MATERIALES	PESO R.U (kg)	BRIQUETA
Cemento Portland Tipo I	1.000	0.55
Agua	0.486	0.27
Arena	1.822	1.00
Piedra 3/4"	2.117	1.16
FIBRA WIRAND FF3	0.070	0.04
AIRE %	-	-
TOTAL		3.02

13°. Cálculo de cantidades para vigas, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 40.

$$\text{Relación} = \frac{35}{5.495} = 6.37$$

Tabla 40: Cantidad de componentes para vigas.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	PESO R.U (kg)	VIGA
Cemento Portland Tipo I	1.000	6.370
Agua	0.486	3.095
Arena	1.822	11.604
Piedra 3/4"	2.117	13.488
FIBRA WIRAND FF3	0.070	0.449
AIRE %	-	-
TOTAL	5.495	35.01

3.8 ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

❖ NORMA PARA LA TOMA DE MUESTRA DE CONCRETO FRESCO – (NTP 339.036)

EQUIPOS Y MATERIALES

- Para la toma de muestra del concreto fresco, se utilizó mezcladora, tamices de todos los tamaños, cucharones, planchas de enrase, fuentes para la selección de muestra y martillo de goma.

MUESTRA

- Para obtener una muestra de concreto con una buena calidad, tiene que ser de manera rápida y directa.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 31)

- Para la toma de muestras, la mezcladora tiene que estar relativamente húmeda junto a los demás materiales para la elaboración de un buen concreto, después de establecer y cumplir el protocolo de vaciado se recibe la mezcla en una carretilla para los ensayos posteriores que se pueden realizar.
- Remezclar para que la muestra sea pareja para luego iniciar con los ensayos de asentamiento, contenido de aire en un tiempo máximo de 5 min. Y finalmente realizar el llenado del concreto en los moldes para realizar el ensayo de resistencia a la compresión y flexión es un tiempo máximo de 15 min.



Figura 31: Toma de muestra del concreto.

Fuente: Elaboración propia

❖ PRÁCTICA NORMALIZADA PARA LA ELABORACION Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO EN CAMPO (NTP 339.033)

EQUIPOS Y MATERIALES

- Para el siguiente ensayo, se necesitó moldes cilíndricos de acero de diferentes tamaños que cumplan con la NTP 339.209, estos tienen que ser no absorbentes y que no reaccione con el concreto de Cemento Portland.
- Vigas y moldes prismáticos, estos son de forma rectangular y de dimensiones requeridas de 15 cm de altura por 53 cm de largo y de ancho 15 cm.
- Varilla compactadora lisa de 5/8", longitud aproximada de 24" y con punta redondeada semiesférica y comba de goma.
- Cono de Abrams para medir el asentamiento, recipientes para sacar la muestra y mezcla de concreto.
- Termómetro, debe cumplir los especificado en la norma ASTM C 1064
- Insumos (agregados, cemento y agua)

MUESTRA

- Generalmente vienen a ser la cantidad de moldes de probetas o también las muestras prismáticas, ya que depende a las edades que se quiere roturas cada

una de estas como a los 3, 7 y 28 días para compresión y edades como a los 7 y 28 días para flexión.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 32)

- Mezclar con máquina todos los insumos del concreto según el protocolo de mezcla ya encontrado en campo (4 min)
- Una vez mezclada todos los insumos vaciar la mezcla a las bandejas de recepción y elaborar cada uno de las muestras.
- Vaciar en tres capas en cada uno de los moldes cilíndricos el concreto fresco y con la ayuda de la varilla chucear 25 veces en todo el alrededor del molde. Mientras que para los moldes rectangulares se echa el concreto en tres capas y se chucea cada capa 55 veces.



Figura 32: Elaboración y Curado de especímenes.
Fuente: Elaboración propia

❖ **ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) (NTP 339.035)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Plancha metálica y molde metálico en forma de cono (CONO DE ABRAMS) con
- un diámetro de 4" en la parte superior, un diámetro de 8" una altura de 12" en la parte inferior y con un espesor de 1.5mm, cada uno de estos valores establecidos pueden tener una variación de 1/8". El cono tiene que estar con piezas de soporte y agarraderas para obtener un buen asentamiento del concreto (SLUMP).
- Varilla compactadora lisa de 5/8", longitud aproximada de 24" y con punta redondeada semiesférica.
- Cucharones, flexómetro y caretilla.

MUESTRA

- Para el ensayo de asentamiento la muestra fue la más representativa de los 4 diseños de mezcla.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 33)

- Se humedece el molde antes de iniciar la muestra, colocar la plancha metálica sobre una superficie plana y encima de ella colocar el cono.
- Pisar a los extremos para que la mezcla no filtre por la parte inferior del cono, echar el concreto con la ayuda del cucharón dentro del cono en tres capas y cada capa tiene que ser compactada 25 veces para eliminar el aire incorporado dentro del concreto.
- Una vez llena, enrazar y levantar con mucho cuidado el cono en forma vertical. Invertir el cono y colocar la varilla de metal encima del cono para poder medir el slump del concreto en pulgadas.
- Para medir el slump correcto se utiliza el flexómetro y de la parte más profunda de la parte superior del concreto se mide hasta la varilla de acero que se encuentra colocado encima del molde.
- La elaboración de todo el ensayo desde el llenado, enraizado y medida del slump tiene que ser sin interrupciones y en un tiempo aproximado de 2 min como máximo.



Figura 33: Ensayo de Asentamiento.

Fuente: Elaboración propia

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DEL AIRE DE MEZCLA DE HORMIGÓN (NTP 339.083, MTC E 706, ASTM C 231, AASHTO T152)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Medidor de aire (OLLA DE WASHINGTON), vaso de calibración, varilla lisa de apisonado o compactado de 5/8” de diámetro y 12” de largo, comba de goma, barra enrasadora y comba de goma.

MUESTRA

- La muestra para el ensayo de contenido de aire debe ser la más representativa del concreto fresco.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 34)



Figura 34: Ensayo de Contenido de Aire.

Fuente: Elaboración propia

- Colocar el concreto de forma directa en la olla de Washington en 3 capas siendo cada capa compactada con la varilla 25 veces distribuidos uniformemente sobre la sección y golpear a los costados 20 veces para la eliminación de aire.
- Enrasar, limpiar los bordes de la olla y tapar. Una vez tapada incorporar agua por el pitón de la tapa de la olla de Washington.
- Bombear aire hasta que la flecha del manómetro se encuentra en la misma ubicación con la línea de presión inicial, se golpea vigorosamente alrededor del recipiente y se lee el porcentaje de aire en el manómetro para los cálculos respectivos.

CÁLCULO

- Para el cálculo del siguiente ensayo, se considerará los siguientes factores:

$$A = Ar - C + W$$

Donde:

A = Contenido de aire (%)

Ar = Lectura final del medidor (%)

C = Factor de corrección (tabla)

W = Agua añadida

- ❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Contenedor para especímenes de mortero, son moldes rígidos, impermeables, de secciones rectangulares o circulares con alturas o dimensiones laterales de 1590mm.
- Agujas de penetración, estos se pueden ajustar al aparato de carga, originando un área de contacto de 645 mm², 323mm², 65mm², 32mm², 16mm².
- Penetrómetro, este dispositivo mide la fuerza con la que la aguja puede penetrar al concreto fraguado con una exactitud de 10 N y con una capacidad de carga de 600N.
- Varilla compactadora lisa de 5/8", longitud aproximada de 24" y con punta redondeada semiesférica.
- Pipeta, es un material que sirve para la extracción del agua que puede presentarse en el mortero al momento del fraguado.
- Termómetro, mide la temperatura del mortero fresco con una aproximación de 0.5°C, estos termómetros tienen que medir temperaturas en un rango de -20°C a 50°C.

MUESTRA

- Para este ensayo se tubo presente como muestra un espécimen de cada diseño de mezcla (diseño patrón, diseño con fibra a 20 kg/m³, 25kg/m³, 30 kg/m³)

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 35)

- Acondicionamiento, el ensayo se debe realizar en un ambiente que tenga una temperatura de 20°C a 25°C, medir y registrar la temperatura ambiente al inicio y al final para prevenir la excesiva evaporación de la humedad.
- Después de vaciar el mortero en tres capas y cada capa compactada 25 veces se procede a enrasar el concreto sobrante en la superficie para finalmente ser tapado con una placa de vidrio hasta el momento que llegue a fraguar el mortero.
- Una vez fraguado o pasado 3 horas se elimina el agua del mortero que se encuentra en la superficie colocando el molde 10° con respecto a la horizontal y con la ayuda de la pipeta eliminar el agua acumulada.
- Colocamos el molde en un área plana para aplicar la fuerza necesaria con el penetrómetro puesto la aguja de 645mm², aplicar la fuerza vertical hacia abajo

por 10 segundos, penetrando al mortero una profundidad de 25 mm y anotar el valor que marca el penetrómetro para los cálculos respectivos. Así calculamos con cada una de las agujas pasado 30 min de la aplicación de la primera aguja y teniendo en cuenta que la distancia de aplicación de cada aguja tiene que ser de 25mm.



*Figura 35: Ensayo de Tiempo de Fragua.
Fuente: Elaboración propia*

CÁLCULO

- Realizamos una gráfica con los datos obtenidos del ensayo de penetración del hormigón con cada una de las agujas a un determinado tiempo.
- El resultado que se obtuvo fue una gráfica de resistencia a la penetración en las ordenadas versus el tiempo transcurrido en minutos en las abscisas.

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Fuentes para sacar concreto fresco.
- Termómetro para medir la temperatura del Concreto.

MUESTRA

- Concreto fresco

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 36)

- Obtener una muestra de concreto fresco.

- Colocar el termómetro y sumergir el termómetro por lo menos 3” hasta que el termómetro indique una lectura constante del concreto.
- Tomar la lectura después de un tiempo mínimo de 2 minutos.



Figura 36: Ensayo de Temperatura.

Fuente: Elaboración propia

3.9 ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de rotura a compresión, la maquina tiene que estar calibrada para que los resultados sean exactos según la norma ASTM E 4 y ASTM E 74, la maquina tiene que estar operada por energía y no manualmente

MUESTRA

- La muestra para el siguiente ensayo viene hacer los testigos ya vaciados, estos testigos tiene que estar desencofrados y curados para llegar a la resistencia con la cual se diseñó.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 37)

- El ensayo de compresión se realiza una vez sacada la muestra de la etapa del curado 3, 7, 28 días.
- Secar la muestra, medir su longitud y diámetro para cálculos posteriores y colocar al equipo de compresión.

- Colocar el bloque de rotura con la cara de mayor endurecimiento hacia arriba y aplicar la carga de la máquina de compresión hasta que la probeta presente fisuras en su cara.



*Figura 37: Ensayo a Compresión.
Fuente: Elaboración propia*

CÁLCULO

- Para el cálculo de la resistencia a la compresión de la probeta o espécimen, se divide la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área promedio de la sección transversal.
- Si la relación de la longitud de la probeta con respecto a su diámetro sale menor a 1.75, se tiene que corregir el valor multiplicando por un factor según lo explica la norma NTP 339.034 (Tabla 3),
- Si es requerido calcular la densidad del espécimen, se puede calcular:

$$DENSIDAD = W/V$$

DONDE:

W = peso del espécimen en kilogramos

V = volumen del espécimen determinado por el diámetro promedio y longitud promedio.

$$VOLUMEN = (W - W_s)/\gamma_a$$

DONDE:

W_s = peso del espécimen en kilogramos

Ya = Densidad del agua a 23°C que es igual a 997.5 kg/m³

❖ RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA A LOS DOS TERCIOS DE LA VIGA (ASTM C 78 – 02)

EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de ensayo para rotura de concreto a flexión.
- Aparato de carga

MUESTRA

- La muestra respectiva tiene que cumplir con lo mencionado en la norma MTC E 702, tienen que ser de forma prismática elaborada con concreto, llevado al curado y finalmente sacado para que preceda con la roturación de esta.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 38)

- Colocar la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y se centra a los dos tercios sobre los bloques de carga.
- La carga se debe aplicar de manera continua sin sobresaltos, a una rata que incremente constantemente el esfuerzo de la fibra extrema, hasta que ocurra la rotura.



Figura 38: Ensayo de Resistencia a Flexión.

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO

- Para el cálculo de la resistencia a la flexión, si la fractura inicia sobre la superficie a tensión en el tercio medio de la longitud, se calcula el módulo de ruptura de la siguiente manera:

$$R = PL/bd^2$$

DONDE:

R = módulo de ruptura psi o MPa

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo

L = longitud del claro en pulgadas

b = ancho promedio del espécimen en pulgadas

d = profundidad promedio del espécimen en pulgadas

- Si la fractura ocurre fuera del tercio medio de la longitud del claro por no más del 5% del claro, se puede calcular el módulo de ruptura de la siguiente manera.

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

DONDE:

a = distancia promedio entre la línea de fracturas y el soporte más cercano medida sobre la superficie en tensión de la viga medida en pulgadas.

❖ “MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EVALUACIÓN DEL AGRIETA – MIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA CON FIBRA DE METAL” ASTM C 1579 – 6

EQUIPOS Y MATERIALES

- Molde rectangular metálico
- Ventilador que origine una velocidad de viento mayor a 4.7 m/s
- Estufa eléctrica
- Anemómetro
- Termómetro Higrómetro digital

MUESTRA

- Para el siguiente ensayo se tuvo como muestra concreto fresco patrón, concreto fresco con fibra de metal de 20 kg/m³, 25 kg/m³, 30 kg/m³.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 39)

- Vaciar, enrazar y pulir el concreto en el molde indicado.
- Prender el ventilador junto a la estufa para que se genere una temperatura ambiente de 30°C
- Comprobar la velocidad de viento mínima 4.7 m/s
- Revisar y medir cada 30 min las fisuras que se va presentando por retracción plástica.

- Medir el tiempo de fragua y evaporación del molde con pasta y recipiente con agua
- Registrar cada uno de los datos y graficar en una hoja de apuntes cada una de las fisuras encontradas para el cálculo respectivo.



*Figura 39: Elaboración del Ensayo ASTM C 1579.
Fuente: Elaboración propia*

3.10 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para poder aplicar la propuesta del concreto diseñado en diversos campos garantizando resistencia, durabilidad y costos, es necesario optar con información cuantificada de la mano de obra, materiales y equipos del concreto, es por ello que se presenta el precio unitario de cada uno de las mezclas diseñadas en planta.

3.10.1 Concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$

A continuación, en la Tabla 41, se presenta el análisis de precio unitario del concreto patrón, con precios actualizados a la fecha de hoy.

Tabla 41: Análisis del precio unitario del concreto patrón.

Fuente: Elaboración propia

Partida	1.00.00	CONCRETO PATRÓN f'c=280 kg/cm ²						
Rendimiento	8.000	M3/DIA				Costo unitario directo por : M3	308.67	
Código	Descripción Insumo	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra								
0101010002	TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO		hh	1.0000	1.0000	24.70	24.70	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	20.07	20.07	
0101010005	PEON		hh	2.0000	2.0000	14.81	29.62	
							74.39	
Materiales								
0213030001	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol		10.0000	13.90	139.00	
0213030002	PIEDRA 3/4		m3		0.6000	70.00	42.00	
0213030003	ARENA GRUESA		m3		0.4800	65.00	31.20	
0213030004	AGUA		m3		0.2070	6.50	1.35	
0213030005	FIBRA DE METAL		kg		0.0000	6.80	0.00	
							213.55	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	74.39	2.23	
0349190002	MEZCLADORA		hm	1.0000	1.0000	18.50	18.50	
							20.73	

3.10.2 Concreto f'c=280 kg/cm², con fibra de metal 20kg/m³

A continuación, en la Tabla 42, se presenta el análisis de precio unitario del concreto con adición de fibra de metal (20kg/m³), con precios actualizados a la fecha de hoy.

Tabla 42: Análisis del precio unitario con la dosificación de 20kg/m³.

Fuente: Elaboración propia

Partida	2.00.00	CONCRETO f'c=280 kg/cm ² , FIBRA DE METAL 20 kg/m ³						
Rendimiento	8.000	M3/DIA				Costo unitario directo por : M3	443.73	
Código	Descripción Insumo	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra								
0101010002	TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO		hh	1.0000	1.0000	24.70	24.70	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	20.07	20.07	
0101010005	PEON		hh	2.0000	2.0000	14.81	29.62	
							74.39	
Materiales								
0213030001	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol		10.0000	13.90	139.00	
0213030002	PIEDRA 3/4		m3		0.5878	70.00	41.14	
0213030003	ARENA GRUESA		m3		0.4787	65.00	31.12	
0213030004	AGUA		m3		0.2070	6.50	1.35	
0213030005	FIBRA DE METAL		kg		20.0000	6.80	136.00	
							348.61	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	74.39	2.23	
0349190002	MEZCLADORA		hm	1.0000	1.0000	18.50	18.50	
							20.73	

3.10.3 Concreto f'c=280 kg/cm², con fibra de metal 25kg/m³

A continuación, en la Tabla 43, se presenta el análisis de precio unitario del concreto con adición de fibra de metal (25kg/m³), con precios actualizados a la fecha de hoy.

Tabla 43: Análisis del precio unitario con la dosificación de 25kg/m³.

Fuente: Elaboración propia

Partida	3.00.00	CONCRETO f'c=280 kg/cm ² , FIBRA DE METAL 25 kg/m ³					
Rendimiento	8.000	M3/DIA					Costo unitario directo por : M3 478.67
Código	Descripción Insumo	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
0101010002	TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO		hh	1.0000	1.0000	24.70	24.70
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	20.07	20.07
0101010005	PEON		hh	2.0000	2.0000	14.81	29.62
							74.39
Materiales							
0213030001	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol		10.0000	13.90	139.00
0213030002	PIEDRA 3/4		m3		0.6000	70.00	42.00
0213030003	ARENA GRUESA		m3		0.4800	65.00	31.20
0213030004	AGUA		m3		0.2070	6.50	1.35
0213030005	FIBRA DE METAL		kg		25.0000	6.80	170.00
							383.55
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	74.39	2.23
0349190002	MEZCLADORA		hm	1.0000	1.0000	18.50	18.50
							20.73

3.10.4 Concreto f'c=280 kg/cm², con fibra de metal 30kg/m³

A continuación, en la Tabla 44, se presenta el análisis de precio unitario del concreto con adición de fibra de metal (30kg/m³), con precios actualizados a la fecha de hoy.

Tabla 44: Análisis del precio unitario con la dosificación de 30kg/m³.

Fuente: Elaboración propia

Partida	4.00.00	CONCRETO f'c=280 kg/cm ² , FIBRA DE METAL 30 kg/m ³					
Rendimiento	8.000	M3/DIA					Costo unitario directo por : M3 512.67
Código	Descripción Insumo	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
0101010002	TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO		hh	1.0000	1.0000	24.70	24.70
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	20.07	20.07
0101010005	PEON		hh	2.0000	2.0000	14.81	29.62
							74.39
Materiales							
0213030001	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol		10.0000	13.90	139.00
0213030002	PIEDRA 3/4		m3		0.6000	70.00	42.00
0213030003	ARENA GRUESA		m3		0.4800	65.00	31.20
0213030004	AGUA		m3		0.2070	6.50	1.35
0213030005	FIBRA DE METAL		kg		30.0000	6.80	204.00
							417.55
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	74.39	2.23
0349190002	MEZCLADORA		hm	1.0000	1.0000	18.50	18.50
							20.73

3.10.5 Rehabilitación de pavimento rígido

Para poder determinar la eficiencia del uso de la fibra de metal en cuanto al costo, es necesario realizar un análisis del precio unitario de una rehabilitación como muestra la Tabla 45.

Tabla 45: Análisis del precio unitario para rehabilitación del pavimento rígido
 Fuente: Elaboración propia

Partida	1.00.00 REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO						Costo unitario directo por : M2	295.14
Rendimiento	10.000 M2/DIA							
Código	Descripción	Ins. Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
0101010002	TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO		hh	1.0000	0.8000	24.70	19.76	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	20.07	32.11	
0101010005	PEON		hh	3.0000	2.4000	14.81	35.54	
							87.42	
		Materiales						
21303	CONCRETO PREMEZCLADO F' C=210 KG/CM2		m3		0.2100	345.00	72.45	
21304	ACERO DE REFUERZO 3/8"		kg		3.5280	4.80	16.93	
21305	ENCOFRADO		pie2		8.8890	5.40	48.00	
21306	CURADO		m2		1.0000	1.50	1.50	
21307	MATERIAL AFIRMADO		m3		0.2100	38.00	7.98	
							146.87	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	87.42	2.62	
0301010007	MINI RODILLO		hm	1.0000	0.8000	45.80	36.64	
0349190002	MAQUINA DE CORTAR PARA PAVIMENTO		hm	1.0000	0.8000	14.50	11.60	
0349190003	VIBRADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	12.50	10.00	
							60.86	

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO

Después de realizar el procedimiento del ensayo como se indicó anteriormente, el promedio de las muestras que se obtuvieron fue de 1.00% de contenido de humedad en el agregado fino y 0.52% en el agregado grueso en condiciones naturales como muestra la Tabla 46.

*Tabla 46: Resumen del Contenido de Humedad de los agregados.
Fuente: Elaboración propia*

AGREGADO	M-1	M-2	M-3	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	0.908	1.051	1.028	1.00
AGREGADO GRUESO	0.494	0.477	0.596	0.52

Los valores obtenidos se utilizaron para realizar la corrección del volumen de los agregados finos y gruesos por humedad en 1% y 0.52% respectivamente del volumen en peso seco, ya que a mayor porcentaje de humedad el volumen de los agregados aumenta como se indica en el procedimiento del diseño de mezcla en el ítem de corrección de humedad.

- ❖ **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL**
Agregado Fino, según la curva granulométrica del agregado fino no cumple la NTP 400.037 ^(53 p. 8), porque los resultados se encuentran fuera de los parámetros como se observa en las mallas N°8 y N°4 de la Figura 40. También se obtuvo un módulo

de finura de 2.90, que sirve para la determinación del porcentaje de agregado fino. (Ver Tabla 47)

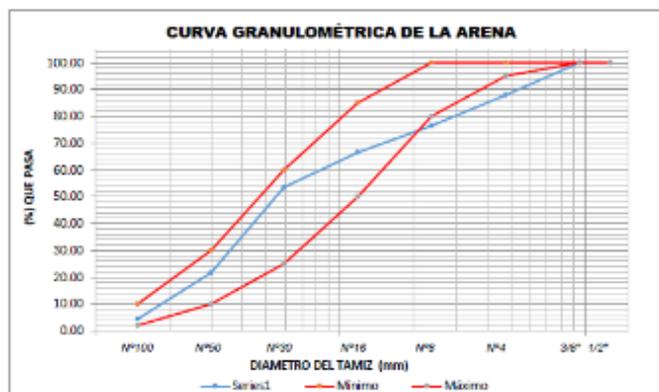


Figura 40: Curva Granulométrica del Ag. Fino.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Resumen de la Granulometría del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia

AGREGADO FINO	
TAMIZ	% PASANTE
1/2"	100.00%
3/8"	100.00%
N°4	87.91%
N°8	76.40%
N°16	66.54%
N°30	53.54%
N°50	21.66%
N°100	4.38%
N°200	0.85%
FONDO	0.00%
M.F	2.90

Agregado Grueso, según la NTP 400.037 (53 p. 13), el huso 56 nos limita los parámetros, de las cuales la granulometría obtenida cumple considerablemente a excepción del tamiz de 1/2" que se encuentra fuera de los límites como se observa en Figura 41, lo que indica un porcentaje mayor de aprobación de calidad del agregado.

También se obtuvo un módulo de finura de 7.35, que sirve para la determinación del porcentaje de agregado grueso, el tamaño máximo es de 1", que es la última malla donde pasa el 100% del agregado y el tamaño máximo nominal es de 3/4", que es la malla con primer retenido de agregado con un 35.73%. (Ver Tabla 48)

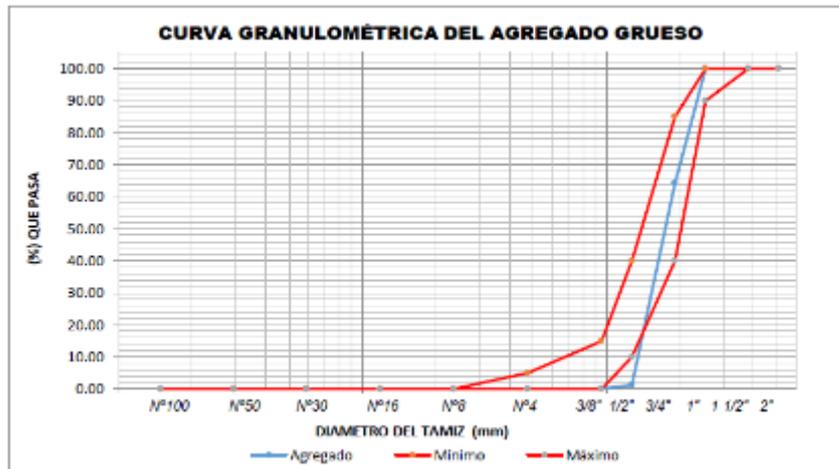


Figura 41: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Resumen de la Granulometría del Agregado Grueso.
Fuente: Elaboración propia

AGREGADO GRUESO	
TAMIZ	% PASANTE
2"	100.00%
1 1/2"	100.00%
1"	100.00%
3/4"	64.27%
1/2"	1.30%
3/8"	0.08%
N°4	0.08%
N°8	0.08%
N°16	0.08%
N°30	0.08%
N°50	0.08%
N°100	0.08%
FONDO	0.00%
M.F	7.35
T.M	1"
TMN	3/4"

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS**

El promedio del peso unitario suelto (PUS) del agregado fino es 1527 kg/m³, lo cual da como referencia la masa en gravedad en un volumen, el impacto dentro del

diseño de mezcla es mínimo por ser un material fino y los vacíos son pequeños. Es necesario para estimar la cantidad de material a comprar.

El promedio del peso unitario suelto (PUS) del agregado grueso es 1427 kg/m³, lo cual indica la cantidad del material que, ocupada dentro de un volumen, se realiza el ensayo más que nada por los vacíos que genera una desventaja en los diseños para lograr un comportamiento mecánico óptimo y para estimar la cantidad de material requerido.

Los resultados se muestran en la Tabla 49.

Tabla 49: Resumen del Peso Unitario Suelto de los Agregados.

Fuente: Elaboración propia

AGREGADO	M-1	M-2	M-3	PESO UNITARIO SUELTO (PUS) (kg/m ³)
AGREGADO FINO	1526	1526	1529	1527
AGREGADO GRUESO	1440	1423	1417	1427

El promedio del peso unitario compactado (PUC) del agregado fino es 1621 kg/m³, dá como referencia la masa que ocupa el agregado en un volumen determinado, la compactación disminuye los vacíos del agregado.

El promedio del peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso es 1538 kg/m³, lo cual representa la cantidad de agregado ocupado en un volumen unitario con apoyo de la compactación para reducir los vacíos generados.

Los resultados se muestran en la Tabla 50.

Tabla 50: Resumen del Peso Unitario Compactado de los Agregados.

Fuente: Elaboración propia

AGREGADO	M-1	M-2	M-3	PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) (kg/m ³)
AGREGADO FINO	1610	1624	1628	1621
AGREGADO GRUESO	1547	1527	1539	1538

❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

El valor de peso específico sirve para determinar el volumen que ocupa el agregado con respecto a 1m³ en el diseño de mezcla. El peso específico es de 2.63 g/cm³ que equivale a 2630 kg/m³.

El valor de la absorción sirve para replantear el diseño de mezcla con respecto a la humedad, los resultados del agregado grueso se muestran en la Tabla 51.

Tabla 51: Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia

AGREGADO GRUESO					
ENSAYO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO	
PESO ESPECÍFICO	2.615	2.645	2.642	2.63	g/cm ³
ABSORCIÓN	0.918	0.801	0.786	0.84	%

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

El valor de peso específico sirve para determinar el volumen que ocupa el agregado con respecto a 1m³ en el diseño de mezcla. El peso específico es de 2.56 g/cm³ que equivale a 2560 kg/m³.

El valor de la absorción sirve para replantear el diseño de mezcla con respecto a la humedad, los resultados del agregado fino se muestran en la Tabla 52.

Tabla 52: Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia

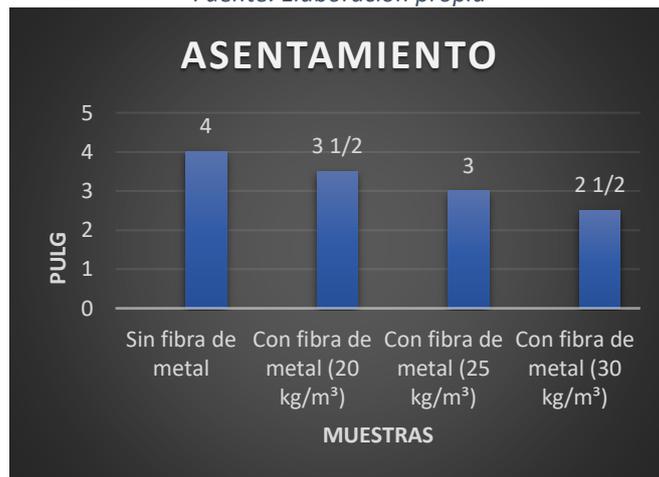
AGREGADO FINO					
ENSAYO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO	
PESO ESPECÍFICO	2.55	2.57	2.56	2.56	g/cm ³
ABSORCIÓN	1.75	1.46	1.54	1.58	%

ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

❖ **ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)**

Se consideraron los parámetros establecidos en el cuadro de trabajabilidad, donde se desea alcanzar un concreto con grado de asentamiento plástico de 3” - 4” trabajable, porque son asentamientos adecuados para pavimentos rígidos. En la Gráfica 1, se pueden observar los resultados de cada uno de los diseños de mezcla, obteniendo resultados aceptables en un 75% del estudio, en el diseño patrón se obtuvo un promedio de 4”, 3 ½” en el diseño con 20 kg/m³ de fibra de metal y de 3” en el diseño con 25 kg/m³ de fibra de metal. Quedando un restante de 25% del estudio no aceptable ya que el diseño con 30 kg/m³ de fibra de metal nos da un slump promedio de 2 ½” estando fuera de los parámetros recomendados para una buena trabajabilidad.

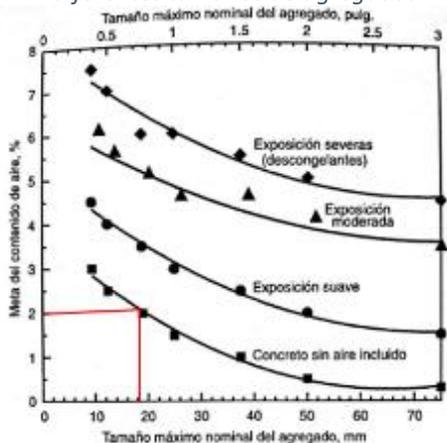
Gráfica 1: Resultados del Asentamiento del concreto.
Fuente: Elaboración propia



❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DEL AIRE DE MEZCLA DE HORMIGÓN**

Los resultados que se muestran en la Gráfica 2 indica que el concreto en estado fresco se encuentra en óptimas condiciones para poder cumplir los parámetros requeridos con respecto al tamaño máximo nominal del agregado grueso, estando en el rango de 2% con una variación de -1% y + 2% según indica la Tabla 53.

Tabla 53: Requisitos de contenido de aire para diferentes tamaños de agregados.



Nota: Tomado de Kosmatka (54 p. 189)

Gráfica 2: Resultados del Contenido de Aire.
Fuente: Elaboración propia



❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN**

Los resultados obtenidos en el ensayo, se presentan en la Tabla 54 donde se tomó dos muestras por cada diseño de mezcla (diseño de mezcla patrón, diseño de mezcla con

20kg/m³, 25kg/m³, 30kg/m³ de fibra de metal) obteniendo resultados promedios del tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final.

Tabla 54: Tabla de resumen de los resultados de tiempo de fraguado.
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto $f'c=280$ kg/cm ²	Peso Unitario (Kg)			
	Tiempo de fragua (min)			
	Inicial	Final	Promedio (Inicial)	Promedio (final)
Sin fibra de metal	160	224	160	226
Sin fibra de metal	160	227		
Con fibra de metal (20 kg/m ³)	166	279	166	277
Con fibra de metal (20 kg/m ³)	165	275		
Con fibra de metal (25 kg/m ³)	185	264	188	266
Con fibra de metal (25 kg/m ³)	190	268		
Con fibra de metal (30 kg/m ³)	200	258	201	257
Con fibra de metal (30 kg/m ³)	201	256		

En la Gráfica 3, se interpreta lo siguiente:

En el diseño de mezcla patrón, se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 160 min. y un tiempo de fraguado final promedio de 226 min. Estos tiempos se encuentran comprendidos cuando la penetración sea más de 3.5Mpa (507.632 psi) y 28Mpa (4061.06 psi).

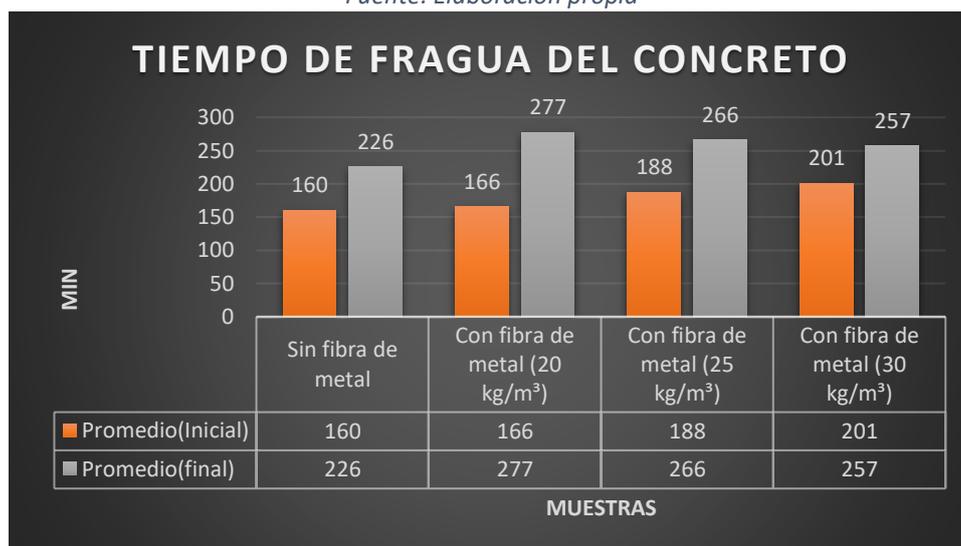
En el diseño de mezcla con 20kg/m³ de fibra de metal se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 166 min. Y un tiempo de fraguado final promedio de 277 min. Tardando en un 3.44% más en fraguarse inicialmente y un 22.84% más en fraguarse finalmente el concreto con fibra de metal con respecto al diseño patrón.

En el diseño de mezcla con 25kg/m³ de fibra de metal se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 188 min. Y un tiempo de fraguado final promedio de 266 min. Tardando en un 17.19% más en fraguarse inicialmente y un 17.96% más en fraguarse finalmente el concreto con fibra de metal con respecto al diseño patrón.

En el diseño de mezcla con 30kg/m³ de fibra de metal se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 201 min. Y un tiempo de fraguado final promedio de 257 min. Tardando en un 25.31% más en fraguarse inicialmente y un 60.63% más en fraguarse finalmente el concreto con fibra de metal con respecto al diseño patrón.

Gráfica 3: Resultados promedios del ensayo de tiempo de fragua.

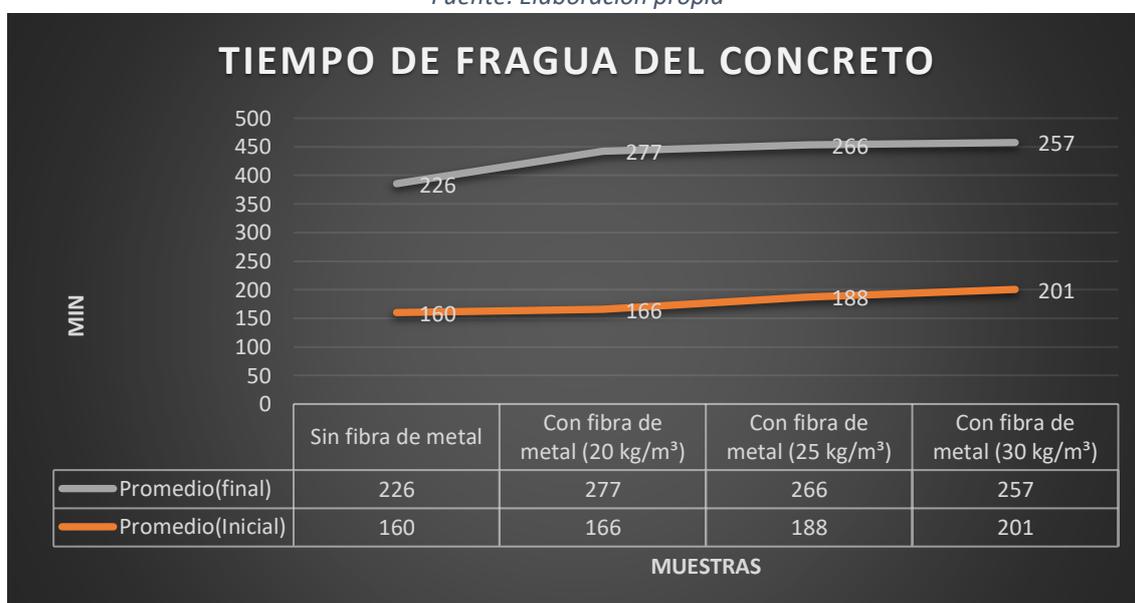
Fuente: Elaboración propia



Llegando a obtener una curva de crecimiento de la Gráfica 4, que representan los resultados generales de tiempo de fragua, donde se puede observar que a mayor cantidad de fibra de metal el tiempo de fragua inicial y final es mayor con respecto al diseño de mezcla patrón, viendo que para la dosificación de 20kg/m³ en el tiempo de fraguado final se llega a un punto máximo, lo cual genera un comportamiento positivo en el clima que nos encontramos se tiene una resistencia a la penetración final de 3985.51 psi y para el diseño de mezcla una resistencia a la penetración final de 4492.75 psi siendo mayor en un 12.73% más con respecto al diseño de mezcla patrón.

Gráfica 4: Curva de crecimiento de los promedios del ensayo de tiempo de fragua.

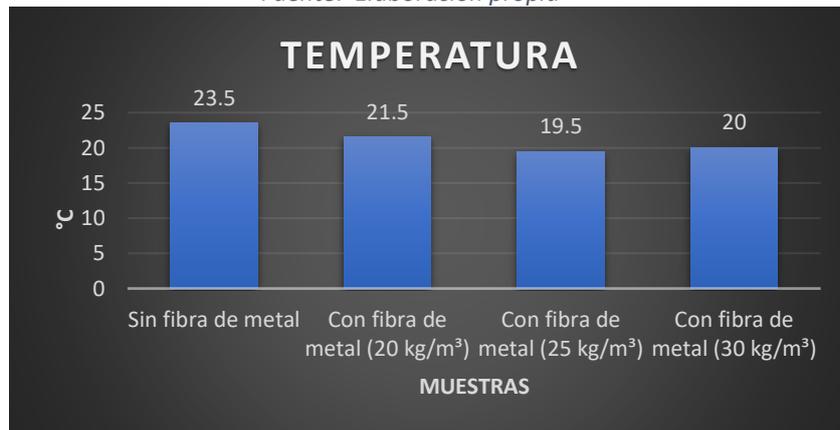
Fuente: Elaboración propia



❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO

Los resultados obtenidos del ensayo se muestran en la Gráfica 5, donde indica que para el diseño patrón la temperatura del concreto es de 23.5°C siendo mayor a comparación de los diseños con adición de fibra de metal. Las altas temperaturas en el concreto originan mayor fisuración por retracción plástica en el concreto, debido a la alta pérdida de la humedad a través de la evaporación.

*Gráfica 5: Resultados de la temperatura del concreto.
Fuente: Elaboración propia*



❖ RESULTADOS PARA EXPLICAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

En la Gráfica 6, se logra apreciar los resultados de los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada diseño de mezcla en estudio (diseño de mezcla sin fibra de metal, diseño de mezcla con 20 kg/m³, 25 kg/m³ y 30 kg/m³) a una edad de 3 días. El esfuerzo a compresión menor se presenta en el diseño de mezcla sin fibra de metal con un valor promedio de 120.5 kg/cm² que es equivalente al 39.93% con respecto al valor obtenido a la edad de 28 días, mientras que para los especímenes del diseño de mezcla con 20 kg/m³ de fibra de metal se obtuvo 122.17 kg/cm² equivalente a 39.66%, como también para los especímenes del diseño de mezcla con 25 kg/m³ de fibra de metal se obtuvo 128 kg/cm² equivalente a 40.40%, siendo estos esfuerzos a compresión los valores intermedios de todos los diseños de mezcla en estudio y el valor esfuerzo a compresión promedio se obtuvo del diseño de mezcla con 30 kg/m³ con un valor de 131.92 kg/cm² equivalente a 40.54%.

Gráfica 6: Resultados del Ensayo a Compresión a los 3 días.

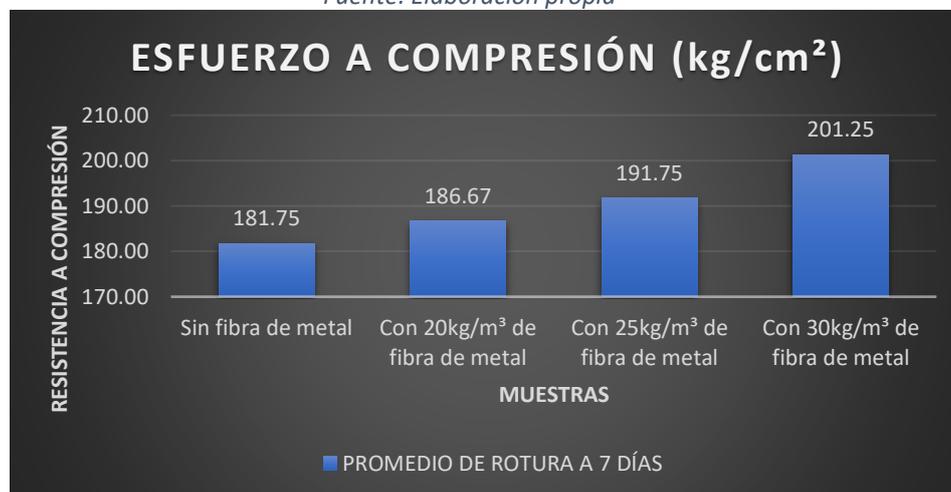
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 7, se logra apreciar los resultados de los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada diseño de mezcla en estudio (diseño de mezcla sin fibra de metal, diseño de mezcla con 20 kg/m³, 25 kg/m³ y 30 kg/m³) a una edad de 7 días. El esfuerzo a compresión menor se presenta en el diseño de mezcla sin fibra de metal con un valor promedio de 181.75 kg/cm² que es equivalente al 60.23% con respecto al valor obtenido a la edad de 28 días, mientras que para los especímenes del diseño de mezcla con 20 kg/m³ de fibra de metal se obtuvo 186.67 kg /cm² equivalente a 60.61%, como también para los especímenes del diseño de mezcla con 25 kg/m³ de fibra de metal se obtuvo 191.75 kg/cm² equivalente a 60.52%, siendo estos esfuerzos a compresión los valores intermedios de todos los diseños de mezcla en estudio y el valor esfuerzo a compresión promedio se obtuvo del diseño de mezcla con 30 kg/m³ con un valor de 201.25kg/cm² equivalente a 61.84%.

Gráfica 7: Resultados del Ensayo a Compresión a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 8, se logra apreciar los resultados de los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada diseño de mezcla en estudio (diseño de mezcla sin fibra de metal, diseño de mezcla con 20 kg/m³, 25 kg/m³ y 30 kg/m³) a una edad de 28 días. El esfuerzo a compresión menor aceptable lo obtiene el diseño de mezcla sin fibra de metal con un valor promedio de 301.75 kg/cm² que es equivalente al 7.77% más con respecto al valor recomendado en el Manual de carreteras para pavimentos rígidos pág.235 que es de 280 kg/cm², valor que se tiene que alcanzar o pasar a la edad de 28 días, mientras que para los especímenes del diseño de mezcla con 20 kg/m³ de fibra de metal se obtuvo 308 kg /cm² equivalente a 10% más, como también para los especímenes del diseño de mezcla con 25 kg/m³ de fibra de metal se obtuvo 316.83 kg/cm² equivalente a 13.15% más con respecto al valor deseado siendo estos esfuerzos a compresión los valores intermedios de todos los diseños de mezcla en estudio y el esfuerzo a compresión mayor lo obtuvo los especímenes del diseño de mezcla con 30 kg/m³ con un valor promedio de 325.42 kg/cm² equivalente a 16.22% más del valor deseado a los 28 días. Como se logra apreciar todos los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada uno de los diseños de mezcla pasan el valor deseado a los 28 días que es de 280 kg/cm², según el Manual de carretas para un rango de tráfico pesado menor a 5 millones de ejes equivalentes.

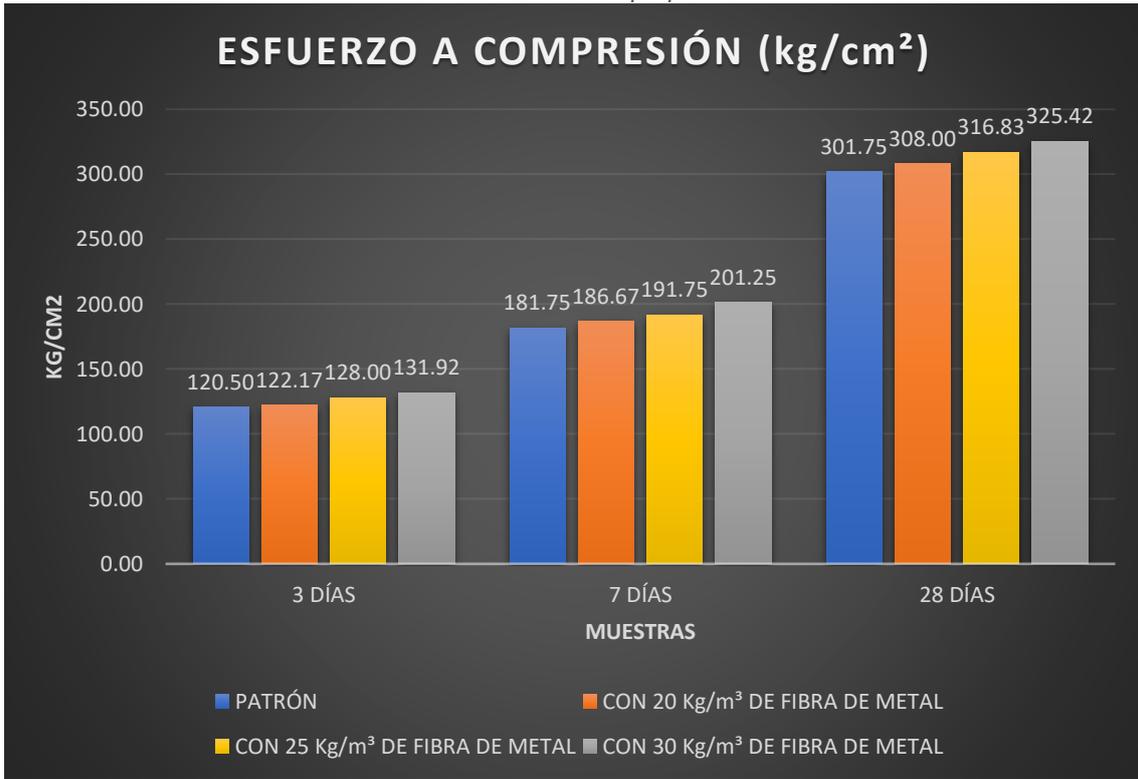
Gráfica 8: Resultados del Ensayo a Compresión a los 28 días.
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 9, edad de madurez vs esfuerzo a compresión, se puede observar que los especímenes de cada uno de los diseños de mezcla en estudio logran cumplir y pasar el esfuerzo a compresión requerido de 280 kg/cm² a los 28 días, generando un mayor esfuerzo a compresión el diseño de mezcla con 30 kg/cm² de fibra de metal sobrepasando en 16.22% más del esfuerzo recomendable para pavimentos rígidos según el manual de carreteras.

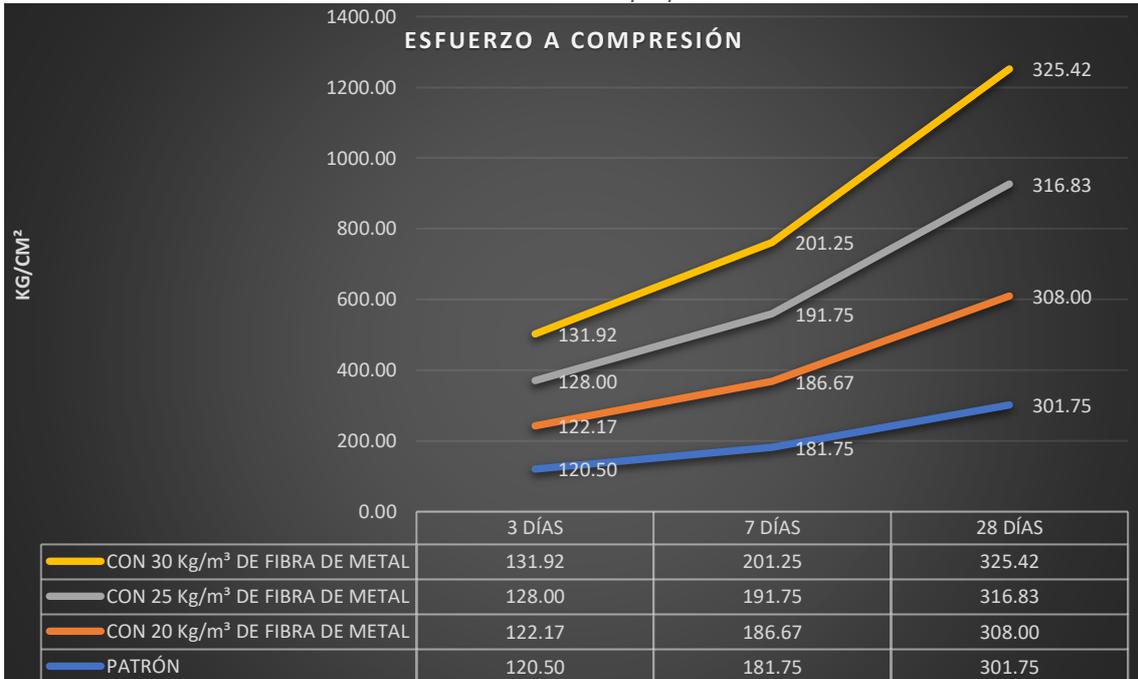
Gráfica 9: Resultados promedios del Ensayo a Compresión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 10: Línea de tendencia de los valores de esfuerzo a compresión en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones.

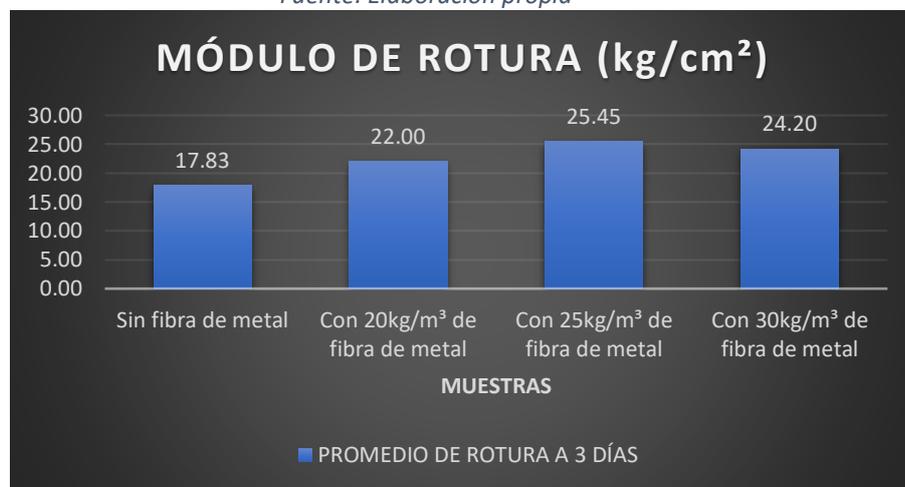
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 11, se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de tres días, donde se observa que el menor valor lo tiene el diseño de mezcla patrón con un valor de 17.83 kg/cm² que equivale a un 44.84% con respecto al valor obtenido a los 28 días, mientras que los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m³ y 25 kg/m³ de fibra de metal, con valores de 22.00 kg/cm² y 25.45 kg/cm² respectivamente, equivalen a 51.79% y 69.65% del valor módulo de rotura a la edad de 28 días, finalmente se hace mención al diseño con 30 kg/m³ de fibra de metal donde se obtuvo un mayor valor de Módulo de rotura de 24.20 kg/cm², que equivalente al 63.22%, generando así un mejor comportamiento mecánico en los pavimentos rígidos.

Gráfica 11: Resistencia a flexión a los 3 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia



En la se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de siete días, donde se observa que el menor valor lo tiene el diseño de mezcla patrón con un valor de 28.72 kg/cm² que equivale a un 72.25% con respecto al valor obtenido a los 28 días, mientras que los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m³ y 25 kg/m³ de fibra de metal, con valores de 32.62 kg/cm² y 29.67 kg/cm² respectivamente, equivalen a 76.79% y 81.19% del valor módulo de rotura a la edad de 28 días, finalmente se hace mención al diseño con 30kg/m³ de fibra de metal donde se obtuvo un mayor valor de Módulo de rotura de 29.64 kg/cm², que equivalente al 77.41%, generando así un mejor comportamiento mecánico en los pavimentos rígidos.

Gráfica 12, se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de siete días, donde se observa que el menor valor lo tiene el diseño de mezcla patrón con un valor de 28.72 kg/cm² que equivale a un 72.25% con respecto al valor obtenido a los 28 días, mientras que los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m³ y 25 kg/m³ de fibra de metal, con valores de 32.62 kg/cm² y 29.67 kg/cm² respectivamente, equivalen a 76.79% y 81.19% del valor módulo de rotura a la edad de 28 días, finalmente se hace mención al diseño con 30kg/m³ de fibra de metal donde se obtuvo un mayor valor de Módulo de rotura de 29.64 kg/cm², que equivalente al 77.41%, generando así un mejor comportamiento mecánico en los pavimentos rígidos.

Gráfica 12: Resistencia a flexión a los 7 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.

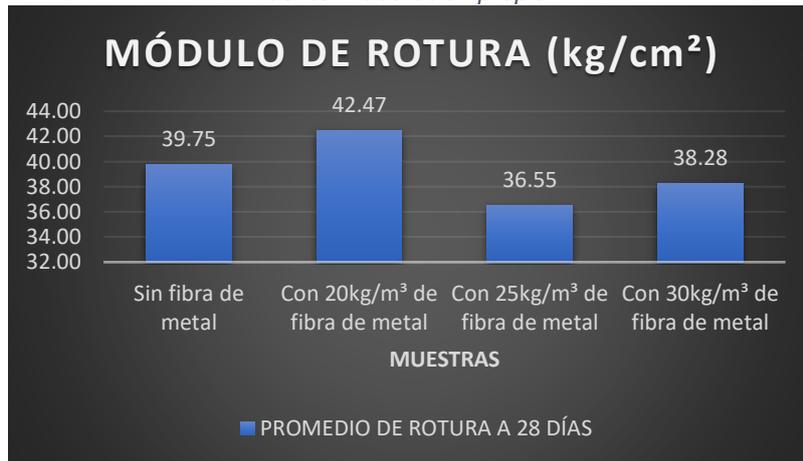
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 13 se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de 28 días, donde se observa que el valor del diseño de mezcla patrón con un valor de 39.75 kg/cm² que equivale a un 16.91% más con respecto al valor de Módulo de rotura (Mr) para pavimentos en vías locales y colectoras, los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m³ y 25 kg/m³ de fibra de metal, siendo valores aceptables para pavimentos siendo 42.47 kg/cm² y 36.55 kg/cm² respectivamente, equivalen a 24.92% y 7.49% más del módulo de rotura que se requiere, finalmente se hace mención al diseño con 30 kg/m³ de fibra de metal donde el valor de módulo de rotura de 38.28 kg/cm², que equivalente al 12.60% más, impactando generalmente un mejor comportamiento mecánico aceptable en los diseños de mezcla en estudio ya que supera el valor recomendado para pavimentos rígidos (34kg/cm²).

Gráfica 13: Resistencia a flexión a los 28 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

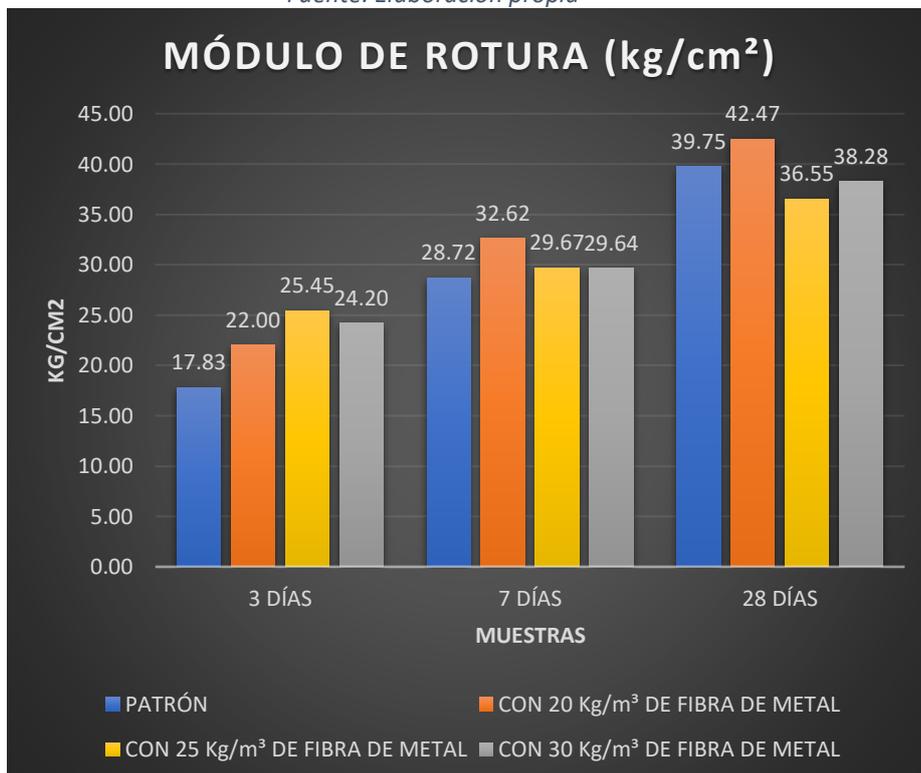


En la Gráfica 14, edad de madurez vs Módulo de rotura, se puede observar que el diseño de mezcla patrón y el diseño de mezcla con 20 kg/m³ de fibra de metal logra sobrepasar el valor del Módulo de Rotura (34 kg/cm²) a los 28 días de curado, llegando así a su punto máximo donde la fibra cumple su función máxima.

También se observa que, a mayor dosificación de fibra de metal en los diseños de mezcla, el Módulo de rotura será mayor obteniendo un resultado aceptable para los diseños de mezcla en pavimentos rígidos.

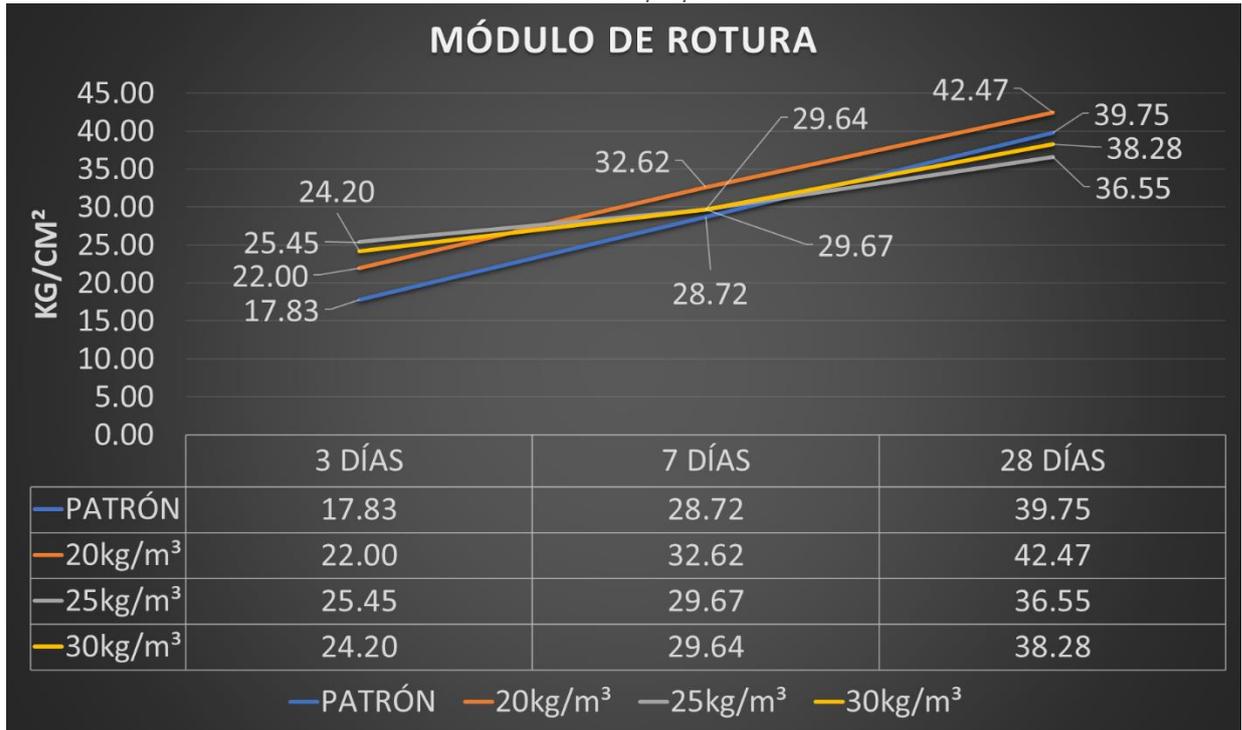
Gráfica 14: Resultados promedios del Ensayo de Resistencia a Flexión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 15: Línea de tendencia de los valores de Módulo de Rotura en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones.

Fuente: Elaboración propia



❖ RESULTADOS PARA EXPLICAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

En la Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57, se puede observar que durante las primeras 6 horas de haber realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla patrón se pudo medir fisuras con un espesor mayor a 0.9 mm y menor a 0.35 mm teniendo un promedio de espesores de 0.622 mm, 0.631 mm y 0.692 mm, con un valor de reducción de grietas (CRR) equivalente a 0.375 mm, 0.444 mm y 0.29mm en la Gráfica 16, Gráfica 17 y Gráfica 18 se ve la variación del tamaño de espesores cada 30 minutos de medición.

Tabla 55: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Patrón (1).

Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F4	11:33:00	0.5
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			
Sin fibra de metal	F1	10:03:00	0.4	F5	12:03:00	0.8
	F2	10:33:00	0.5	F6	12:33:00	0.8
	F3	11:03:00	0.5	F7	13:03:00	0.45
				F8	13:33:00	0.8
				F9	14:03:00	0.5
				F10	14:33:00	0.8
				F11	15:03:00	0.5
				F12		
				F13		

F1	15:33:00	0.5
2		
F1	16:03:00	0.8
3		
F1	16:33:00	0.5
4		

F1	17:03:00	0.8
5		
F1	17:33:00	0.8
6		
PROMEDIO DE ESPESOR		0.622
VALOR DE CRR (mm)		0.375

Gráfica 16: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (1).

Fuente: Elaboración propia



Tabla 56: Tabla de resultados del ensayo

ASTM C 1579-Patrón (2).

Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	12:10:00	0.5
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			
Sin fibra de metal	F1	09:10:00	0.5	F8	12:40:00	0.5
	F2	09:40:00	0.5	F9	13:10:00	0.75
	F3	10:10:00	0.6	F10	13:40:00	0.8
	F4	10:40:00	0.7	F11	14:10:00	0.9
	F5	11:10:00	0.7	F12	14:40:00	0.5
	F6	11:40:00	0.35	F13	15:10:00	0.5
				F14	15:40:00	0.6
				F15	16:10:00	0.8
				F16	16:40:00	0.9
				PROMEDIO DE ESPESOR		0.631
				VALOR DE CRR (mm)		0.444

Gráfica 17: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (2).

Fuente: Elaboración propia



Tabla 57: Tabla de resultados del ensayo

ASTM C 1579-Patrón (3).

Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)	
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)				
Sin fibra de metal	F1	09:10:00	0.57	F7	12:10:00	0.8	
	F2	09:40:00	0.6	F8	12:40:00	0.9	
	F3	10:10:00	0.6	F9	13:10:00	0.6	
	F4	10:40:00	0.6	F10	13:40:00	0.9	
	F5	11:10:00	0.7	F11	14:10:00	0.6	
	F6	11:40:00	0.6	F12	14:40:00	0.6	
				F13	15:10:00	0.6	
				F14	15:40:00	0.8	
				F15	16:10:00	0.8	
				F16	16:40:00	0.8	
	PROMEDIO DE ESPESOR						0.692
	VALOR DE CRR (mm)						0.29

Gráfica 18: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (3).
Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 58, Tabla 59 y Tabla 60, se puede observar que durante las primeras 6 horas de realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla con 20 kg/cm³ de fibra de metal se pudo medir fisuras con un espesor mayor a 0.3 mm y menor a 0.0 mm teniendo un promedio de espesores de 0.087 mm, 0.169 mm y 0.194 mm y un valor de reducción de grietas (CRR) con respecto al diseño de mezcla patrón de equivalente a 0.86 mm, 0.73 mm y 0.72 mm en la Gráfica 19, Gráfica 20, Gráfica 21 se ve la variación de los espesores cada 30 minutos de medición.

Tabla 58: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m³ de fibra de metal (1).
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	15:34:00	0.1
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			
Con 20kg/m ³ de fibra de metal	F1	12:34:00	0.00	F8	16:04:00	0.05
	F2	13:04:00	0.05	F9	16:34:00	0.05
	F3	13:34:00	0.1	F10	17:04:00	0.1
	F4	14:04:00	0.05	F11	17:34:00	0.1
	F5	14:34:00	0.05	F12	18:04:00	0.1
	F6	15:04:00	0.1	F13	18:34:00	0.15
				F14	19:04:00	0.1
				F15	19:34:00	0.1
				F16	20:04:00	0.2
				PROMEDIO DE ESPESOR		0.087
				CRR (mm)		0.86

Gráfica 19: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m³ de fibra de metal (1).
Fuente: Elaboración propia



Tabla 59: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m³ de fibra de metal (2).
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	13:30:00	0.1
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			
Sin fibra de metal	F1	10:30:00	0.05	F8	14:00:00	0.15
	F2	11:00:00	0.1	F9	14:30:00	0.2
	F3	11:30:00	0.1	F10	15:00:00	0.1
	F4	12:00:00	0.2	F11	15:30:00	0.2
	F5	12:30:00	0.25	F12	16:00:00	0.15
	F6	13:00:00	0.1	F13	16:30:00	0.2
				F14	17:00:00	0.2
				F15	17:30:00	0.3
				F16	18:00:00	0.3
				PROMEDIO DE ESPESOR		0.169
				VALOR DE CRR (mm)		0.73

Gráfica 20: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m³ de fibra de metal (2).
Fuente: Elaboración propia



Tabla 60: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m³ de fibra de metal (3).
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F8	14:00:00	0.05
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			
Con 25kg/m ³ de fibra de metal	F1	10:30:00	0.00	F9	14:30:00	0.05
	F2	11:00:00	0.00	F10	15:00:00	0.05
	F3	11:30:00	0.00	F11	15:30:00	0.05
	F4	12:00:00	0.00	F12	16:00:00	0.07
	F5	12:30:00	0.00	F13	16:30:00	0.05
	F6	13:00:00	0.00	F14	17:00:00	0.07
	F7	13:30:00	0.05	F15	17:30:00	0.07
				F16	18:00:00	0.07
				PROMEDIO DE ESPESOR		0.194
				CRR (mm)		0.72

Gráfica 21: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m³ de fibra de metal (3).
Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 61, Tabla 62 y Tabla 63, se puede observar que durante las primeras 6 horas de realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla con 25 kg/cm³ de fibra de metal se pudo medir fisuras con un espesor mayor a 0.00 mm y menor a 0.15 mm teniendo un promedio de espesores de 0.07mm, 0.06 mm y 0.03mm y un valor de reducción de grietas (CRR) con respecto al diseño de mezcla patrón de equivalente a 0.88 mm, 0.91mm y 0.96 mm, en la Gráfica 21 se ve la variación del tamaño de espesores cada 30 minutos de medición.

Tabla 61: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m³ de fibra de metal (1).
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	15:04:00	0.1	
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPEJOR DE LA FISURA (mm)	F8	15:34:00	0.1	
Con 25kg/m ³ de fibra de metal	F1	12:04:00	0.00	F9	16:04:00	0.15	
	F2	12:34:00	0.00	F10	16:34:00	0.05	
	F3	13:04:00	0.00	F11	17:04:00	0.05	
	F4	13:34:00	0.05	F12	17:34:00	0.1	
	F5	14:04:00	0.05	F13	18:04:00	0.1	
	F6	14:34:00	0.05	F14	18:34:00	0.05	
				F15	19:04:00	0.1	
				F16	19:34:00	0.2	
	PROMEDIO DE ESPEJOR						0.07
	CRR (mm)						0.88

Gráfica 22: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m³ de fibra de metal (1).
Fuente: Elaboración propia

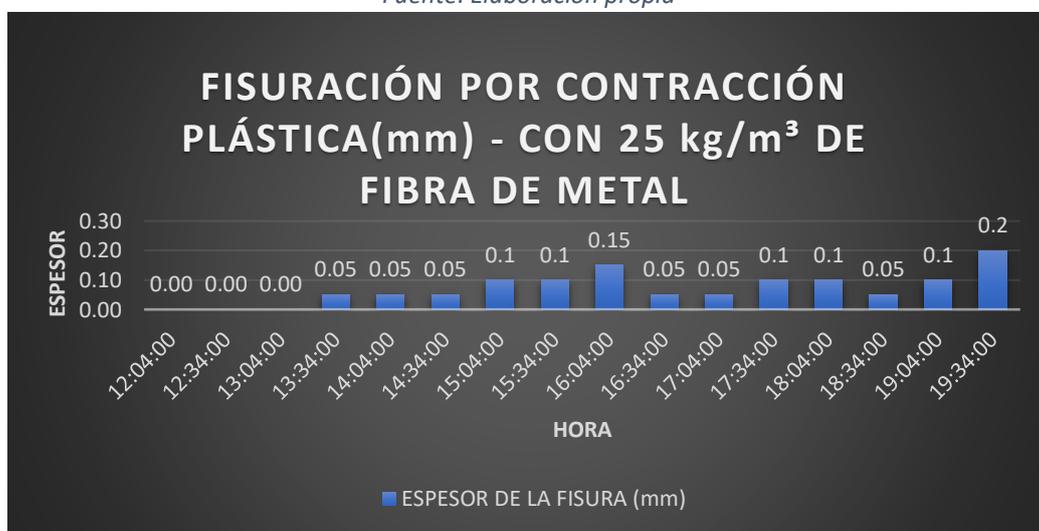


Tabla 62: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m³ de fibra de metal (2).

Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F8	15:30:00	0.05	
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)				
Con 25kg/m ³ de fibra de metal	F1	12:00:00	0.00	F9	16:00:00	0.05	
	F2	12:30:00	0.00	F10	16:30:00	0.05	
	F3	13:00:00	0.00	F11	17:00:00	0.1	
	F4	13:30:00	0.00	F12	17:30:00	0.1	
	F5	14:00:00	0.05	F13	18:00:00	0.1	
	F6	14:30:00	0.05	F14	18:30:00	0.1	
	F7	15:00:00	0.05	F15	19:00:00	0.1	
				F16	19:30:00	0.1	
	PROMEDIO DE ESPESOR						0.06
	CRR (mm)						0.91

Gráfica 23: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m³ de fibra de metal (2).

Fuente: Elaboración propia



Tabla 63: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m³ de fibra de metal (3).

Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	15:00:00	0.00	
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)				
Con 25kg/m ³ de fibra de metal	F1	12:00:00	0.00	F8	15:30:00	0.00	
	F2	12:30:00	0.00	F9	16:00:00	0.00	
	F3	13:00:00	0.00	F10	16:30:00	0.03	
	F4	13:30:00	0.00	F11	17:00:00	0.03	
	F5	14:00:00	0.00	F12	17:30:00	0.05	
	F6	14:30:00	0.00	F13	18:00:00	0.05	
				F14	18:30:00	0.07	
				F15	19:00:00	0.1	
				F16	19:30:00	0.1	
	PROMEDIO DE ESPESOR						0.03
	CRR (mm)						0.96

Gráfica 24: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m³ de fibra de metal (3).
Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 64, Tabla 65 y Tabla 66, se puede observar que durante las primeras 6 horas de realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla con 30 kg/cm³ de fibra de metal se encontraron espesores mínimos de fisuras en toda la cara superior de la losa teniendo un promedio de espesores de 0.06 mm, 0.11 mm y 0.01 mm, con un valor de reducción de grietas (CRR) con respecto al diseño de mezcla patrón de equivalente a 0.905 mm, 0.822 mm y 0.991 mm como se muestra en la Gráfica 25, Gráfica 26 y Gráfica 27 se ve la variación del tamaño de espesores cada 30 minutos de medición.

Tabla 64: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m³ de fibra de metal (1).
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	13:05:00	0.05	
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)				
Con 30kg/m ³ de fibra de metal	F1	10:05:00	0.00	F8	13:35:00	0.05	
	F2	10:35:00	0.00	F9	14:05:00	0.05	
	F3	11:05:00	0.00	F10	14:35:00	0.10	
	F4	11:35:00	0.00	F11	15:05:00	0.10	
	F5	12:05:00	0.05	F12	15:35:00	0.10	
	F6	12:35:00	0.05	F13	16:05:00	0.10	
				F14	16:35:00	0.10	
				F15	17:05:00	0.10	
				F16	17:35:00	0.10	
	PROMEDIO DE ESPESOR						0.06
	CRR (mm)						0.905

Gráfica 25: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m³ de fibra de metal (1).
Fuente: Elaboración propia



Tabla 65: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m³ de fibra de metal (2).
Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			F7	13:05:00	0.10	
	ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)				
Con 30kg/m ³ de fibra de metal	F1	10:05:00	0.00	F8	13:35:00	0.10	
	F2	10:35:00	0.00	F9	14:05:00	0.15	
	F3	11:05:00	0.00	F10	14:35:00	0.15	
	F4	11:35:00	0.05	F11	15:05:00	0.15	
	F5	12:05:00	0.05	F12	15:35:00	0.15	
	F6	12:35:00	0.10	F13	16:05:00	0.20	
				F14	16:35:00	0.20	
				F15	17:05:00	0.20	
				F16	17:35:00	0.20	
	PROMEDIO DE ESPESOR						0.11
	CRR (mm)						0.822

Gráfica 26: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m³ de fibra de metal (2).
Fuente: Elaboración propia



Tabla 66: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m³ de fibra de metal (3).

Fuente: Elaboración propia

Muestra de concreto f'c=280 kg/cm ²	FISURACIÓN (mm)			ID	HORA DE APARICIÓN	ESPESOR DE LA FISURA (mm)
Con 30kg/m ³ de fibra de metal				F7	13:05:00	0.00
				F8	13:35:00	0.00
				F9	14:05:00	0.00
				F10	14:35:00	0.00
				F11	15:05:00	0.00
				F12	15:35:00	0.00
				F13	16:05:00	0.00
				F14	16:35:00	0.00
				F15	17:05:00	0.05
				F16	17:35:00	0.05
				PROMEDIO DE ESPESOR		0.01
				CRR (mm)		0.991

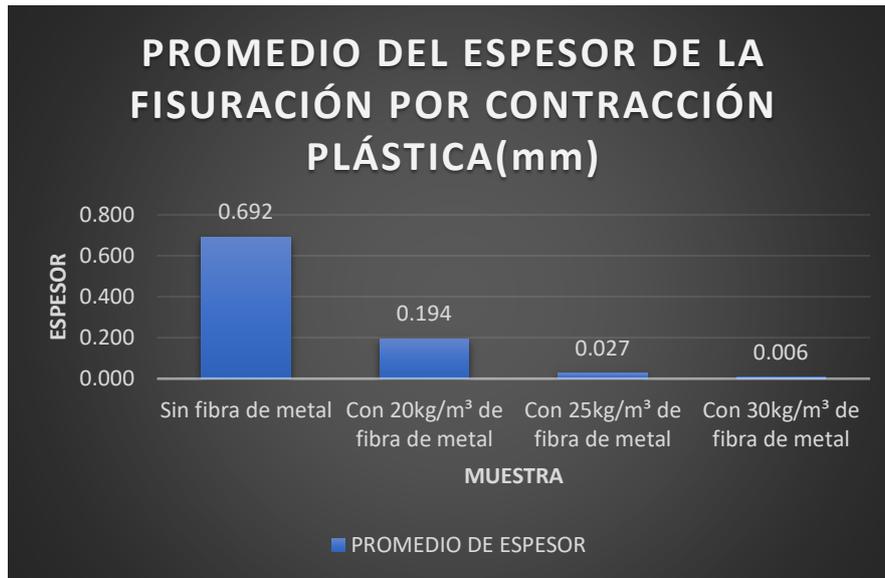
Gráfica 27: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m³ de fibra de metal (3).

Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 28, se puede observar que a mayor cantidad de fibra de metal por metro cúbico el promedio de espesores de las fisuras disminuye en comparación con el concreto de diseño de mezcla patrón, como también en la Grafica 29 se muestra el valor de reducción de grietas tiene una curva ascendente ya que a mayor fibra de metal las fisuras por retracción plástica disminuyen en longitud como en espesor.

Gráfica 28: Promedio general del ensayo.
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 29: Comparación de la relación de reducción de fisuras (CRR).
Fuente: Elaboración propia



❖ RESULTADOS PARA EXPLICAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Comparación del análisis de precios unitarios

En la Tabla 67, se muestra la diferencia de los costos de los diseños realizados en función al diseño patrón.

Tabla 67: Comparación de precios unitarios s/c fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CONCRETO	DOSIFICACIÓN	P.U (S/.)	INCREMENTO (S/.)	INCREMENTO (%)
Concreto patrón f'c=280kg/m ³	-----	S/. 308.67	S/. -	0.00%
Concreto f'c=280 kg/m ³ , con fibra de metal 20kg/m ³ .	20kg/m ³	S/. 443.73	S/. 135.06	43.756%
Concreto f'c=280 kg/m ³ , con fibra de metal 25kg/m ³	25kg/m ³	S/. 478.67	S/. 170.00	55.075%
Concreto f'c=280 kg/m ³ , con fibra de metal 30kg/m ³	30kg/m ³	S/. 512.67	S/. 204.00	66.091%

Con respecto a la Tabla 67, se interpreta que el costo unitario del diseño convencional es de S/. 308.67 el m³ considerándolo como nuestro costo base, el diseño de mezcla con adición de 20 kg/m³ de fibra de metal tiene un costo unitario de S/. 443.73 incrementándose el porcentaje de costo unitario en un 43.756% con respecto al costo base, el diseño de mezcla con adición de 25 kg/m³ de fibra de metal tiene un costo unitario de S/. 478.67 aumentando el porcentaje de costo unitario con respecto al costo base en un 55.075% y el diseño de mezcla con adición de 30 kg/m³ de fibra de metal tiene un costo unitario de S/. 512.67 acentuando el porcentaje de costo con respecto al diseño patrón en un 66.091%. De esto se deduce que a mayor cantidad de fibra de metal en el concreto es más costoso con respecto al diseño de mezcla convencional.

En la Tabla 68, se muestra las diferencias de costos en función al concreto patrón con rehabilitación.

Tabla 68: Comparación de precios unitarios con respecto a la rehabilitación.

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CONCRETO	PRECIO UNITARIO (S/.)	INCREMENTO (S/.)
CONCRETO PATRÓN	S/. 308.67	
REHABILITACIÓN	S/. 295.14	
CONCRETO PATRÓN + REHABILITACIÓN	S/. 603.81	S/. -
CONCRETO FIBROREFORZADO CON 20kg/m ³ DE FIBRA DE METAL WIRAND FF3	S/. 443.73	S/. 160.08

CONCRETO FIBROREFORZADO CON 25kg/m³ DE FIBRA DE METAL WIRAND FF3	S/. 478.67	S/. 125.14
CONCRETO FIBROREFORZADO CON 30kg/m³ DE FIBRA DE METAL WIRAND FF3	S/. 512.67	S/. 91.14

De la Tabla 68, se interpreta que el costo total del colocado del pavimento rígido por m² más la rehabilitación de esta misma después de haber cumplido su vida útil será de S/. 603.81, siendo mayor la inversión a comparación de los concretos fibro-reforzado en estudio con incrementos de S/. 160.08, S/. 125.14 y S/. 91.14 respectivamente.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis se realizará por la prueba de normalidad, lo cual se determina en base al valor de sig, si dicho valor es menor a 0.05 las probetas, vigas y paneles ensayadas por resistencia a la compresión, flexión y medición de espesores respectivamente no señalan una distribución normal, lo cual indica que la prueba para probar la hipótesis debe concretarse con una prueba no paramétrica.

En el caso que en la prueba de normalidad se determina que el valor de sig es mayor 0.05 en las probetas, vigas y paneles por resistencia a la compresión, flexión y medición de espesores de fisura señalan una distribución normal lo cual indica que la prueba para probar la hipótesis debe concretarse con una prueba paramétrica.

La prueba de hipótesis plantea dos hipótesis donde se tiene que eliminar una de basándonos al análisis estadístico de las variables analizadas.

Si:

Sig < 0.05 , se rechaza la hipótesis Nula (H₀)

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N° 1.a

Hipótesis nula (H₀): Las variables no se encuentran asociadas, es decir la variable independiente fibra metálica no tiene influencia en la variable dependiente resistencia a la compresión.

Hipótesis alterna (H1): Las variables se encuentran asociadas, es decir la variable independiente tiene influencia en la variable dependiente resistencia a la comprensión.

- **ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS PATRÓN Y CON DOSIFICACIONES DE 20, 25 Y 30 Kg/m³.** (Ver Tabla 69, Tabla 70, Gráfica 30, Gráfica 31, Gráfica 32, Gráfica 33, Gráfica 34, Gráfica 35, Gráfica 36, Gráfica 37, Gráfica 38, Gráfica 39, Gráfica 40, Gráfica 41)

Tabla 69: Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a la comprensión

Descriptivos			
		Estadístico	Error típ.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRON	Media	301.7500	.90558
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	299.7568
		Límite superior	303.7432
	Media recortada al 5%	301.7222	
	Mediana	302.0000	
	Varianza	9.841	
	Desv. típ.	3.13702	
	Mínimo	297.00	
	Máximo	307.00	
	Rango	10.00	
	Amplitud intercuartil	5.25	
	Asimetría	.235	.637
	Curtosis	-.807	1.232
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Media	308.0000
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	305.6073
		Límite superior	310.3927
Media recortada al 5%		307.8889	
Mediana		307.0000	
Varianza		14.182	
Desv. típ.		3.76588	
Mínimo		303.00	
Máximo		315.00	
Rango		12.00	

	Amplitud intercuartil		5.50		
	Asimetría		.748	.637	
	Curtosis		-.367	1.232	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Media		316.8333	1.24823	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	314.0860		
		Límite superior	319.5807		
	Media recortada al 5%		316.8148		
	Mediana		317.0000		
	Varianza		18.697		
	Desv. típ.		4.32400		
	Mínimo		310.00		
	Máximo		324.00		
	Rango		14.00		
	Amplitud intercuartil		7.00		
	Asimetría		-.107	.637	
	Curtosis		-.702	1.232	
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Media		325.4167	.97280
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	323.2755	
		Límite superior	327.5578		
Media recortada al 5%			325.4074		
Mediana			325.0000		
Varianza			11.356		
Desv. típ.			3.36988		
Mínimo			320.00		
Máximo			331.00		
Rango			11.00		
Amplitud intercuartil			4.75		
Asimetría			.114	.637	
Curtosis			-.629	1.232	

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Tabla 70: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad por Shapiro -Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	.135	12	.200*	.962	12	.809

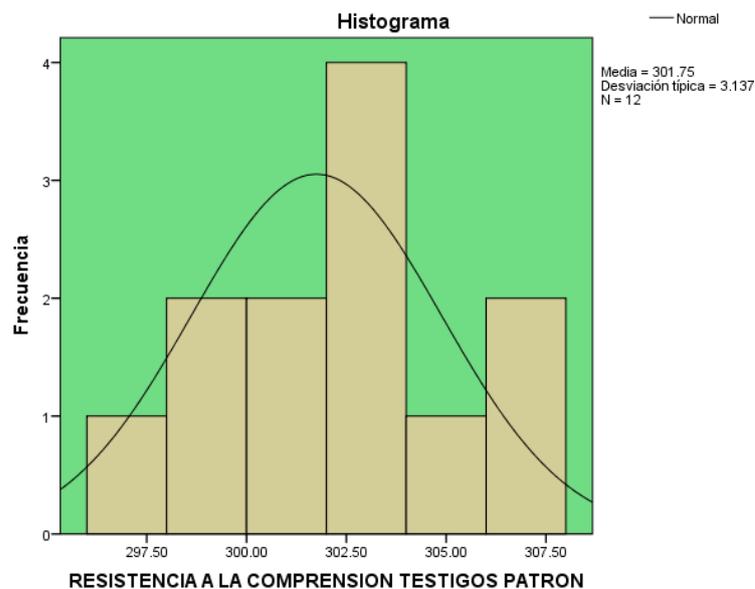
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	.202	12	.188	.914	12	.242
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	.118	12	.200*	.968	12	.891
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	.133	12	.200*	.970	12	.911

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

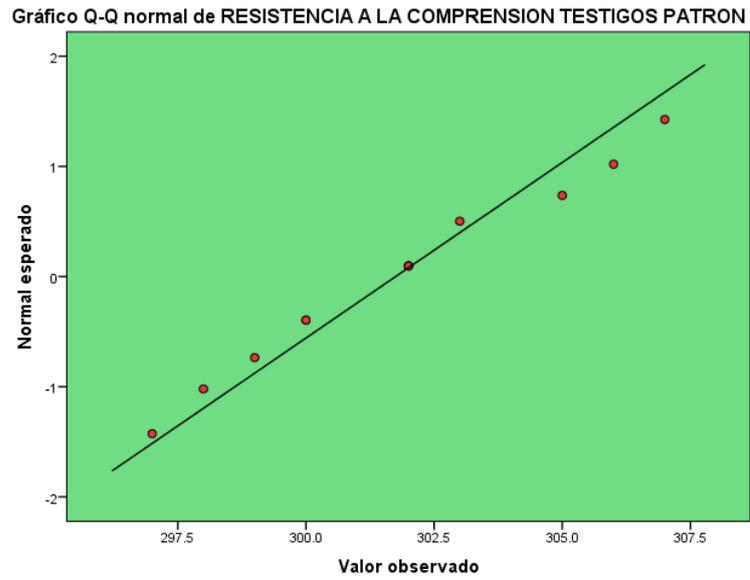
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 30: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto patrón



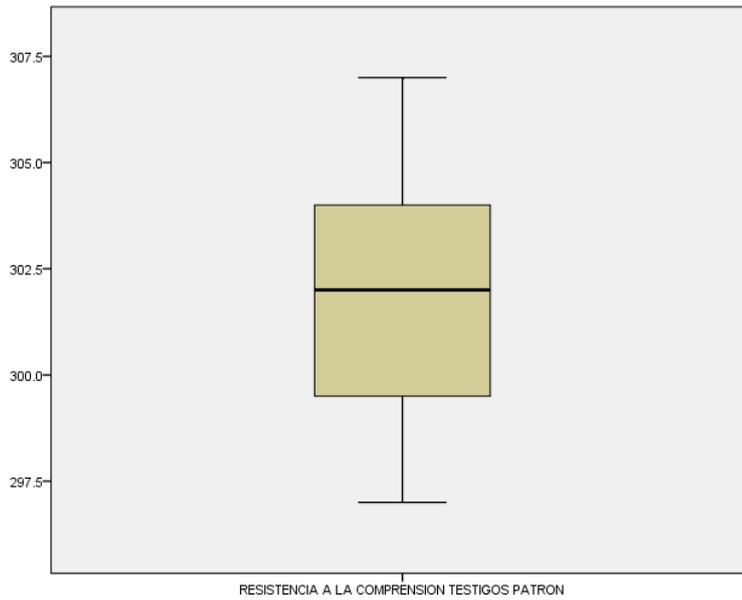
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 31: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo patrón



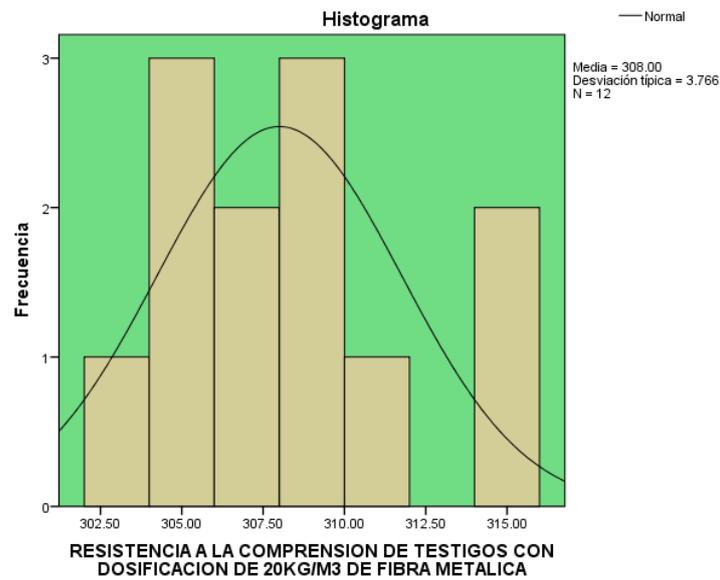
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 32: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo patrón



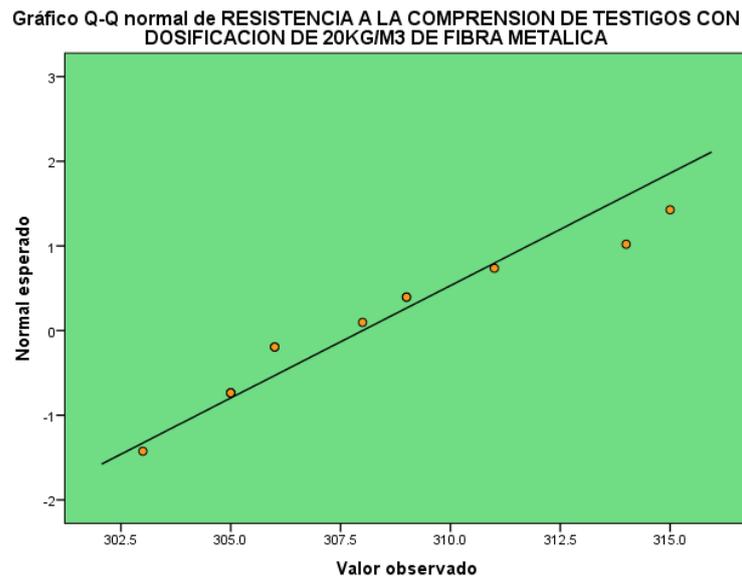
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 33: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal



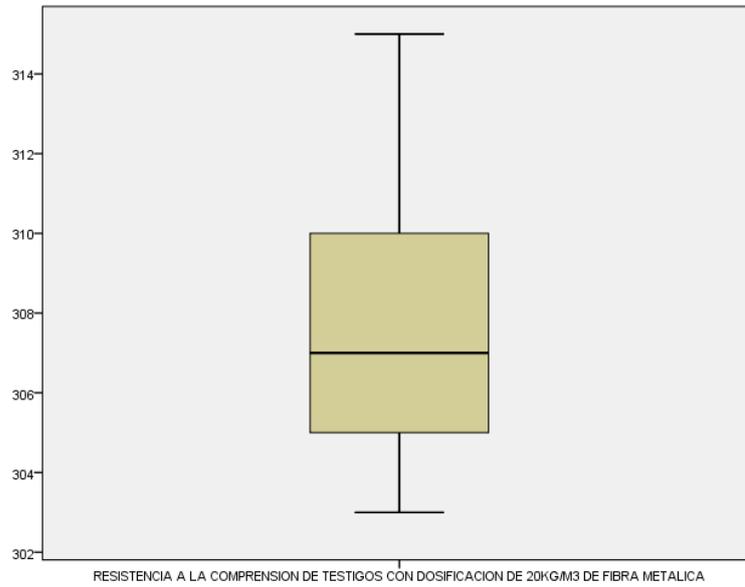
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 34: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal.



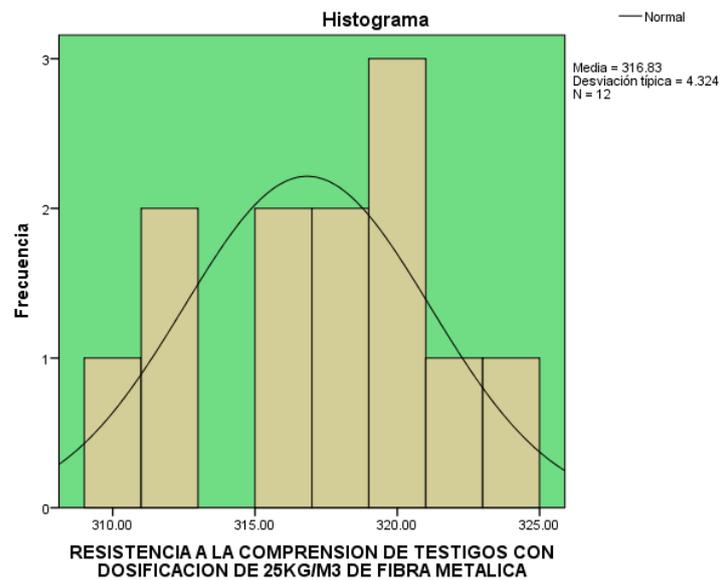
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 35: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal.



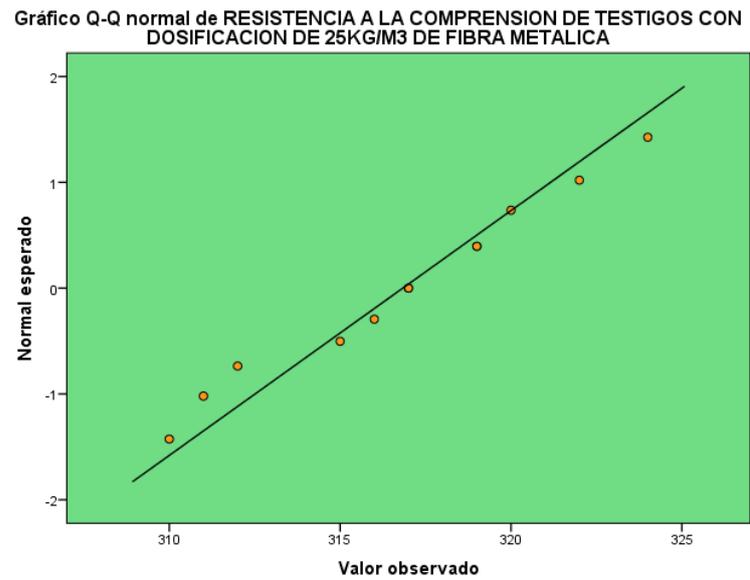
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 36: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m³ de fibra de metal



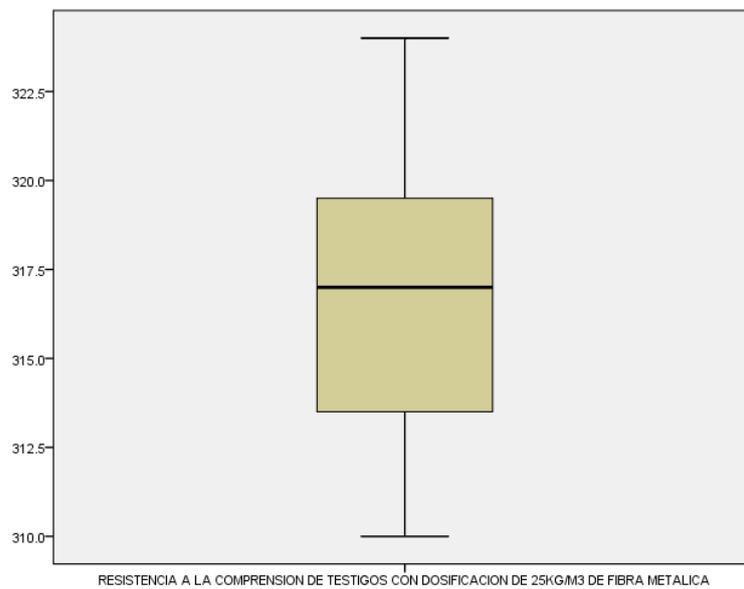
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 37: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



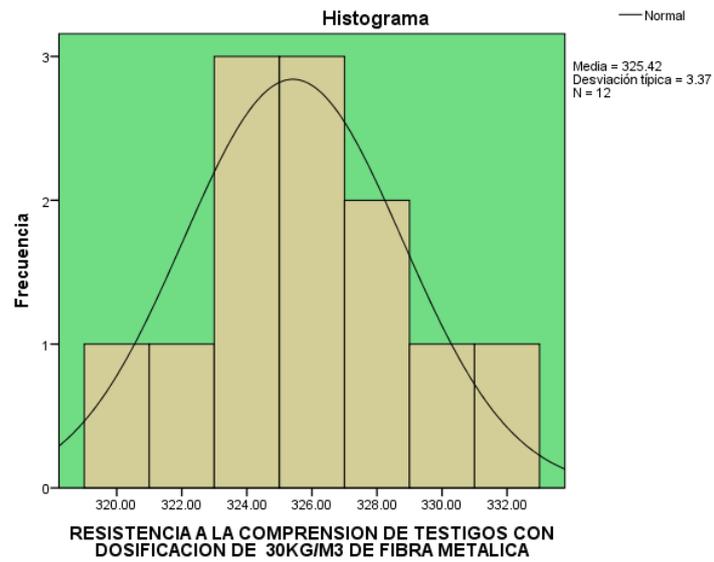
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 38: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



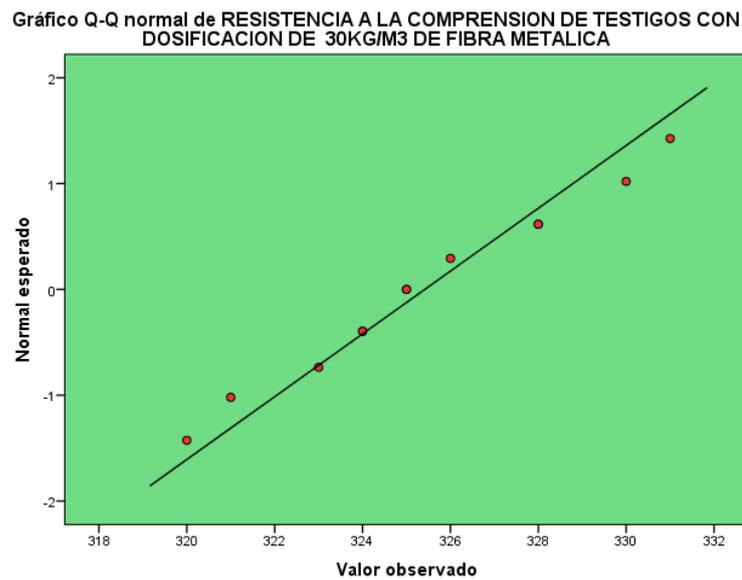
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 39: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal



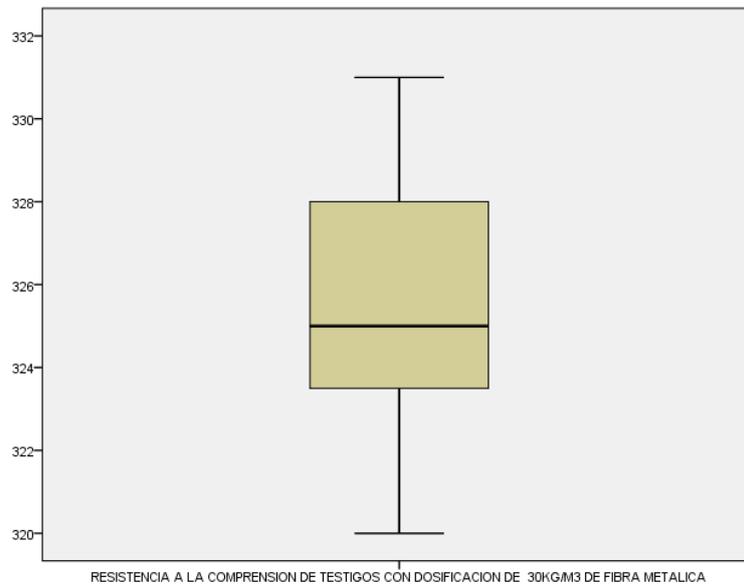
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 40: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 41: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICA- ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H₀, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica 20 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la compresión, lo que se observa en la Tabla 71.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.708 indica que existe una correlación fuerte directamente con la resistencia a la compresión y la dosis de fibra metálica.

Tabla 71: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m³ - Pearson

Correlaciones		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.708**

	Sig. (bilateral)		.010
	N	12	12
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Correlación de Pearson	.708**	1
	Sig. (bilateral)	.010	
	N	12	12

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

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica de 25 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la compresión, lo que se observa en la Tabla 72.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.727 indica que existe una correlación fuerte directamente con la resistencia a la compresión y la dosis de fibra metálica.

Tabla 72: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.727**
	Sig. (bilateral)		.007
	N	12	12
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Correlación de Pearson	.727**	1
	Sig. (bilateral)	.007	
	N	12	12

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

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica de 30 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la compresión, lo que se observa en la Tabla 73.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.748 indica que existe una correlación fuerte directamente con la resistencia a la compresión y la dosis de fibra metálica.

Tabla 73: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.748**
	Sig. (bilateral)		.004
	N	12	12
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Correlación de Pearson	.748**	1
	Sig. (bilateral)	.004	
	N	12	12

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N° 1.b

Hipótesis nula (H0): Las variables no se encuentran relacionadas, lo que indica que la variable independiente fibra metálica no influye en la variable dependiente resistencia a flexión.

Hipótesis alterna (H1): Las variables se encuentran relacionadas, lo que indica que la variable independiente tiene influencia en la variable dependiente resistencia a flexión.

- **ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LOS TESTIGOS PATRÓN Y CON DOSIFICACIONES DE 20, 25 Y 30 Kg/m³.**
(Ver Tabla 74, Tabla 75, Gráfica 42, Gráfica 43, Gráfica 44, Gráfica 45, Gráfica 46, Gráfica 47, Gráfica 48, Gráfica 49, Gráfica 50, Gráfica 51, Gráfica 52, Gráfica 53)

Tabla 74: Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a flexión

Descriptivos				
		Estadístico	Error típ.	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN TESTIGOS PATRÓN	Media	39.7778	1.02439	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	37.4155	
		Límite superior	42.1400	
	Media recortada al 5%	39.7531		
	Mediana	40.0000		
	Varianza	9.444		
	Desv. típ.	3.07318		
	Mínimo	35.00		
	Máximo	45.00		
	Rango	10.00		
	Amplitud intercuartil	4.50		
Asimetría	-0.064	.717		
Curtosis	-0.045	1.400		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Media	42.6667	1.08012	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	40.1759	
		Límite superior	45.1574	
	Media recortada al 5%	42.7407		

Mediana		44.0000	
Varianza		10.500	
Desv. típ.		3.24037	
Mínimo		38.00	
Máximo		46.00	
Rango		8.00	
Amplitud intercuartil		6.50	
Asimetría		-.466	.717
Curtosis		-1.789	1.400
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA			
Media		35.3333	.44096
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	34.3165	
	Límite superior	36.3502	
Media recortada al 5%		35.3704	
Mediana		35.0000	
Varianza		1.750	
Desv. típ.		1.32288	
Mínimo		33.00	
Máximo		37.00	
Rango		4.00	
Amplitud intercuartil		2.00	
Asimetría		-.370	.717
Curtosis		-.315	1.400
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA			
Media		38.2222	.52116
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	37.0204	
	Límite superior	39.4240	
Media recortada al 5%		38.1914	
Mediana		38.0000	
Varianza		2.444	
Desv. típ.		1.56347	
Mínimo		36.00	
Máximo		41.00	
Rango		5.00	
Amplitud intercuartil		2.50	
Asimetría		.541	.717
Curtosis		-.145	1.400

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Tabla 75: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk flexión

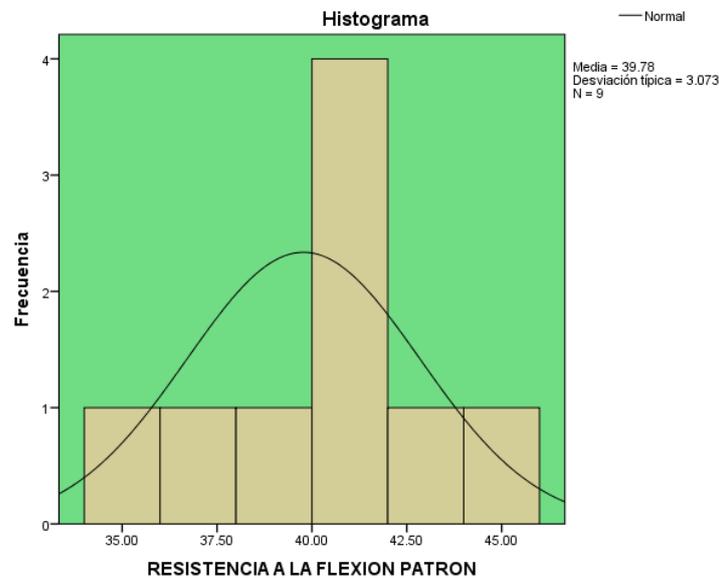
	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	.195	9	.200*	.961	9	.811
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 20 KG/M3	.215	9	.200*	.851	9	.076
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 25 KG/M3	.178	9	.200*	.936	9	.545
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 30 KG/M3	.223	9	.200*	.951	9	.701

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

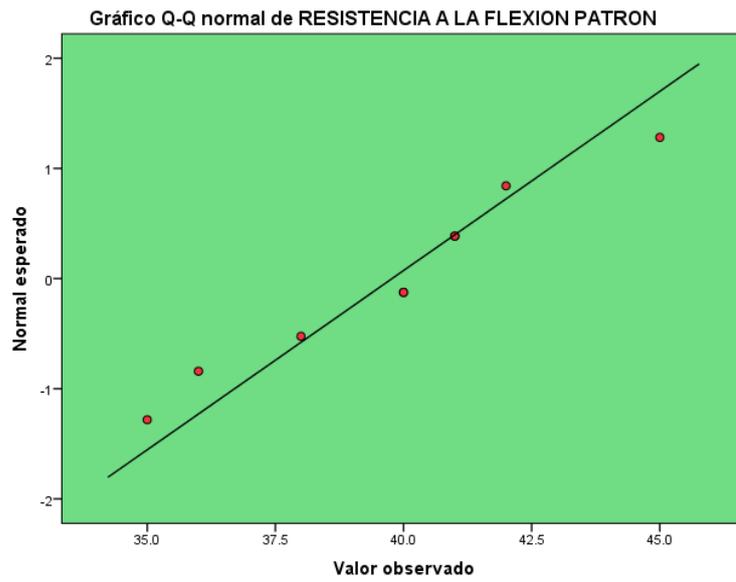
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 42: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto patrón



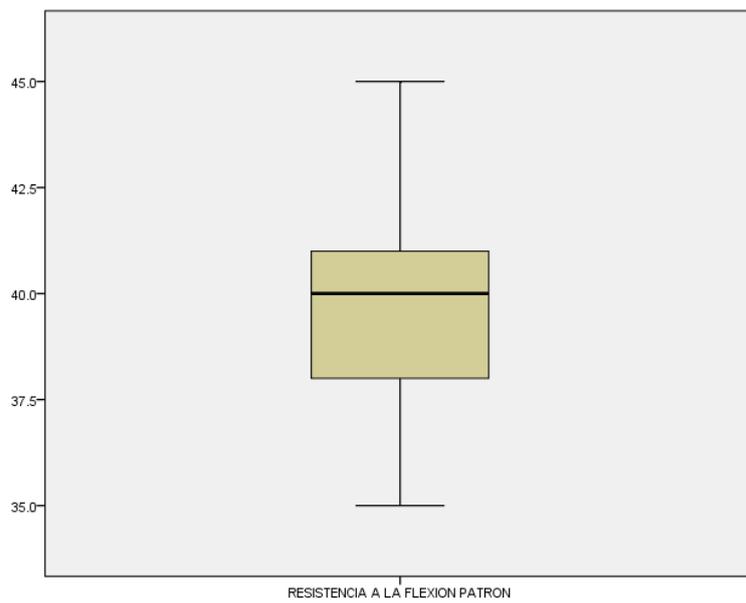
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 43: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo patrón



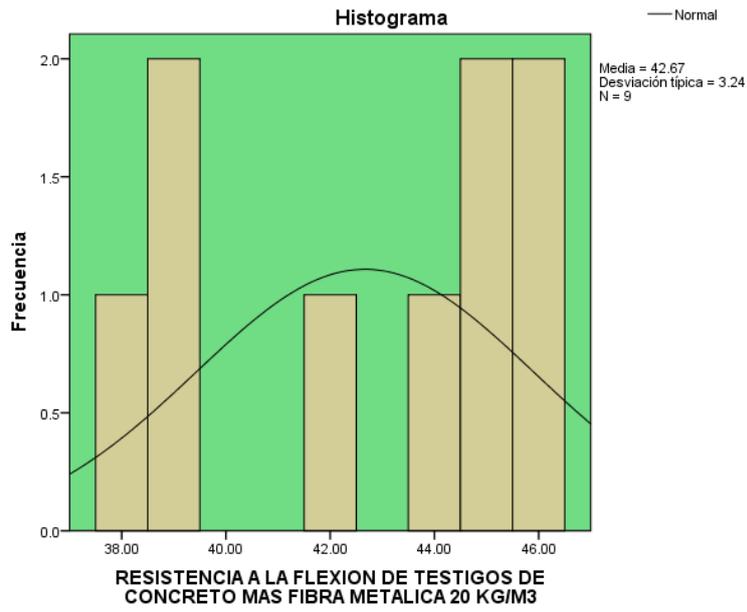
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 44: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo patrón



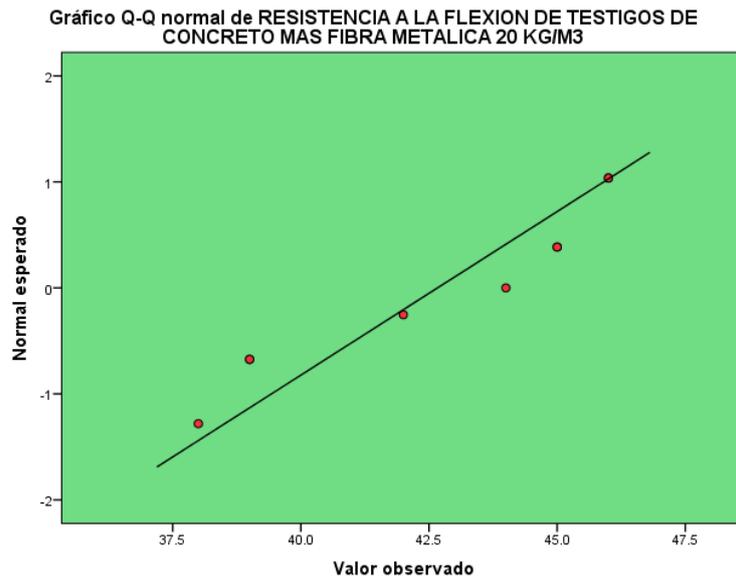
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 45: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal



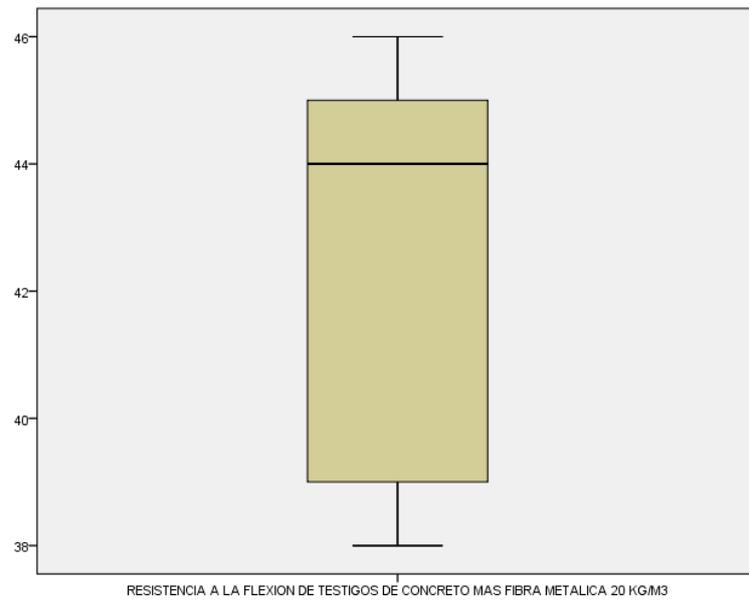
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 46: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal.



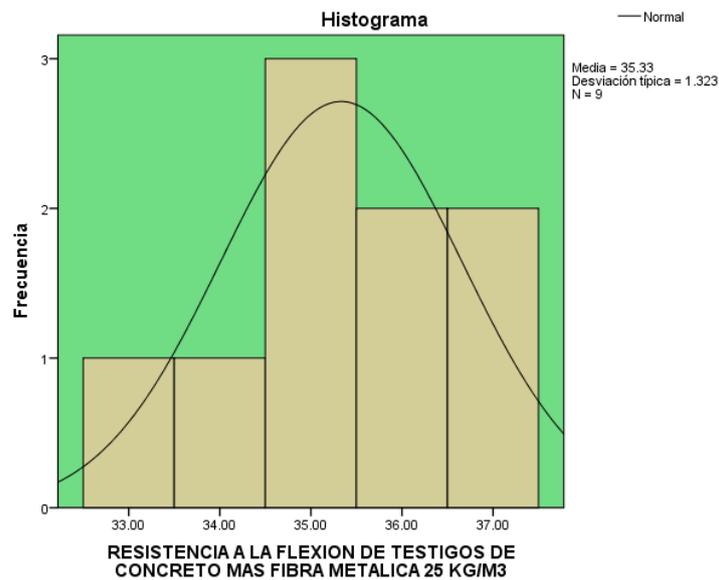
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 47: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal.



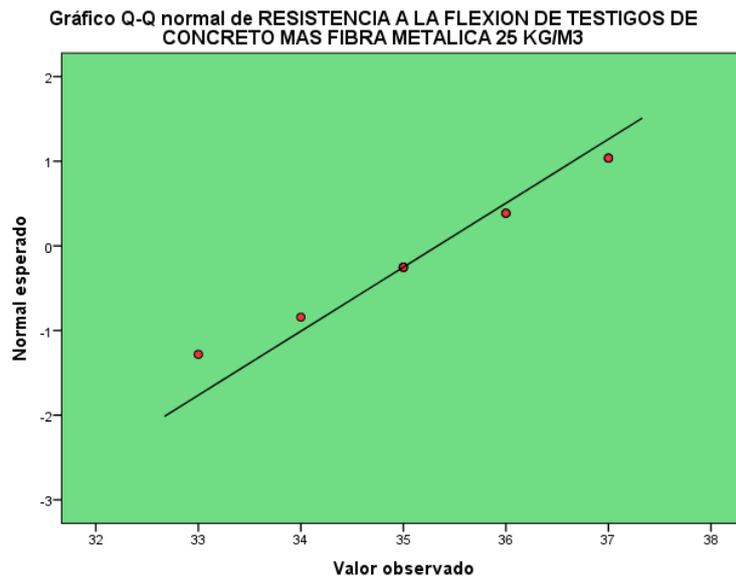
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 48: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m³ de fibra de metal



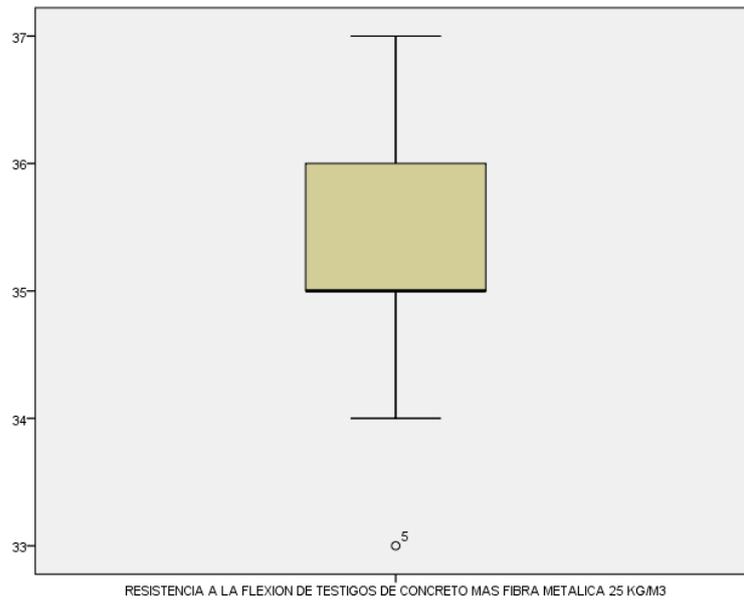
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 49: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



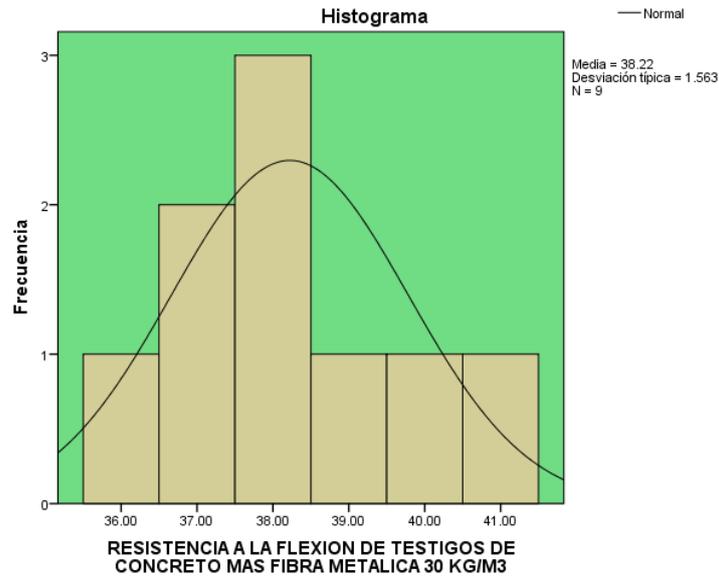
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 50: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



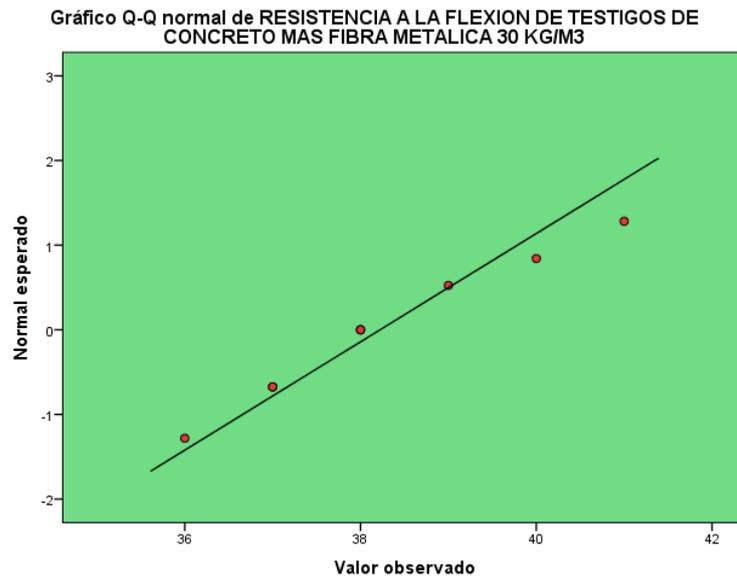
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 51: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal



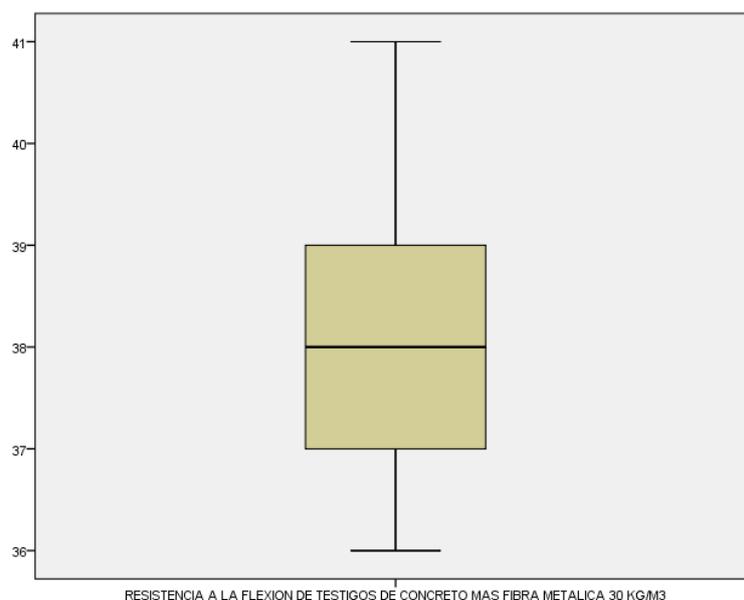
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 52: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 53: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICA-ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H₀, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica de 20 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la flexión. Ver Tabla 76

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.619 indica que existe una correlación fuerte lo que indica que la relación es directamente proporcional con la resistencia a la flexión y la dosificación de fibra metálica.

Tabla 76: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 20 KG/M3
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.619
	Sig. (bilateral)		.006
	N	9	9
	Correlación de Pearson	.619	1

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 20 KG/M3	Sig. (bilateral)	.006	
	N	9	9

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, seguido a esto existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 25 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la flexión. Ver Tabla 77.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.558 indica que existe una correlación media lo que indica que la relación es directamente proporcional con la resistencia a la flexión y la dosificación de fibra metálica.

Tabla 77: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 25 KG/M3
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.558
	Sig. (bilateral)		.017
	N	9	9
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 25 KG/M3	Correlación de Pearson	.558	1
	Sig. (bilateral)	.017	
	N	9	9

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, rechazamos la hipótesis nula H0, por lo tanto, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 30 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la flexión. Ver Tabla 78

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.584 indica que existe una correlación media el cual indica que existe una correlación directamente proporcional con la resistencia a la flexión y la dosificación de fibra metálica

Tabla 78: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 30 KG/M3
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.584
	Sig. (bilateral)		.012
	N	9	9
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 30 KG/M3	Correlación de Pearson	.584	1
	Sig. (bilateral)	.012	
	N	9	9

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N°2

Hipótesis nula (H0): Las variables no se encuentran enlazadas, es decir la variable independiente fibra metálica no tiene influencia en la variable dependiente fisuración.

Hipótesis alterna (H1): Las variables se encuentran asociadas, es decir la variable independiente tiene influencia en la variable dependiente fisuración.

- **ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS DE LOS TESTIGOS PATRÓN Y CON DOSIFICACIONES DE 20, 25 Y 30 Kg/m³.** (Ver Tabla 79, Tabla 80, Gráfica 54, Gráfica 55, Gráfica 56, Gráfica 57, Gráfica 58, Gráfica 59, Gráfica 60, Gráfica 61, Gráfica 62, Gráfica 63, Gráfica 64, Gráfica 65)

Tabla 79: Estadísticos descriptivos - Análisis de Relación de Reducción de fisuras (CRR)

		Descriptivos			
			Estadístico	Error típ.	
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	Media		.3667	.04333	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.1802		
		Límite superior	.5531		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		.3700		
	Varianza		.006		
	Desv. típ.		.07506		
	Mínimo		.29		
	Máximo		.44		
	Rango		.15		
	Amplitud intercuartil		.		
	Asimetría		-.199	1.225	
	Curtosis		.	.	
	RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Media		.7733	.04372
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.5852	
Límite superior			.9614		
Media recortada al 5%			.		
Mediana			.7400		
Varianza			.006		
Desv. típ.			.07572		
Mínimo			.72		
Máximo			.86		
Rango			.14		
Amplitud intercuartil			.		
Asimetría			1.597	1.225	
Curtosis			.	.	
RELACION DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA		Media		.9167	.02333
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.8163	
	Límite superior		1.0171		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		.9100		
	Varianza		.002		

	Desv. típ.		.04041
	Mínimo		.88
	Máximo		.96
	Rango		.08
	Amplitud intercuartil		.
	Asimetría		.722 1.225
	Curtosis		.
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Media		.9067 .04631
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.7074
		Límite superior	1.1059
	Media recortada al 5%		.
	Mediana		.9000
	Varianza		.006
	Desv. típ.		.08021
	Mínimo		.83
	Máximo		.99
	Rango		.16
	Amplitud intercuartil		.
	Asimetría		.371 1.225
	Curtosis		.

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Tabla 80: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk fisuración

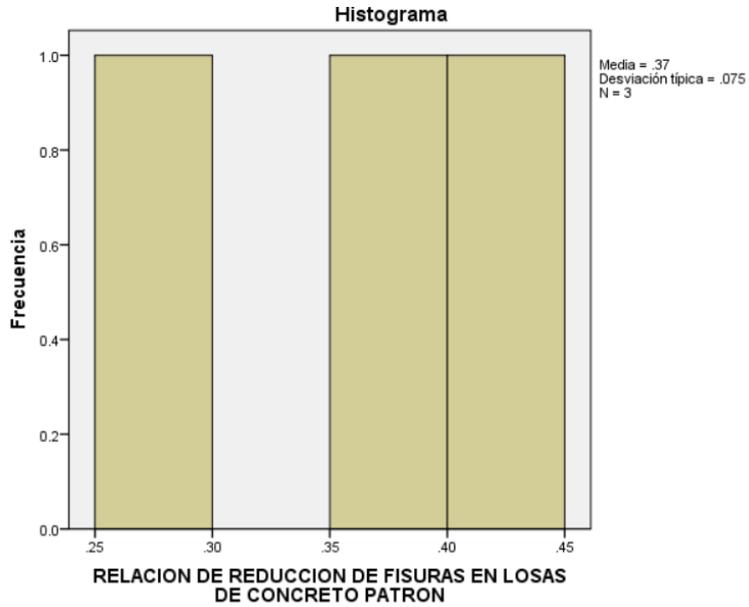
	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	.184	3	.	.999	3	.927
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	.337	3	.	.855	3	.253
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	.232	3	.	.980	3	.726
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE	.200	3	.	.995	3	.862

**CONCRETO DOSIFICADOS CON
30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA**

a. Corrección de la significación de Lilliefors

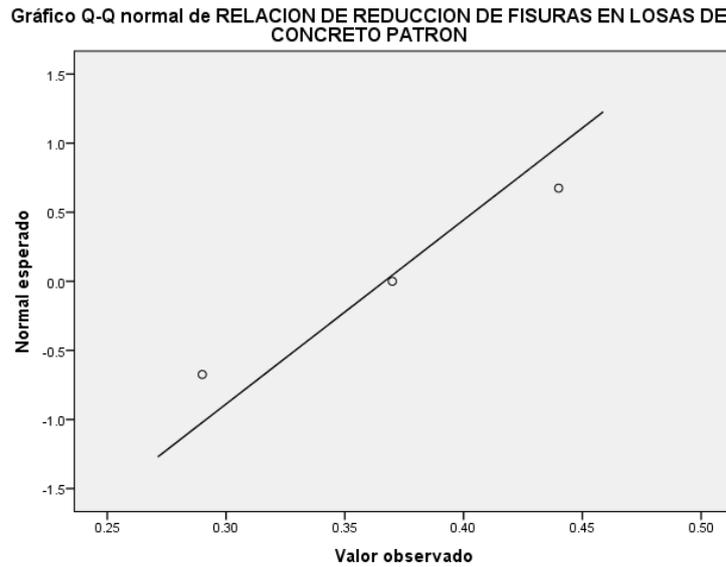
Fuente: *Elaboración propia SPSS versión 21*

Gráfica 54: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto patrón



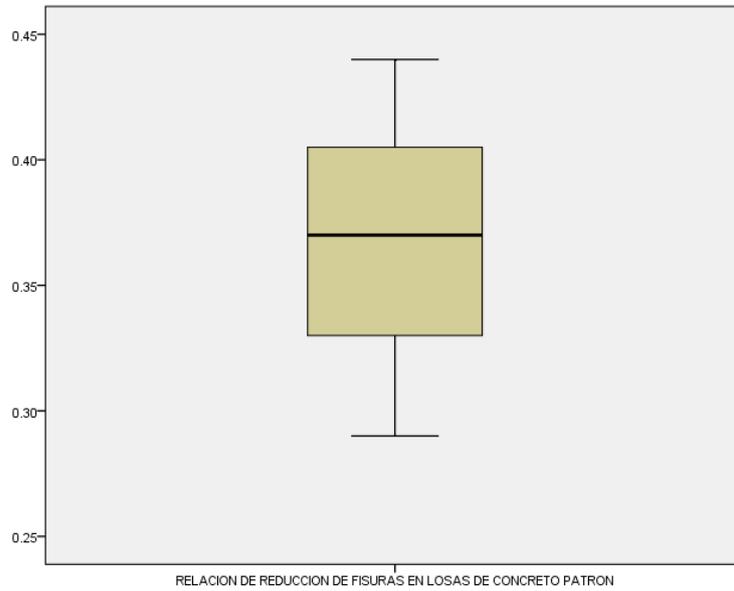
Fuente: *Elaboración propia SPSS versión 21*

Gráfica 55: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo patrón



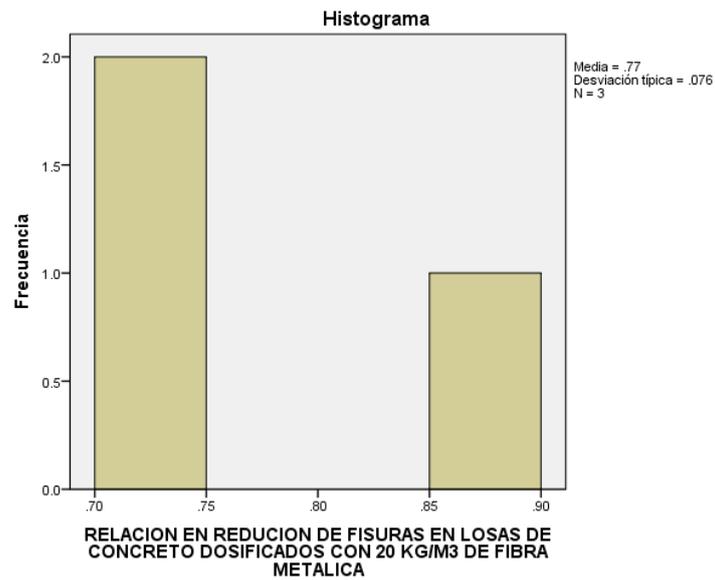
Fuente: *Elaboración propia SPSS versión 21*

Gráfica 56: Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo patrón



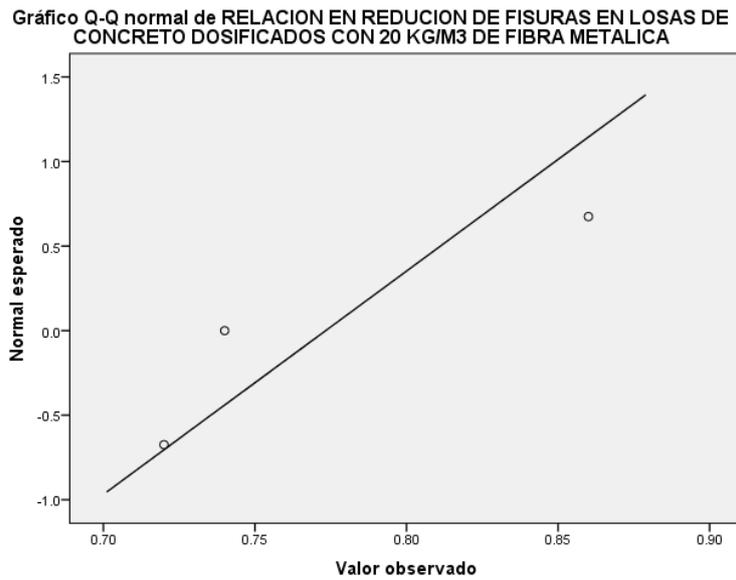
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 57: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m³ de fibra de metal



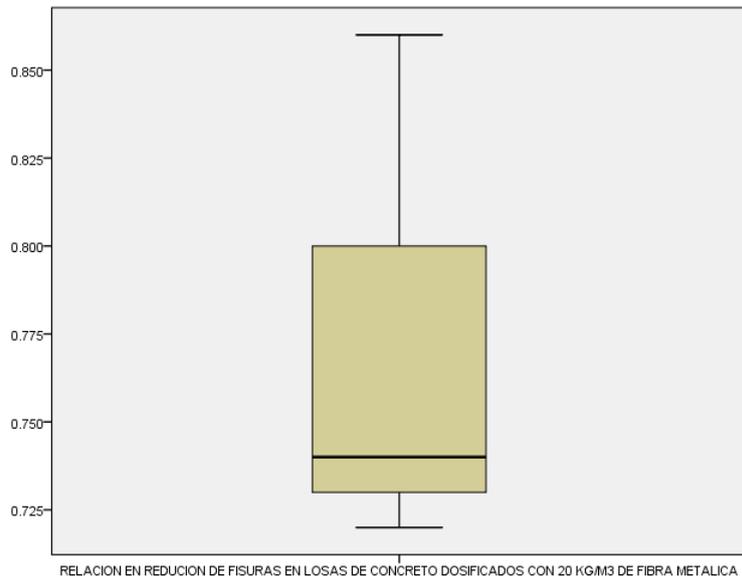
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 58: Gráfica Q-Q normal de resistencia para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m3 de fibra de metal.



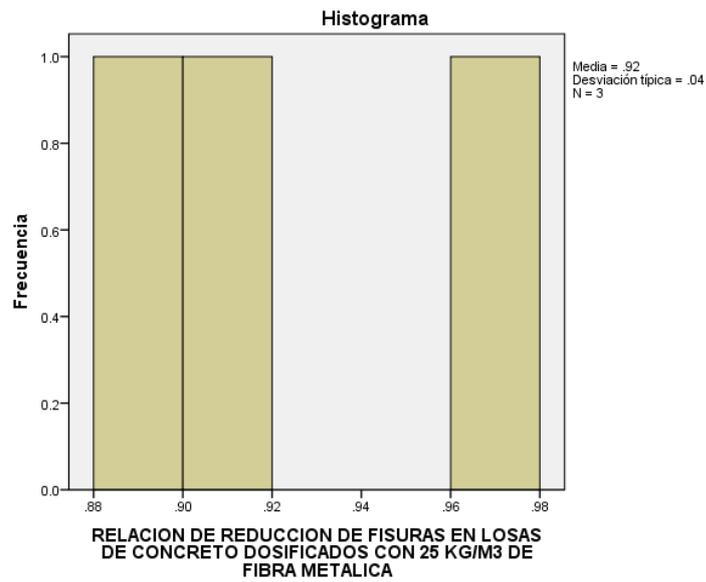
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 59: Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m3 de fibra de metal.



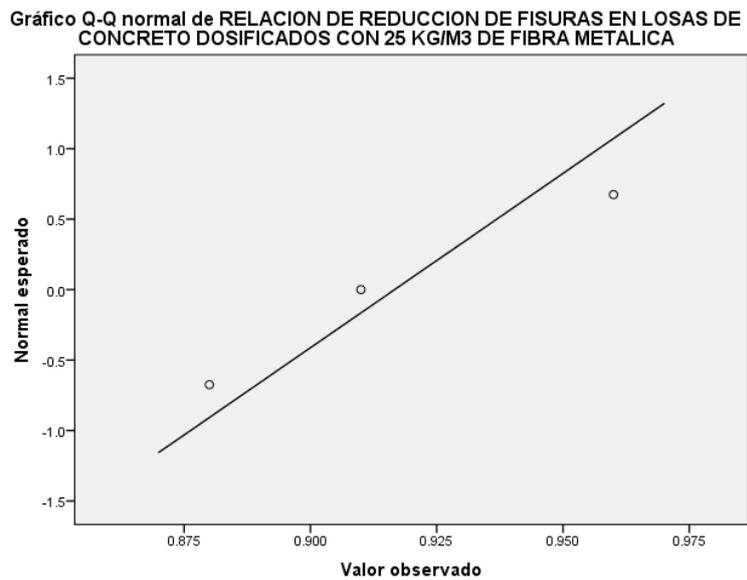
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 60: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m³ de fibra de metal



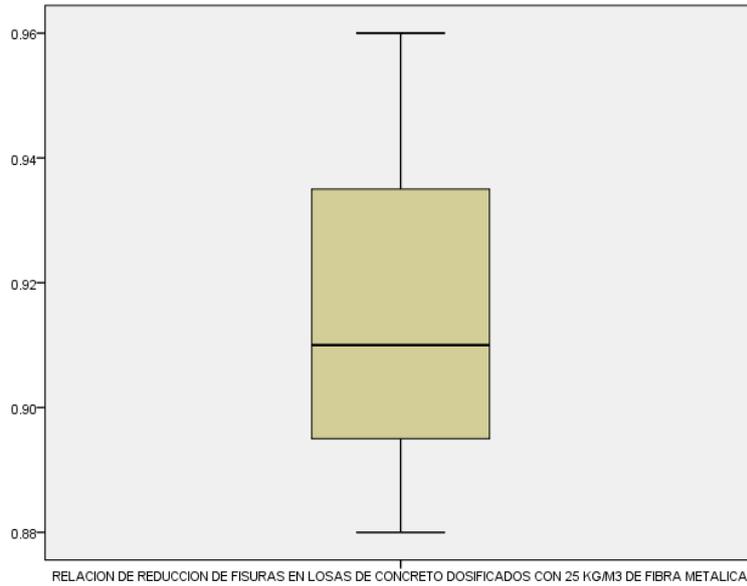
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 61: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m³ de fibra de metal.



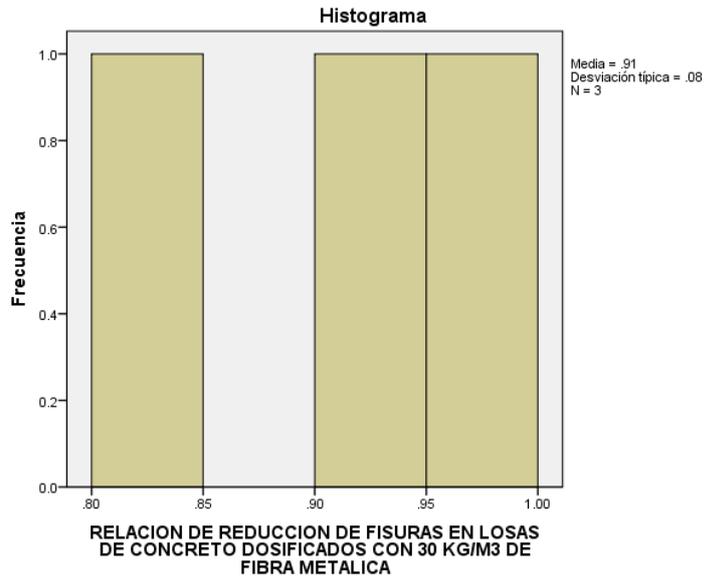
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 62: Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m³ de fibra de metal.



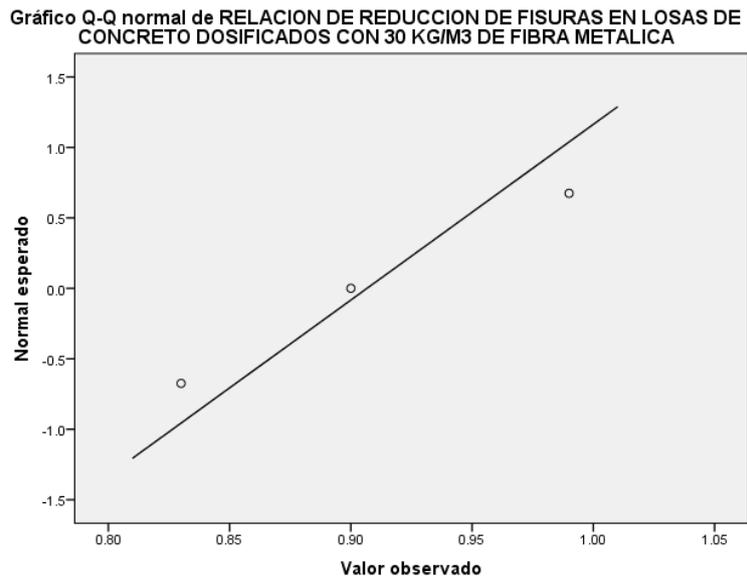
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 63: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal



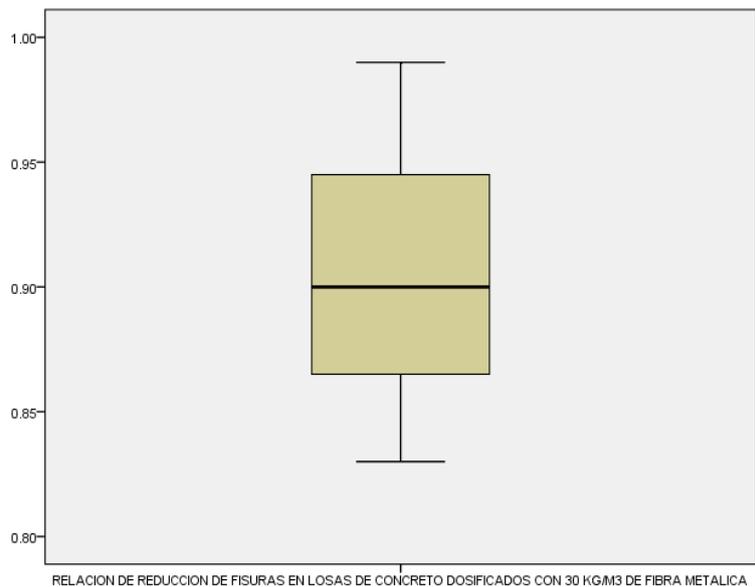
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 64: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras testigo con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 65: Diagrama de caja para la variable de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 30kg/m³ de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICA-ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H₀, entonces, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 20 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la relación de reducción de fisuras. Ver Tabla 81

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.750 indica que existe una correlación media lo que indica que la relación es directamente proporcional con la relación de reducción de fisuras y la dosificación de fibra metálica.

Tabla 81: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.750
	Sig. (bilateral)		.0315
	N	3	3
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Correlación de Pearson	.750	1
	Sig. (bilateral)	.0315	
	N	3	3

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, entonces, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 25 Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la relación de reducción de fisuras. Ver Tabla 82

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.875 indica que existe una correlación media lo que indica que la relación es directamente proporcional con la relación de reducción de fisuras y la dosificación de fibra metálica.

Tabla 82: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA

RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.875
	Sig. (bilateral)		.0285
	N	3	3
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Correlación de Pearson	.875	1
	Sig. (bilateral)	.0285	
	N	3	3

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, entonces, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 30Kg/m³ en el concreto está relacionado significativamente con la relación de reducción de fisuras. Ver Tabla 83

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.999 indica que existe una correlación fuerte, donde la relación es directamente proporcional con la relación de reducción de fisuras y la dosificación de fibra metálica.

Tabla 83: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m³ - Pearson

Correlaciones			
		RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN	Correlación de Pearson	1	.999*
	Sig. (bilateral)		.021
	N	3	3
RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA	Correlación de Pearson	.999*	1
	Sig. (bilateral)	.021	
	N	3	3

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N°3

Hipótesis nula (H₀): La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibroreforzado es mínima.

Hipótesis alterna (H₁): La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibroreforzado es mayor.

La hipótesis nula H₀ es rechazada, lo cual se evidencia en base a la comparación de precios, donde se observa el incremento de costo como se observa en la Tabla 84.

Tabla 84: Comparación de precios unitarios

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CONCRETO	DOSIFICACIÓN	P.U (S/.)	INCREMENTO (S/.)	INCREMENTO (%)
Concreto patrón f'c=280kg/m ³	-----	S/. 308.67	S/. -	0.00%
Concreto f'c=280 kg/m ³ , con fibra de metal 20kg/m ³ .	20kg/m ³	S/. 443.73	S/. 135.06	43.756%
Concreto f'c=280 kg/m ³ , con fibra de metal 25kg/m ³	25kg/m ³	S/. 478.67	S/. 170.00	55.075%
Concreto f'c=280 kg/m ³ , con fibra de metal 30kg/m ³	30kg/m ³	S/. 512.67	S/. 204.00	66.091%

4.3.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.3.1. DISCUSIÓN 1

Según los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en laboratorio para el presente trabajo de investigación, para el ensayo de resistencia a compresión se logró obtener una resistencia promedio de 301.75kg/cm², 308.00kg/cm², 316.83kg/cm² y 325.42kg/cm² para una edad de madurez de 28 días, considerando el diseño patrón y diseños adicionando 20kg, 25kg y 30kg de fibra de metal WIRAND FF3 por metro cúbico respectivamente, cuyo objetivo fue alcanzar 280kg/cm². En cuanto al valor de módulo de rotura se logró alcanzar 39.75kg/cm², 42.47kg/cm², 36.55kg/cm² y 38.28kg/cm², con las mismas dosificaciones de fibra de metal WIRAND FF3 anteriormente mencionadas

observando en ambos comportamientos una tendencia de incremento en función a mayor dosificación.

En la investigación realizada por Corcino⁽³⁾, en su tesis titulada “ESTUDIO COMPARATIVO DE CONCRETO SIMPLE REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO DRAMIX Y WIRAND, EMPLEANDO CEMENTO ANDINO TIPO V”, para ser titulado como ingeniero civil en la Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú, se planteó una resistencia de diseño de 280kg/cm², de donde los resultados a compresión alcanzaron a 386.4kg/cm², 399.8kg/cm², 424.3kg/cm², 382.2kg/cm² con un diseño patrón, diseños con dosificaciones de 20kg, 25kg y 35kg por metro cúbico de concreto a los 28 días respectivamente. Y en cuanto a la resistencia a flexión, los módulos de roturas obtenidos a los 28 días fueron de 54.9kg/cm², 54.9kg/cm², 52.8kg/cm² y 54.9kg/cm², en el diseño patrón y diseños con dosificaciones de 20kg, 25kg y 35kg de fibra WIRAND FF1 por metro cúbico.

Es así que el presente trabajo de investigación logra afirmar los resultados de Corcino (2007) en relación a la adición de fibra de metal, considerando un mínimo de 20kg/m³, ya que después al ser sometida a los ensayos mecánicos se obtienen similitud en resultados, con variaciones mínimas de aproximadamente de 80 a 90kg/cm², las cuales se deben a diferentes factores como pueden ser el tipo de fibra de metal, tipo de cemento y diversas condiciones que pueden alterar los resultados obtenidos en ambos casos.

4.3.2. DISCUSIÓN 2

Durante la ejecución de la investigación se llegó a obtener los promedios de espesores de la fisuración por contracción plástica, los cuales son de 0.692mm, 0.194mm, 0.027mm y 0.006mm para la dosificación de diseño patrón, diseño con 20 Kg/m³, 25Kg/m³ y 30 Kg/m³ de fibra de metal, y a su vez obteniendo la relación de reducción de fisuras (CRR) de 38%, 86%, 88% y 90% aproximadamente para las dosificaciones ya mencionadas, lo cual nos indica generalmente el impacto positivo que genera el uso de la fibra de metal WIRAND FF3 en las fisuras por contracción plástica.

En la investigación por Carbajal y Portocarrero⁽⁸⁾, en su tesis titulada “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FISURACIÓN DEL CONCRETO POR RETRACCIÓN PLASTICA CON ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE VS. FIBRAS DE POLIPROPILENO”, para optar el título de Ing. Civil en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, se concluye que la fibra de

propileno ayuda a reducir las fisuras por retracción plástica en el concreto mostrando una reducción hasta 90% utilizando una dosificación de 400 gr/m³ de polipropileno PER-FIBER MIX dando como resultado un ancho en las fisuras de hasta 0 mm en los ensayos y al adicionar un incorporador de aire en la mezcla también se obtuvieron resultados favorables ya que disminuye las fisuras en un 75% para una dosificación de 0.10% de aire incorporado.

Entonces, se puede afirmar de ambas investigaciones que, a mayor cantidad de fibra de metal o fibra de polipropileno, como es el caso del presente trabajo de investigación y el antecedente respectivamente, disminuirán las fisuras por contracción plástica en el concreto, en cuanto a cantidad y a espesores, generando así un impacto positivo en la problemática de los pavimentos rígidos de la ciudad de Huancayo.

4.3.3. DISCUSIÓN 3

Después de realizar el análisis de precios unitarios del concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$, concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 20kg/m³ de fibra de metal WIRAND FF3, concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 25kg/m³ de fibra de metal y concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 30kg/m³ de fibra de metal se llega a observar la variación de costos de S/. 308.67, S/. 443.73, S/. 478.67, S/. 512.67, por metro cubico (m³) respectivamente según las dosificaciones en estudio, es decir que los costos se encuentra directamente relacionada con la dosificación de fibra de metal, he aquí el aporte de nuestro trabajo de investigación, al considerar el costo de mantenimiento del pavimento rígido juntamente con el diseño patrón, donde se llega a la conclusión que es más favorable hacer uso de la fibra de metal WIRAND FF3 hasta una dosificación de 30kg/m³ que diseñar un concreto normal y realizar un mantenimiento según se solicite.

En la investigación por Carbajal y Portocarrero, en su tesis titulada "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FISURACIÓN DEL CONCRETO POR RETRACCIÓN PLÁSTICA CON ADITIVO INCORPORADORES DE AIRE VS. FIBRAS DE POLIPROPILENO", para alcanzar el título profesional de ingeniero civil en su análisis de precios unitarios menciona que el m³ de Concreto para losas $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ patrón es de S/. 360.93 y del Concreto para losas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con fibra de 400gr/m³ tiene es de S/. 386.21, cabe mencionar que el costo de reparación de fisuras post- vaciado es de S/. 12.61 para un volumen de 0.03 m³, mientras que al adicionar fibra de polipropileno al concreto patrón será

de S/. 0.80, llegando a la conclusión que los costos al momento de realizar la reparación de las fisuras en un pavimento ya colocado se incrementan en un 110% con respecto al diseño base en comparación al incremento de 7% por el uso de fibras de polipropileno, previniendo las fisuras en el concreto.

Después de comparar nuestro trabajo de investigación conjuntamente con el antecedente, se interpreta que la fibra WIRAND FF3 nos proporciona beneficios en cuanto a comportamiento físico, mecánico y costos en general, incentivando a poder considerar el uso de fibra como alternativa de solución ante las fisuras por retracción plástica sin necesidad de realizar una rehabilitación o mantenimiento y teniendo mayor tiempo de vida útil del pavimento rígido.

CONCLUSIONES

- De los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión y validando la hipótesis planteada mediante la Gráfica 9 se evidencia la relación directa que se presenta entre la dosificación de fibra y la resistencia del concreto endurecido, mejorando evidentemente la resistencia. La influencia de 30kg/m³ de adición de fibra de metal mejora el comportamiento en un tiempo de madurez de 28 días sobrepasando en un 16.22% más de la resistencia establecida en el diseño, considerando un factor de seguridad de 84, así mismo los resultados del ensayo de resistencia a la flexión y validando la hipótesis planteada, se muestra la Gráfica 14, donde se concluye que, la influencia de la adición de fibra de metal genera un impacto positivo de manera directa como muestran los resultados, donde el valor módulo de rotura representa una mejora evidente en la capacidad a trabajar en esfuerzos a tracción y así también se evidencia la disminución de generación de fisuras.
- De los resultados del ensayo de método de prueba estándar para la evaluación del agrietamiento por retracción plástica y validando la hipótesis planteada, se tiene una influencia favorable reduciendo las fisuras por retracción plástica según se muestra en la Gráfica 28 concluyendo que el promedio de los espesores de las fisuras presentes disminuyen directamente al incremento de dosificación de fibra de metal, según la Gráfica 21 se demuestra que la influencia de la fibra de metal se presenta de manera ascendente, al relacionar el valor de CRR (relación de reducción de fisuras), alcanzando un aproximado de 100% de efectividad el diseño con adición de 30 kg/m³ de fibra de metal donde se observa la inexistencia de fisuras alcanzando un resultado positivo para combatir al problema de la fisuración en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo.
- De los análisis de precios unitarios de cada una las dosificaciones para el diseño patrón, diseño con 20 Kg/m³, 25 Kg/m³ y 30 Kg/m³ de fibra de metal en el concreto se concluye que los costos suben a mayor cantidad de fibra de metal ya que el costo del concreto fibroreforzado está relacionado directamente proporcional con la fibra de metal haciendo que los costos suban en un 43%, 55%, 66% en comparación con el costo del concreto patrón. Cabe mencionar que el beneficio se base en el costo al momento de comparar con un concreto patrón adicionando un costo de mantenimiento como muestra la Tabla 68, lo cual es factible, llegando así a la conclusión que la inversión que se realice en la compra de fibra de metal en una

dosificación máxima de 30kg/m^3 cubre la inversión en mantenimiento del pavimento aportando una probabilidad mayor de vida útil a comparación de un pavimento convencional siendo así beneficiario para contribuir con el problema y la economía del proyectista.

En general a la sociedad, nosotros después de haber investigado hemos llegado a la conclusión que el rango de porcentaje aceptable y trabajable se encuentra entre una dosificación de 20 a 30 kg de fibra de metal por metro cúbico de concreto, porque después de realizar las pruebas del concreto en estado fresco y endurecido se garantiza la empleabilidad en proyectos.

RECOMENDACIONES

- Para obtener un buen comportamiento mecánico como viene siendo la resistencia a compresión de 280 Kg/cm^3 y Módulo de Ruptura de 3.4 MPa que son los requisitos mínimos en el caso de pavimentos rígidos, es recomendable usar las dosificaciones mínimas de 20kg/m^3 a 25kg/m^3 de adición de fibra de metal WIRAND FF3 en el diseño de mezcla, como anteriormente se observó en los resultados, estas dosificaciones son las que cumplen con las resistencias requeridas obteniendo incluso un mayor porcentaje de resistencia ayudando así a mejorar su comportamiento ante las cargas que se encuentra expuesta el pavimento.
- Se recomienda utilizar las dosificaciones de 25 kg/m^3 y 30kg/m^3 de fibra de metal WIRAND FF3 en el concreto, para obtener mejores resultados en la reducción de fisuras por retracción plástica, garantizando la calidad y garantía en los paños de las losas de pavimentos rígidos, esta dosificación en los pavimentos rígidos actúa de una manera resaltante y visible ya que no se genera ninguna fisura en el tiempo de fraguado una vez que está expuesto a factores ambientales.
- De los resultados obtenidos en cuanto a costos unitarios visto en la Tabla 68, se recomienda la utilización del concreto fibroreforzado con dosificación de 30 Kg/m^3 de fibra de metal Wirand FF3 ya que los costos son menores en un 17% en comparación al valor real del concreto patrón más el costo de rehabilitación, con el fin de garantizar un diseño por servicio. A futuros investigadores se les sugiere seguir con la investigación probando con diferentes dosificaciones o buscando diferentes alternativas, siempre respetando el procedimiento de trabajabilidad del concreto en estado fresco y endurecido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **MTC.** *Manual de Carreteras-Suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos.* Lima : s.n., 2014. pág. 232.
2. **Miranda Rebolledo, Ricardo Javier.** *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.* Valdivia : s.n., 2010.
3. **Valencia Castro, Plinio Andres y Quintana Cruz, Cristian Dario.** *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%.* Bogotá : s.n., 2016.
4. **Corcino Alborno, Vanessa Cecilia.** *Estudio comparativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento Andino Tipo V.* Lima : s.n., 2007.
5. **Montalvo Guevara, Marco Eduardo.** *Pavimentos Rígido Reforzados con fibras de Acero Versus Pavimentos Tradicionales.* Lima : s.n., 2015.
6. **Vasquez Gonzales, Ivan.** *Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500kg/cm².* Cajamarca : s.n., 2015.
7. **Diaz Garcia, Jorge Luis.** *Diseño de concreto $f'c = 140, 175$ y 210 kg/cm², adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín.* Cajamarca : s.n., 2018.
8. **Ñaupas Tenorio, Dennys Jenny y Sosa Soto, Darwin Máximo.** *Comportamiento mecánico del Concreto reforzados con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado .* Lima : s.n., 2019.
9. **Carbajal Davila, Katty y Portocarrero Espirilla, Gloria.** *Estudio Comparativo de la fisuración del concreto por retracción.* Arequipa : s.n., 2020.
10. **Miranda Centeno, Cristian Arturo, Rado Moreno, Marco Eduardo.** *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac.* Apurímac : s.n., 2021.
11. **Salas, Mario Becerra.** *Tópicos de Pavimentos de Concreto.* Lima : s.n., 2012.
12. **NTP 400.037.** *Agregados, Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Tercera. Lima : s.n., 2014.
13. **NTP 339.185.** *Norma Técnica Peruana para determinar el contenido de humedad.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
14. **Supermix, Concretos.** *Concretos Supermix. Concretos Supermix.* [En línea] <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>.
15. **NTP 400.012.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2013.
16. **NTP 400.017.** *Norma Técnica Peruana para determinar PUS y PUC.* Tercera. Lima : s.n., 2011.
17. **NTP 400.021.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2013.
18. **NTP 400.022.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2013.

19. **NTP 334.009.** *Cementos Portland. Requisitos.* Lima : s.n., 2005. pág. 11.
20. **Maccaferri.** *Fibras con elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón. Fibras con elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón.* Brasil : s.n., 2007.
21. **Gallovich Sarzalejo, Antonio, y otros.** *Fibras con elemento estructural para el refuerzo del hormigón.* Brasil : MACCAFERRI, 2000.
22. *Losa de Almacén Ransa.* **MACCAFERRI.** Lima : s.n., 2009.
23. **MACCAFERRI.** *Recomendaciones uso de fibras Wirand FF3. Dokumen.* [En línea] 2013. <https://dokumen.tips/documents/recomendaciones-uso-de-fibras-wirand-ff3.html>.
24. **NTP 339.033.** *Norma Técnica Peruana.* Cuarta. Lima : s.n., 2015.
25. **NTP 339.035.** *Norma Técnica Peruana.* Cuarta. Lima : s.n., 2015.
26. **Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi.** *Diseño y Control de Mezclas de Concreto.* Estados Unidos : Portland Cement Association, 2004. pág. 201.
27. **Rivva Lopez, Enrique.** *Diseño de Mezclas.* 1992.
28. **NTP 339.046.** *Norma Técnica Peruana.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
29. **NTP 339.083.** *Norma Técnica Peruana.* Segunda. Lima : s.n., 2016.
30. **NTP 339.082.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2016.
31. **NTP 339.184.** *Norma Técnica Peruana.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
32. **NTP 339.034.** *Norma Técnica Peruana.* Cuarta. Lima : s.n., 2015.
33. *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto.* **concreto, Instituto mexicano del cemento y del.** México : Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2006, Vol. 5.
34. **MTC. MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.** Lima : s.n., 2014. MTC/14.
35. *El concreto en la práctica.* **(NRMCA), National Ready Mixed Concrete Association.** CIP 16, México : NRMCA.
36. **SENCICO.** *Pavimento Urbanos.* Lima : SENCICO, 2017.
37. **ASTMC INTERNATIONAL.** 4.3. *MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EVALUAR EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA DE HORMIGÓN REFORZADP CON FIBRA .* 2014.
38. **ASTM C1579.** *Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete.* Rio de Janeiro : 2014, 2014.
39. *Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón .* **Corral, José Toirac.** República Dominicana : s.n., 2004.
40. **Lao Odicio, Wendy Jaqueline.** *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa.* Lima : s.n., 2007.
41. **Castán, Yolanda.** *Introducción al Método Científico y sus etapas.* España : s.n., 2013.

42. **Baena Paz, Guillermina.** *Metodología de la Investigación*. Tercera. México : Grupo Editorial Patria, 2017.
43. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. México : Mc Graw Hill, 2014.
44. **Kirk, R. E.** *Experimental Design: procedures for the behavioral sciences*. Tercera. 1995.
45. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. México : s.n., 2014.
46. **Palella y Martins.** *Metodología de la Investigación*. 2008.
47. **Arias Odón, Fidas Gerardo.** *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. 5a. Venezuela : EPISTEME, 2006.
48. **Abanto Castillo, Tomás Flavio.** *Tecnología del Concreto*. Tercera. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2018.
49. **Rivva López , Enrique.** *Diseño de mezcla*. Lima : s.n., 1992.
50. **Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y JussaraTanesi.** *Diseño de Control de Mezclas de Concreto*. Estados Unidos : Portland Cement Association, 2004.
51. **Niño Hernandez, Jair René.** *Tecnología del Concreto-Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas*. Tercera. 2010.
52. **NTP 400.037.** *Norma Técnica Peruana*. Tercera. Lima : s.n., 2014.
53. **H. Kosmatka, Steven, y otros.** *Diseño y Control de mezcla del concreto*. s.l. : Portland Cement Association, 2004.
54. *Ficha técnica FIBRA WIRAND FF3.* **MACCAFERRI**. Lima : s.n., 2018.
55. *Cemento Andino Premium.* **UNACEM**. Lima : s.n., 2005.
56. **UNACEM.** *Cemento-Andino-TIPO-I-1. Cemento-Andino-TIPO-I-1*. [En línea] 17 de Agosto de 2017. <https://es.scribd.com/document/356539087/Cemento-Andino-TIPO-I-1-pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
Comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido.	Dependiente	Resistencia a la Compresión , es el comportamiento mecánico que se define como la capacidad para soportar carga en un área determinada y es expresada en esfuerzo	Propiedades mecánicas del concreto endurecido	Resistencia a compresión > 280kg /cm ²	Kg/cm ²
		Resistencia a flexión , es el comportamiento que mide la resistencia a la tracción del concreto.		Resistencia a flexión > 34 kg /cm ²	kg /cm ²
		Fisuración , son fallas que aparecen en la superficie del hormigón.	Propiedad física del concreto endurecido	Fisuración > 0.5 mm	Mm
Dosificación de la fibra de metal	Independiente	Fibra de metal , es una fibra compuesta de metales puros y aleaciones metálicas que actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incremento la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento.	Fibra de metal Wirand FF3 con proporciones por m ³	20kg/m ³	kg/m ³
				25kg/m ³	kg/m ³
				30kg/m ³	kg/m ³

Título de la Investigación: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES		METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en el comportamiento físico y mecánico del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?</p> <p>Problemas Específicos: - ¿Cómo influye la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021? - ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en las fisuras por retracción plástica del concreto</p>	<p>Objetivo General: Analizar el comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> <p>Objetivos Específico: - Determinar la influencia de la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021 - Estudiar el comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto fibro-reforzado para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021. - Evaluar el análisis de costos del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos</p>	<p>Hipótesis General: El comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal altera significativamente para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas: - La influencia de la adición de fibra de metal genera un impacto positivo en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021. - El comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto será menor cuando la dosificación de fibra</p>	<p>VARIABLE X: COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL PAVIMENTO RÍGIDO</p>		<p>INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA</p> <p>- Tipo de Investigación: Investigación aplicada</p> <p>- Diseño de Investigación: Diseño experimental</p> <p>- Nivel de Investigación: Nivel de investigación relacional.</p>
			<p>Dimensiones</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto endurecido</p> <p>Propiedad física del concreto endurecido</p>	<p>Indicadores</p> <p>Resistencia a compresión > 280kg /cm²</p> <p>Módulo de Rotura > 34 kg /cm²</p> <p>Fisuración >0.5 mm</p>	
			<p>VARIABLE Y: DOSIFICACIÓN DE LA FIBRA DE METAL</p>		
			<p>Dimensiones</p> <p>Fibra de metal</p> <p>Wirand FF3 con proporciones por m³</p>	<p>Indicadores</p> <p>20 kg/m³</p> <p>25 kg/m³</p> <p>30 kg/m³</p>	

<p>para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?</p> <p>- ¿Cómo varía el análisis de costos del concreto fibro-reforzado con relación al concreto convencional para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?</p>	<p>rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p>	<p>de metal sea mayor para uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> <p>- La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibro-reforzado es mínima para uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p>
--	--	--

MACCAFERRI

FICHA TECNICA

Rev: 01, Issue—Oct 2018

FIBRA WIRAND® FF3

DESCRIPCIÓN:

Fibra WIRAND® FF3 en alambre de acero trefilado para el refuerzo del hormigón

TIPO:

Wirand® FF3

DIMENSIONES:

- Diámetro D: 0.75 mm;
- Largo L: 50 mm;
- Relación de esbeltez L/D:
- Relación entre el Largo y el Diámetro $50/0.75 = 67$
- Cantidad de elementos por kg. = 5767

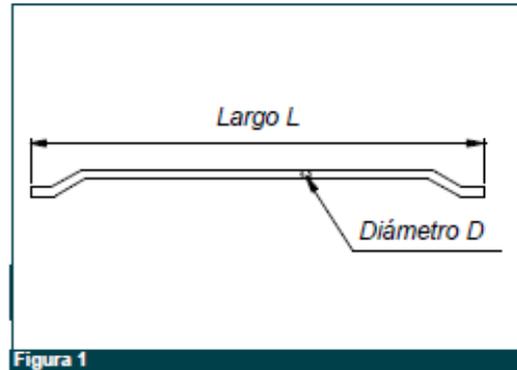


Figura 1

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ALAMBRE

R_m (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1200 MPa (Según ACI 544.3R-08)
A1 (Elongación a la ruptura) < 4%

FORMA

Los ganchos de las extremidades de la fibra WIRAND® FF3 garantizan la máxima adherencia al hormigón

STANDARD DE REFERENCIA

- ASTM A820-01 "Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete"
- UNI-11037 – Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato
- pr-EN 14889-1 – Fibres for concrete – Part 1 – Steel fibres – Definition, specifications and conformity

EMBALAJES

La fibra WIRAND® FF3 es acondicionada en grandes big bags de 600, 750, 950 Kg de peso, o en cajas de cartón de 20 Kg

El fabricante, con el fin de mejorar y optimizar las características técnicas de los productos, se reserva el derecho de modificar los estándares de los productos sin ningún preaviso. Todas las informaciones comunicadas están dadas de buena fe y en base a nuestra experiencia; de todas formas tanto el fabricante como sus distribuidores declinan cualquier responsabilidad por una utilización errónea de dicha información por parte del proyecto.

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

Maccaferri se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

www.maccaferri.com.pe

Sistema de Gestión de Calidad ISO
Certificado de Conformidad con la Norma ISO 9001:2008

9001

ANEXO 4: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CEMENTO ANDINO TIPO I

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	440	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	15.53	No específica
C ₃ S	%	57.35	No específica
C ₃ A	%	7.50	No específica
C ₄ AF	%	10.61	No específica
Álcalis Equivalentes			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
Resistencia a los Sulfatos			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

Nota: Tomada de UNACEM (56 pp. 1-2)

ANEXO 5: ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO



Foto 1: Preparación del concreto patrón para un $f'c=280\text{kg/cm}^2$.
Fuente: Elaboración propia



Foto 2: Elaboración de las probetas 4"x8" del diseño de mezcla patrón.
Fuente: Elaboración propia

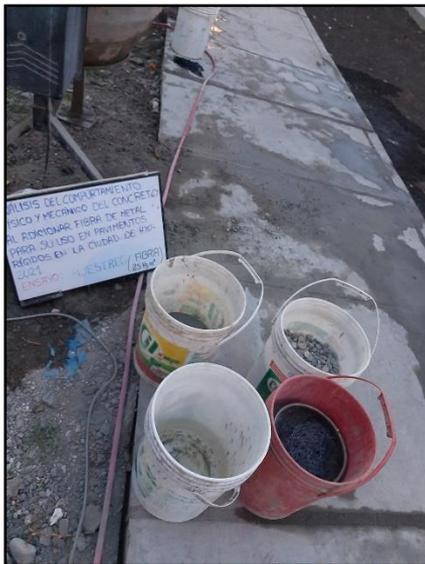


Foto 3: Materiales y fibra de metal dosificado para un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con 20 kg/m^3 de fibra de metal.
Fuente: Elaboración propia



Foto 4: Concreto fresco con 25 kg/m^3 de fibra de metal.
Fuente: Elaboración propia



Foto 5: Medición de temperatura del concreto fresco con 30 kg/m³ de fibra de metal.
Fuente: Elaboración propia



Foto 6: Elaboración de probetas de 4"x8" de los concretos con fibra de metal de 20, 25 y 30 kg/m³.
Fuente: Elaboración propia



Foto 7: Compactado con la varilla de 5/8" en la elaboración de las vigas.
Fuente: Elaboración propia

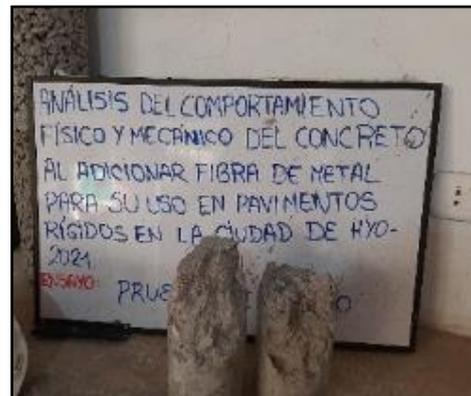


Foto 8: Probetas roturadas a los 3 días de curado.
Fuente: Elaboración propia



Foto 9: Vaciado de vigas y probetas.
Fuente: Elaboración propia



Foto 10: Elaboración del ensayo de la norma ASTM C 1579, para mayor detalle ver ANEXO 6.
Fuente: Elaboración propia

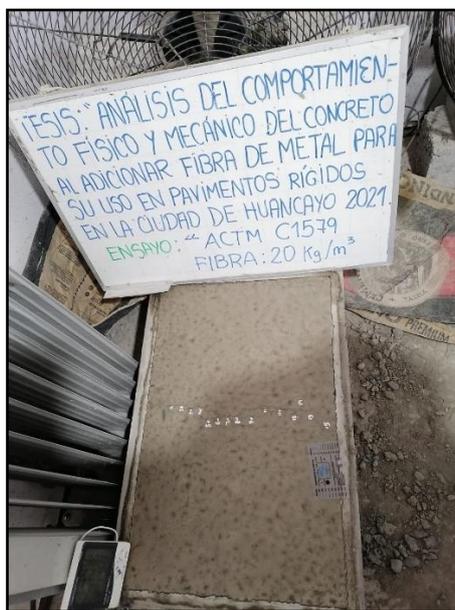
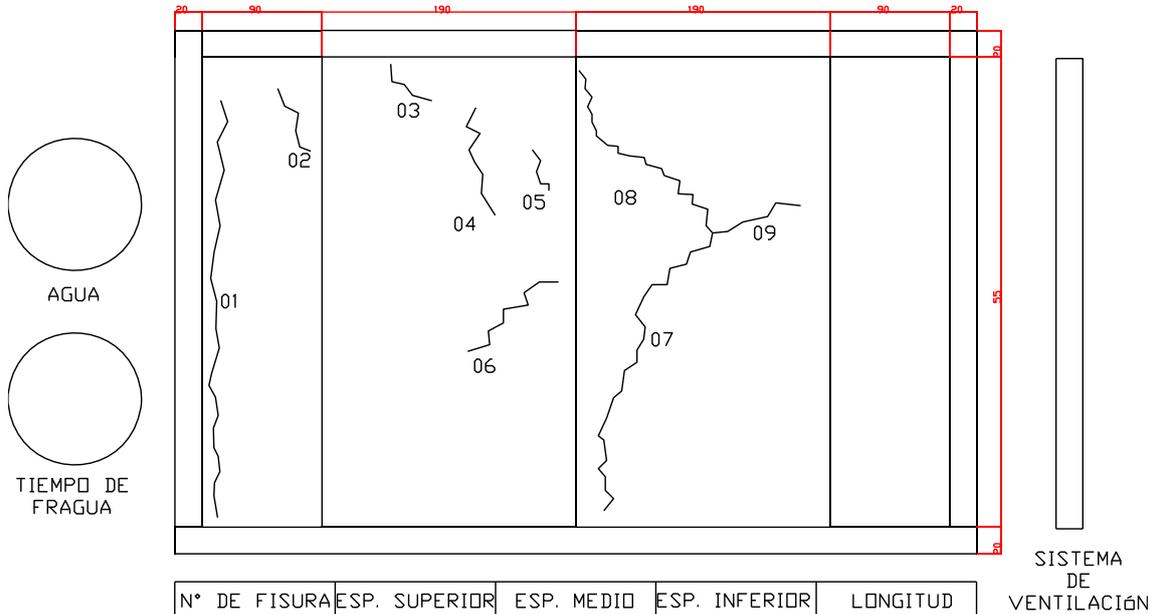


Foto 11: Identificación de las primeras fisuras después de las 6 horas de vaciado.
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6: VISTA EN PLANTA DEL ENSAYO DEL PANEL RECTANGULAR CON FISURAS DIMENSIONADAS.

EVALUACIÓN DEL AGRIETAMIENTO
POR RETRACCIÓN PLÁSTICA



N° DE FISURA	ESP. SUPERIOR	ESP. MEDIO	ESP. INFERIOR	LONGITUD
01	0.1mm	0.15mm	0.1mm	240mm
02	0.2mm	0.1mm	0.2mm	50mm
03	0.1mm	0.05mm	0.05mm	75mm
04	0.1mm	0.05mm	0.05mm	30mm
05	0.05mm	0.05mm	0.05mm	40mm
06	0.15mm	0.1mm	0.05mm	40mm
07	0.05mm	0.05mm	0.05mm	300mm
08	0.05mm	0.25mm	0.05mm	30mm
09	0.05mm	0.1mm	0.05mm	40mm

ANEXO 7: CERTIFICADOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

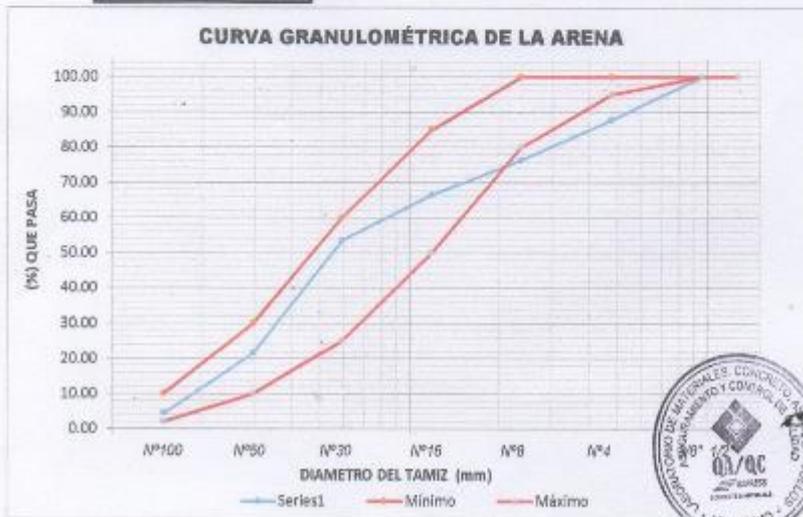
N° DE CERTIFICADO: 001-TFGF-01
 CLIENTE: Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 PROYECTO: "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"
 SOLICITANTE: Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 CANTERA A.F.: Mito
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: 23/7/2021

GRANULOMETRÍA
 CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.012
 TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	GRANULOMETRÍA				HUSO: Arena Gruesa	
		PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	84.49	12.09	12.09	87.91	100	95
N° 8	2.36	80.45	11.51	23.60	76.40	100	80
N° 16	1.18	68.87	9.86	33.46	66.54	85	50
N° 30	0.59	90.87	13.00	46.46	53.54	60	25
N° 50	0.297	222.75	31.88	78.34	21.66	30	10
N° 100	0.149	120.72	17.28	95.62	4.38	10	2
N° 200	0.07	24.71	3.54	99.15	0.85		
FONDO	0.000	5.91	0.85	100.00	0.00		
SUMA		698.77	100.00				

M.F= 2.90



Nancy M. Montañez Huante
 Nancy M. Montañez Huante
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198160

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFGG-01
CLIENTE: Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Ríos Morales
PROYECTO: TESIS: "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"
SOLICITANTE: Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Ríos Morales
CANTERA A.F.: Mito
CANTERA A.G.: Burgas - Pilcomayo
FECHA DE EMISION: viernes, 23 de julio de 2021

GRANULOMETRÍA
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.012
 TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

GRANULOMETRÍA						HUSO: 56	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	90
3/4"	19.05	1043.30	35.73	35.73	64.27	85	40
1/2"	12.700	1838.90	62.97	98.70	1.30	40	10
3/8"	9.525	35.70	1.22	99.92	0.08	15	0
N° 4	4.75	0.00	0.00	99.92	0.08	5	0
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.92	0.08	0	0
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.92	0.08	0	0
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.92	0.08	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.92	0.08	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.92	0.08	0	0
FONDO	0.000	2.20	0.08	100.00	0.00		
SUMA		2920.10	100.00				

M.F=- 7.35 T.M= 1" TMN= 3/4"



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI - 004:1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO
 QA/QC
 Nancy M. Montoya Huamán
 INGENIERA CIVIL

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqacexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO : 001-TFPE-01
 CLIENTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 PROYECTO : "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"
 SOLICITANTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 CANTERA A.F. : Mito
 CANTERA A.G. : Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION : 23/7/2021

PESO ESPECIFICO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.021

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso específico del agregado

PESO ESPECIFICO - AGREGADO FINO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	g	500	500	500
PESO FIOLA + AGUA	g	722.98	688.22	718.18
PESO FIOLA + AGUA + PESO DE LA MUESTRA SSS	g	1028.81	978.41	1025.81
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	481.42	492.82	492.41
PESO ESPECIFICO DE MUESTRAS	g/cm ³	2.55	2.57	2.56
PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm ³	2.56		
PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SSS	g/cm ³	2.60		
PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.67		
% ABSORCION DE MUESTRAS	%	1.75	1.46	1.54
% ABSORCION	%	1.58		

PESO ESPECIFICO - AGREGADO GUESO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SECO AL HORNO	g	1961.8	1984.1	1984.4
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	g	2000	2000	2000
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO + CANASTA	g	2066	2089	2089
PESO DE LA CANASTILLA	g	653	849	850
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO	g	1242	1250	1249
PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm ³	2.615	2.645	2.642
PROMEDIO PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm ³	2.63		
PROMEDIO PESO ESPECIFICO SSS	g/cm ³	2.66		
PROMEDIO PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.69		
% ABSORCION DE MUESTRAS	%	0.818	0.801	0.788
PROMEDIO % ABSORCION	%	0.84		



Nancy M. Montañez Huamán
 Nancy M. Montañez Huamán
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO : 001-TFPU-01
 CLIENTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 PROYECTO : "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"
 SOLICITANTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 CANTERA A.F. : Mito
 CANTERA A.G. : Burgos - Píocomayo
 FECHA DE EMISION : 23/7/2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO FINO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (kg)	kg	2.12	2.12	2.12
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg)	kg	8.44	6.44	6.450
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	kg	4.32	4.32	4.33
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.0028	0.0028	0.0028
PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)	kg/m3	1526	1526	1529
PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)	kg/m3	1527		

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO FINO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (kg)	kg	2.12	2.12	2.12
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (kg)	kg	6.680	6.72	6.73
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	kg	4.56	4.60	4.61
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.0028	0.0028	0.0028
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)	kg/m3	1610	1624	1628
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)	kg/m3	1621		



Nancy M. Montes
 Nancy M. Montes Huamán
 INGENIERA CML
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO : 001-TFPJ-02
 CLIENTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 PROYECTO : "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"
 SOLICITANTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 CANTERA A.F. : Mto
 CANTERA A.G. : Burgos - Pícomayo
 FECHA DE EMISION : 23/7/2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO GRUESO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg)	kg	17.72	17.58	17.51
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	kg	13.59	13.43	13.38
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m ³)	m ³	0.0094	0.0094	0.0094
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m ³)	kg/m ³	1440	1423	1417
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m ³)	kg/m ³		1427	

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO GRUESO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (kg)	kg	18.74	18.55	18.66
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	kg	14.605	14.42	14.525
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m ³)	m ³	0.0094	0.0094	0.0094
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	kg/m ³	1547	1527	1539
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	kg/m ³		1538	



Nancy Al Montañez Huadrich
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 196168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

ANEXO 8: CERTIFICADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 1 de 8

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con 0 kg/m^3 de FIBRA WIRAND FF3
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, PATRON
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO	1527 kg/m ³	1427 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1621 kg/m ³	1538 kg/m ³
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.56 g/cm ³	2.63 g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)	1.00%	0.52%
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.58%	0.84%
MODULO DE FINURA	2.9	7.35
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15 g/cm ³	

DISEÑO DE MEZCLA

PASO 01: Determinación de $f'cr$ *Nota:* Se suma a $f'c$

$f'c = 280$	$f'c < 210$	70
$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$	$210 \leq f'c \leq 350$	84
	$f'c > 350$	98

PASO 02: Cálculo de Agua

(%) AIRE ATRAPADO = 2 %	2	296
SLUMP = 4"	4	X = 200.00
T _{max} = 3/4"	4	200
AGUA = 200.00 lt.		

PASO 03: Cálculo de Cemento

400	0.43
$f'cr = 364$	364
a/c = interpolar	350
a/c interp. = 0.47	
Cemento = 426 kg.	

X = 0.466
 0.48

Nancy M. Alvarado Huamán
 INGENERA CIVIL
 CIP N° 198188

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



PASO 04: *Calculo de Pd y Ar*

Vol. Pd+Ar = 0.645

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd =	53.26%	8	----->	5.11	
%Ar =	46.74%	9	----->	5.19	
Pd=	905.00	10	----->	X=	5.27
Ar =	771.00				

PASO 05: *Corrección de Pd y Ar por Humedad*

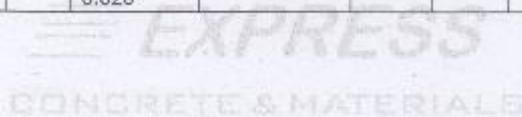
Pd = 909.71 kg.
Ar = 778.71 kg.

PASO 06: *Corrección de Agua*

H2O-Pd = -2.90
H2O-Ar = -4.47
H2O-Obra = 207.4 lt.

CUADRO DE RESUMEN

MATERIALES	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO EN OBRA				
	PESO	P.E.	VOL. ABSOLUTO	PESO R.U.	PESO	PESO R.U.	BRIQUETA 4"x8" (3kg)	VIGA 50X15X15 cm (35kg)	
CEMENTO	426	3.15	0.135	1	426	1	0.55	6.42	
FIBRA	0.0	7.86	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.00	
AGUA	200	1	0.200	0.469	207	0.486	0.27	3.12	
PIEDRA	905	2.63	0.344	0.645	2.124	910	2.136	1.18	13.71
ARENA	771	2.56	0.301		1.810	779	1.829	1.01	11.74
AIRE %	2		0.020						



Nancy M. Montañez Alvarado
INGENIERA CIVIL
CIP N° 198158

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con 20 kg/m^3 de FIBRA WIRAND FF3
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, DOSIS 20 kg/m^3 DE FIBRA WIRAND FF3
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO	1527 kg/m ³	1427 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1621 kg/m ³	1538 kg/m ³
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.56 g/cm ³	2.63 g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)	1.00%	0.52%
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.58%	0.84%
MODULO DE FINURA	2.9	7.35
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15 g/cm ³	

DISEÑO DE MEZCLA

PASO 01: Determinación de f_{cr}	Nota:	Se suma a f_c
$f_c = 280$	$f_c < 210$	70
$f_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$	$210 \leq f_c \leq 350$	84
	$f_c > 350$	98
PASO 02: Cálculo de Agua		
(%) AIRE ATRAPADO = 2 %	2	-----> 296
SLUMP = 4"	4	-----> X = 200.00
T _{max} = 3/4"	4	-----> 200
AGUA = 200.00 lt.		
PASO 03: Cálculo de Cemento		
$f_{cr} = 364$	400	-----> 0.43
a/c = Interpolar	364	-----> X = 0.466
a/c interp. = 0.47	350	-----> 0.48
Cemento = 426 kg.		



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píscomaayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Vol. Pd+Ar = 0.642

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd = 53.26%	8	----->	5.11	
%Ar = 46.74%	9	----->	5.19	
Pd = 899.00	10	----->	X=	5.27
Ar = 768.00				

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

Pd = 903.67 kg.
Ar = 775.68 kg.

PASO 06: Corrección de Agua

H2O-Pd = -2.88
H2O-Ar = -4.45
H2O-Obra = 207.3 ft.

CUADRO DE RESUMEN

DISEÑO ESTÁTICO					DISEÑO EN OBRA			
MATERIALES	PESO	P.E.	VOL. ABSOLUTO	PESO R.U.	PESO	PESO R.U.	BRIQUETA 4"x8" (3kg)	VIGA 50X15X15 cm (35kg)
CEMENTO	426	3.15	0.135	1	426	1	0.55	6.39
FIBRA	20.0	7.86	0.003	0.047	20	0.047	0.026	0.30
AGUA	200	1	0.200	0.469	207	0.486	0.27	3.11
PIEDRA	899	2.63	0.342	0.642	2.110	904	2.122	1.16
ARENA	768	2.56	0.300		1.803	776	1.822	1.00
AIRE %	2		0.020					

CONCRETE & MATERIALS



Nancy M. Montañez Huaman
Nancy M. Montañez Huaman
INGENIERA CIVIL
CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areadqceexpress@gmail.com

**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I**

DISEÑO DE MEZCLA : $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con 25 kg/m^3 de FIBRA WIRAND FF3
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, DOSIS 25 kg/m^3 DE FIBRA WIRAND FF3
DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO	1527 kg/m ³	1427 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1621 kg/m ³	1538 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.56 g/cm ³	2.63 g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)	1.00%	0.52%
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.58%	0.84%
MODULO DE FINURA	2.9	7.35
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.15 g/cm ³	

DISEÑO DE MEZCLA

PASO 01: Determinación de $f'cr$	Nota:	Se suma a $f'c$
$f'c = 280$		
$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$		
	$f'c < 210$	70
	$210 \leq f'c \leq 350$	84
	$f'c > 350$	98
PASO 02: Cálculo de Agua		
(%) AIRE ATRAPADO = 2 %	2	-----> 296
SLUMP = 4"	4	-----> X = 200.00
$T_{nmax} = 3/4"$	4	-----> 200
AGUA = 200.00 lt.		
PASO 03: Cálculo de Cemento	400	-----> 0.43
$f'cr = 364$	364	-----> X = 0.466
a/c = interpolar	350	-----> 0.48
a/c interp. = 0.47		
Cemento = 426 kg.		



Nancy M. Montañez Huamán
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198168



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 6 de 8

PASO 04: *Calculo de Pd y A*

Val. Pd+Ar = 0.642

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd = 53.26%	8	----->	5.11	
%Ar = 46.74%	9	----->	5.19	
Pd = 899.00	10	----->	X=	5.27
Ar = 768.00				

PASO 05: *Corrección de Pd y Ar por Humedad*

Pd = 903.67 kg.

Ar = 775.68 kg.

PASO 06: *Corrección de Agua*

H2O-Pd = -2.88

H2O-Ar = -4.45

H2O-Obra = 207.3 lt.

CUADRO DE RESUMEN

MATERIALES	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO EN OBRA				
	PESO	P.E.	VOL. ABSOLUTO	PESO R.U.	PESO	PESO R.U.	BRIQUETA 4"x8" (3kg)	VIGA 50X15X15 cm (35kg)	
CEMENTO	426	3.15	0.135	1	426	1	0.55	6.38	
FIBRA	25.0	7.86	0.003	0.059	25	0.059	0.032	0.37	
AGUA	200	1	0.200	0.469	207	0.486	0.27	3.10	
PIEDRA	899	2.63	0.342	0.642	2.110	904	2.122	1.16	13.53
ARENA	768	2.56	0.300		1.803	776	1.822	1.00	11.62
AIRE %	2		0.020						

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS



Nancy M. Murocañez Huaman
INGENIERA CIVIL
CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 7 de 8

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con 30 kg/m^3 de FIBRA WIRAND FF3
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, DOSIS 30 kg/m^3 DE FIBRA WIRAND FF3
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO	1527 kg/m ³	1427 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1621 kg/m ³	1538 kg/m ³
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.56 g/cm ³	2.63 g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)	1.00%	0.52%
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.58%	0.84%
MODULO DE FINURA	2.9	7.35
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15 g/cm ³	

DISEÑO DE MEZCLA

PASO 01: Determinación de $f'cr$		Nota:	Se suma a $f'c$		
$f'c =$	280		$f'c <$	210	70
$f'cr =$	364 kg/cm ²		$210 \leq f'c \leq$	350	84
			$f'c >$	350	98
PASO 02: Calculo de Agua					
(%) AIRE ATRAPADO	2 %	2	----->	296	
SLUMP =	4"		4	----->	X = 200.00
T _{max} =	3/4"	4	----->	200	
AGUA =	200.00 lt.				
PASO 03: Calculo de Cemento					
$f'cr =$	364	400	----->	0.43	
$a/c =$	interpolar	350	----->	X = 0.466	
$a/c \text{ interp.} =$	0.47		----->	0.48	
Cemento =	426 kg.				



Nancy M. Montañez Huamán
 INGENIERA CIVIL
 CIPN° 190168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI Nº 1393)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 8 de 8

PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Vol. Pd+Ar = 0.641

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd =	53.26%	8	----->	5.11	
%Ar =	46.74%	9	----->	5.19	
Pd =	897.00	10	----->	X =	5.27
Ar =	768.00				

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

Pd = 901.66 kg.
Ar = 775.68 kg.

PASO 06: Corrección de Agua

H2O-Pd = -2.87
H2O-Ar = -4.45
H2O-Obra = 207.3 lt.

CUADRO DE RESUMEN

MATERIALES	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO EN OBRA				
	PESO	P.E.	VOL. ABSOLUTO	PESO R.U.	PESO	PESO R.U.	BRIQUETA 4"x8" (3kg)	VIGA 50X15X15 cm (35kg)	
CEMENTO	426	3.15	0.135	1	426	1	0.55	6.37	
FIBRA	30.0	7.86	0.004	0.070	30	0.070	0.038	0.45	
AGUA	200	1	0.200	0.469	207	0.486	0.27	3.10	
PIEDRA	897	2.63	0.341	0.641	2.106	902	2.117	1.16	13.48
ARENA	768	2.56	0.300		1.803	776	1.822	0.99	11.60
A/RE %	2		0.020						



Rancy M. Montañez Huaman
Rancy M. Montañez Huaman
INGENIERA CIVIL
CIP N° 136168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

ANEXO 9: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 01-TFA-01
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAJRA, KREMLIN JOHNNY RIOS MORALES
 PROYECTO : *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021*
 FECHA DE ELABORACIÓN : 27/9/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 27/9/2021

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO
 (Norma de Ensayo NTP 339.035 - ASTM C143)

DISEÑO DE MEZCLA	F _c (kg/cm ²)	FECHA DE ENSAYO	SLUMP 1 (in)	SLUMP 2 (in)	SLUMP 3 (in)	SLUMP PROMEDIO (in)	PROMEDIO DE 3 3 ^{er} DEL AMBIENTE (°C)	PROMEDIO DE 3 1 ^{er} DEL CONCRETO (°C)
SIN FIBRA	280	27/9/2021	4	4	3 3/4	4	23.00	23.50
20 kg DE FIBRA POR m ³	280	27/9/2021	3 1/2	3 1/2	3 1/2	3 1/2	23.00	21.50
25 kg DE FIBRA POR m ³	280	27/9/2021	3	3	3	3	22.50	19.50
30 kg DE FIBRA POR m ³	280	27/9/2021	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	23.00	20.00



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 el presente documento es una copia electrónica su autenticidad depende del Laboratorio, de lo cual la reproducción para su totalidad puede resultar errónea en caso de ser
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píscomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702625 - e-mail: arabqac@express@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 01-TF-CA-01
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN: 27/8/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 27/8/2021

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE (NTP 339.046 - ASTM C138)

DISEÑO DE MEZCLA	f_c (kg/cm ²)	FECHA DE ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE 1 (%)	CONTENIDO DE AIRE 2 (%)	CONTENIDO DE AIRE 3 (%)	CONTENIDO DE AIRE PROMEDIO (%)	PROMEDIO DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
SIN FIBRA	280	27/8/2021	1.5	1.4	1.5	1.5%	23.50
20 kg DE FIBRA POR m ³	280	27/8/2021	1.9	2.0	1.8	1.9%	23.00
25 kg DE FIBRA POR m ³	280	27/8/2021	2.2	2.1	2.2	2.2%	23.50
30 kg DE FIBRA POR m ³	280	27/8/2021	2.7	2.8	2.5	2.7%	22.50



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARBOU GROUP SAC. Si este documento no tuviera modificaciones de AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SOLA MENTAL REPRODUCTION).
 Av. Leoncio Prado N° 340 - Pilcomayo - Huancayo - cel. RPM 920137591 - RPC 979702825 - e-mail: aragocconcrete@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

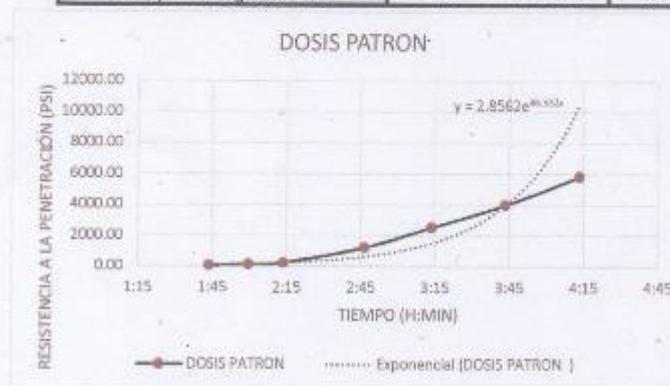
EXPEDIENTE : 01-TF-KP-01
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 9/6/2021
 FECHA DE EMISION: 16/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO
 NTP 339.082 – ASTM C403**

DOSIS PATRON

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg2)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
12:20	0	0:00	0	0	0	26.0	23.0
14:04	104	1:44	0.994	50	50.30	31.8	22.0
14:20	120	2:00	0.994	117	117.71	34.6	23.0
14:34	134	2:14	0.519	118	227.58	34.3	22.0
15:07	167	2:47	0.110	136	1231.88	33.6	23.5
15:34	194	3:14	0.049	124	2525.46	30.0	22.8
16:04	224	3:44	0.028	110	3985.51	28.2	22.6
16:34	254	4:14	0.028	181	5833.33	31.5	19.9

Tiempo de Fraguado Inicial	180	minutos	2:39	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	224	minutos	3:44	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP. 004-1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Píicomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198158
 RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 01 - TF -KP- 02
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 9/8/2021
 FECHA DE EMISION: 16/8/2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO
 NTP 339.082 - ASTM C403

DOSIS PATRON

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
12:20	0	0:00	0	0	0	26.1	23.0
14:04	104	1:44	0.994	50	50.30	31.6	22.0
14:20	120	2:00	0.994	175	176.06	34.4	23.0
14:34	134	2:14	0.519	132	254.58	34.0	22.0
15:07	167	2:47	0.110	82	742.75	32.6	23.5
15:34	194	3:14	0.049	125	2545.82	30.0	22.8
16:04	224	3:44	0.028	99	3586.96	30.0	22.6
16:34	254	4:14	0.028	165	5978.26	29.7	19.9

Tiempo de Fraguado inicio	160 minutos	2:39	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	227 minutos	3:46	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI Nº GP-004-2003)

[Signature]
 Nancy M. Muñoz Huaman
 INGENERA CML
 CIP N° 195168

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

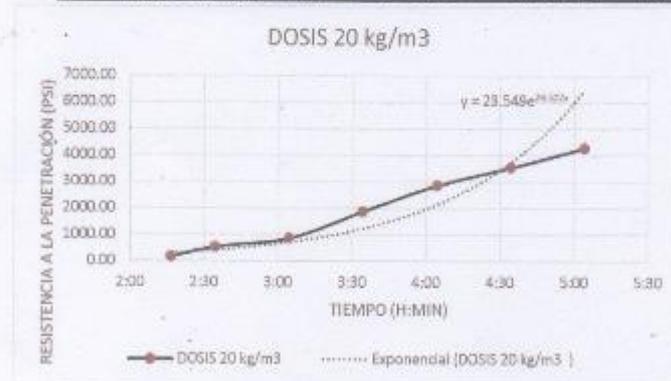
EXPEDIENTE : 02 - TF - KP - 01
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 10/8/2021
 FECHA DE EMISION: 17/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUÁ DEL CONCRETO
 NTP 339.082 - ASTM C403**

DOSIS 20 kg/m³

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulad o (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
12:45	0	0:00	0	0	0	22.7	22.2
15:02	137	2:17	0.994	150	150.91	32.4	20.5
15:20	155	2:35	0.249	130	523.14	30.6	20.6
15:50	185	3:05	0.110	94	851.45	30.6	23.4
16:20	215	3:35	0.049	92	1873.73	28.4	23.2
16:50	245	4:05	0.028	79	2862.32	27.4	18.9
17:20	275	4:35	0.028	98	3650.72	27.2	17.0
17:50	305	5:05	0.028	118	4275.36	27.0	17.0

Tiempo de Fraguado Inicial	185	minutos	2:45	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	279	minutos	4:38	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP- 004:1993)



Nancy M. Montesinos Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198158

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

CEL: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 02 – TF –KP- 02
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 10/8/2021
 FECHA DE EMISION: 17/8/2021

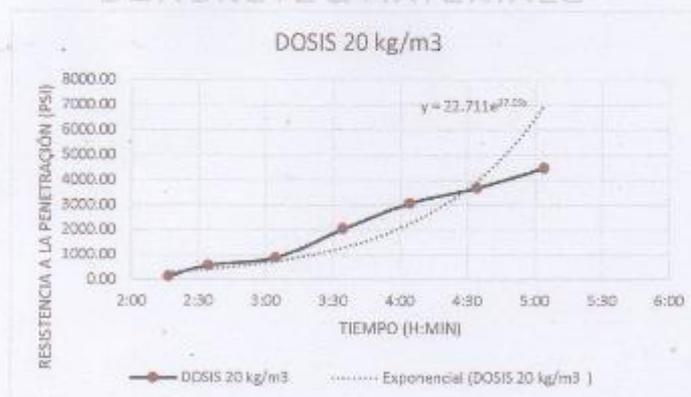
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO
 NTP 339.082 – ASTM C403

DOSIS 20 kg/m3

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
12:45	0	0:00	0	0	0	22.7	22.2
15:02	137	2:17	0.994	138	138.83	30.1	20.5
15:20	155	2:35	0.249	142	571.43	30.6	20.6
15:50	185	3:05	0.110	98	887.68	30.8	23.4
16:20	215	3:35	0.049	101	2057.03	29.4	23.2
16:50	245	4:05	0.028	85	3079.71	28.5	16.9
17:20	275	4:35	0.028	102	3695.65	28.0	17.0
17:50	305	5:05	0.028	124	4492.75	27.4	17.0

Tiempo de Fraguado Inicial	165 minutos	2:44	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	275 minutos	4:35	Horas:min

CONCRETE & MATERIALS



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP-004-1993)



Nancy M. Montalvo
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 190188

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

tel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

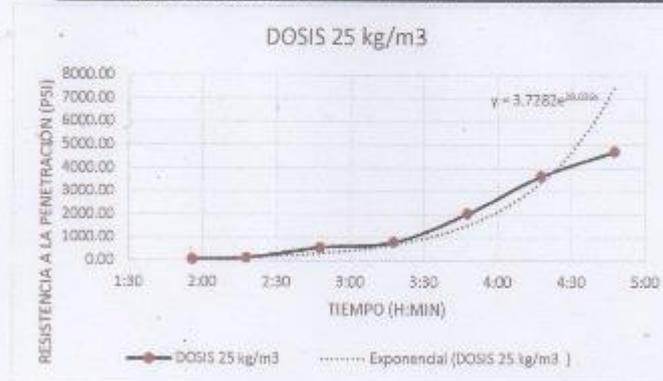
EXPEDIENTE : 03 - TF - KP - 01
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 11/8/2021
 FECHA DE EMISION : 18/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO
 NTP 339.082 - ASTM C403**

DOSIS 25 kg/m³

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
13:08	0	0:00	0	0	0	22.6	21.0
15:04	116	1:56	0.894	50	50.30	33.6	20.4
15:26	138	2:18	0.994	123	123.74	32.4	20.0
15:56	168	2:48	0.249	140	563.38	31.0	23.0
16:26	198	3:18	0.110	88	797.10	30.4	23.2
16:56	228	3:48	0.049	100	2036.66	29.1	19.0
17:26	258	4:18	0.028	101	3659.42	29.5	17.2
17:56	288	4:48	0.028	130	4710.14	29.5	16.6

Tiempo de Fraguado Inicial	185 minutos	3:05	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	264 minutos	4:24	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-EP-004:1993)



Nancy M. Montoya Huancayo
 Nancy M. Montoya Huancayo
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198168

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

CEL: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

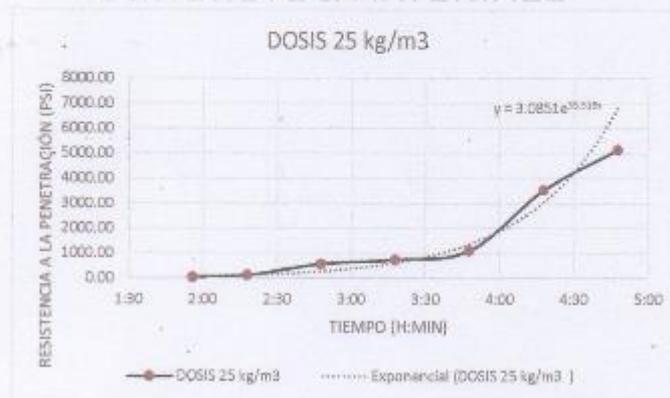
EXPEDIENTE : 03 - TF - KP - 02
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 11/9/2021
 FECHA DE EMISION : 18/9/2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO
 NTP 339.062 - ASTM C403

DOSIS 25 kg/m³

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado o (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
13:08	0	0:00	0	0	0	22.6	21.0
15:04	116	1:56	0.994	40	40.24	30.6	20.4
15:26	138	2:18	0.994	121	121.73	30.0	20.0
15:56	168	2:48	0.249	141	567.40	30.2	23.0
16:26	198	3:18	0.249	183	736.42	29.4	23.2
16:56	228	3:48	0.110	123	1114.13	29.0	19.0
17:26	258	4:18	0.049	174	3543.79	29.0	17.2
17:56	288	4:48	0.026	142	5144.93	28.6	16.6

Tiempo de Fraguado Inicial	190 minutos	3:10	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	288 minutos	4:27	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GR: 001/2004)

Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198158

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

CEL: 945 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

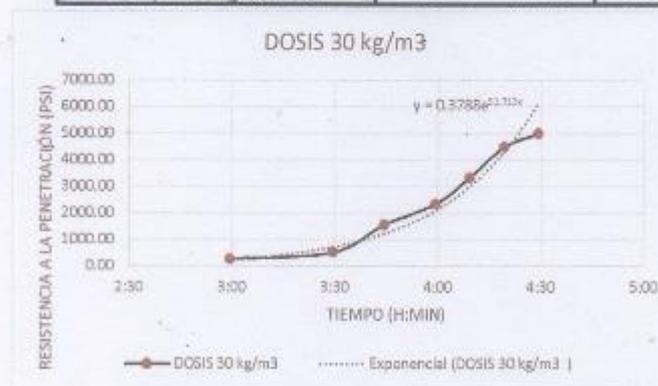
EXPEDIENTE : 04 - TF - KP- 01
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 12/8/2021
 FECHA DE EMISION: 19/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO
 NTP 339.082 - ASTM C403**

DOSIS 30 kg/m³

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
12:45	0	0:00	0	0	0	22.2	20.8
15:45	180	3:00	0.519	130	250.72	30.0	20.1
16:15	210	3:30	0.249	128	515.09	33.4	21.0
16:30	225	3:45	0.110	172	1557.97	32.6	22.1
16:45	240	4:00	0.049	115	2342.16	32.1	21.5
16:55	250	4:10	0.049	164	3340.12	30.2	19.0
17:05	260	4:20	0.028	124	4492.75	29.5	18.5
17:15	270	4:30	0.028	138	5000.00	29.5	18.2

Tiempo de Fraguado Inicial	200	minutos	3:20	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	258	minutos	4:17	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004-1993)



Nancy W. Montañez
 Nancy W. Montañez In.
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 198161

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

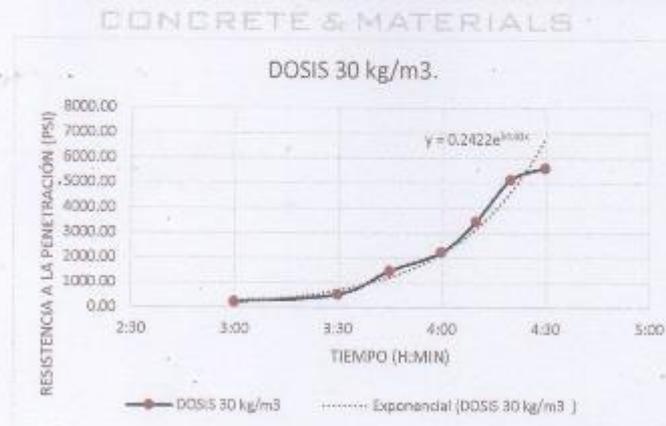
EXPEDIENTE : 04 - TF - KP - 02
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 FECHA DE ENSAYO : 12/8/2021
 FECHA DE EMISION: 19/8/2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO
 MTP 339.002 - ASTM C403

DOSIS 30 kg/m3

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2							
Tiempo Real (h:min)	Tiempo Absoluto Acumulado (minutos)	Tiempo Absoluto Acumulado (h:min)	Área de la Aguja Utilizada (pulg2)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	T° Concreto (°C)	T° Ambiental (°C)
12:45	0	0:00	0	0	0	22.2	20.8
15:45	180	3:00	0.519	121	233.37	31.1	20.1
16:15	210	3:30	0.249	132	531.19	32.8	21.0
16:30	225	3:45	0.110	164	1485.51	33.0	22.1
16:45	240	4:00	0.049	110	2240.33	32.6	21.5
16:55	250	4:10	0.049	171	3482.69	31.0	19.0
17:05	260	4:20	0.028	142	5144.93	30.0	18.5
17:15	270	4:30	0.028	155	5615.94	28.7	18.2

Tiempo de Fraguado Inicial	201 minutos	3:21	Horas:min
Tiempo de Fraguado Final	256 minutos	4:16	Horas:min



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

Nancy M. Montañez Huaman
 Nancy M. Montañez Huaman
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 11878
 Cel: RPM 920137591 RPC 979702825

ANEXO 10: CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01
 FECHA DE EMISIÓN : 16/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Díes)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.09	2.0	1.0	3.703	87.95	115	41.2	2
2	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.10	2.0	1.0	3.809	87.90	115	41.2	2
3	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.01	20.10	2.0	1.0	3.677	91.29	118	42.2	2
4	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.07	2.0	1.0	3.750	92.50	121	43.2	2
5	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.08	2.0	1.0	3.722	93.40	122	43.6	2
6	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.98	20.10	2.0	1.0	3.718	92.70	121	43.2	2
7	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.12	2.0	1.0	3.729	94.50	124	44.3	2
8	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.96	20.08	2.0	1.0	3.742	87.60	115	40.9	2
9	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.08	2.0	1.0	3.726	89.90	118	42.1	2
10	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.11	2.0	1.0	3.724	95.00	125	44.5	2
11	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.99	20.1	2.0	1.0	3.722	90.94	118	42.3	2
12	Patrón	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.01	20.07	2.0	1.0	3.808	101.86	134	47.8	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon alrobabilidades de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: QF-064-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pílcotmayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areasqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FISICO Y MECANICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01
 FECHA DE EMISION : 16/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	F c R (kg/cm2)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	DIAMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.88	20.07	2.0	1.0	3.810	93.75	122	43.6	2
2	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.06	2.0	1.0	3.811	93.74	122	43.7	2
3	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.98	20.10	2.0	1.0	3.801	93.77	122	43.7	2
4	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.01	20.08	2.0	1.0	3.798	92.64	120	42.9	2
5	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.02	20.09	2.0	1.0	3.801	94.76	123	43.8	2
6	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.02	20.08	2.0	1.0	3.800	94.74	123	43.8	2
7	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.00	20.10	2.0	1.0	3.812	92.88	121	43.1	2
8	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.06	2.0	1.0	3.802	92.91	121	43.3	2
9	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.06	2.0	1.0	3.798	93.48	122	43.6	2
10	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.96	20.07	2.0	1.0	3.815	93.54	122	43.7	2
11	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.09	2.0	1.0	3.799	94.77	124	44.4	2
12	20kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.98	20.09	2.0	1.0	3.805	94.75	124	44.1	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI GP. 04-1982).
Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. **RPM 920137591** **RPC 979702825** e-mail: **aresqaqcexpress@gmail.com**



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01
 FECHA DE EMISIÓN : 16/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm2)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.00	20.10	2.0	1.0	3.809	101.37	132	47.0	2
2	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.02	20.09	2.0	1.0	3.808	98.45	129	45.9	2
3	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.08	2.0	1.0	3.807	101.88	134	47.7	2
4	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.96	20.10	2.0	1.0	3.808	100.64	132	47.0	2
5	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.03	20.06	2.0	1.0	3.808	99.67	129	45.9	2
6	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.07	2.0	1.0	3.808	99.79	130	46.6	2
7	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.98	20.09	2.0	1.0	3.808	99.46	130	46.3	2
8	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.95	20.07	2.0	1.0	3.809	100.79	132	47.2	2
9	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.03	20.06	2.0	1.0	3.807	101.99	132	47.0	2
10	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.93	20.08	2.0	1.0	3.808	102.80	135	46.2	2
11	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.92	20.08	2.0	1.0	3.807	101.93	134	46.0	2
12	30kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.94	20.11	2.0	1.0	3.808	101.86	134	47.8	2



NOTA: 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (CUALquier PERMANENTE INDECOPI. DR. 20110).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areqaqceexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura, Kremlin Johnny Rios Morales : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01
 MUESTREO : 16/8/2021 FECHA DE EMISIÓN : 16/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm2)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTIMETRO (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.98	20.11	2.0	1.0	3.809	98.98	129	46.1	2
2	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.07	2.0	1.0	3.812	99.29	130	46.3	2
3	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.01	20.06	2.0	1.0	3.822	98.94	128	45.8	2
4	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.03	20.10	2.0	1.0	3.808	96.57	125	44.5	2
5	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.10	2.0	1.0	3.808	96.72	128	45.1	2
6	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.96	20.06	2.0	1.0	3.808	96.79	127	45.2	2
7	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.97	20.07	2.0	1.0	3.811	97.50	127	45.5	2
8	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.98	20.11	2.0	1.0	3.835	99.87	130	46.4	2
9	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	9.90	20.07	2.0	1.0	3.807	96.82	128	45.7	2
10	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.01	20.06	2.0	1.0	3.811	98.58	129	46.1	2
11	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.02	20.08	2.0	1.0	3.821	98.52	129	46.0	2
12	25kg	280	13/8/2021	16/8/2021	3	10.02	20.11	2.0	1.0	3.814	98.99	128	45.7	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDICOPRI-GP-004-1993).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 975702825 e-mail: qaqcexpress@gmail.com





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 20/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Díase)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA M/AXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	20 Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.06	20.43	2.0	1.0	3.729	145.15	185	66.1	2
2	20 Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.00	20.20	2.0	1.0	3.728	144.28	187	66.8	2
3	20 Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.05	20.35	2.0	1.0	3.725	143.55	185	66.1	2
4	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.09	20.12	2.0	1.0	3.792	143.76	183	65.4	2
5	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.00	20.10	2.0	1.0	3.778	144.19	187	66.8	2
6	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.06	20.09	2.0	1.0	3.781	146.78	188	67.1	2
7	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.11	20.08	2.0	1.0	3.764	145.83	185	66.1	2
8	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.03	20.02	2.0	1.0	3.734	144.78	187	66.8	2
9	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.05	20.05	2.0	1.0	3.744	143.45	184	65.7	2
10	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.00	20.00	2.0	1.0	3.754	145.26	189	67.5	2
11	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.00	20.07	2.0	1.0	3.732	146.01	190	67.9	2
12	20Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	9.99	20.04	2.0	1.0	3.765	145.67	190	67.9	2



NOTA:
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon alnohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPRI OF. 064 1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqcqexpress@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales
PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
FECHA DE EMISIÓN : 20/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.05	20.43	2.0	1.0	3.728	147.95	190	67.9	2
2	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.03	20.20	2.0	1.0	3.728	148.01	192	68.6	2
3	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.07	20.35	2.0	1.0	3.725	148.25	190	67.8	2
4	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.08	20.12	2.0	1.0	3.792	149.78	181	68.2	2
5	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.06	20.10	2.0	1.0	3.778	147.89	199	67.5	2
6	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.11	20.09	2.0	1.0	3.781	148.52	193	68.9	2
7	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.11	20.08	2.0	1.0	3.764	148.71	189	67.5	2
8	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.03	20.02	2.0	1.0	3.734	149.20	183	68.9	2
9	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.05	20.05	2.0	1.0	3.744	150.02	193	68.9	2
10	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.00	20.00	2.0	1.0	3.754	149.31	194	69.3	2
11	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.00	20.07	2.0	1.0	3.732	147.85	192	68.6	2
12	25Kg	280	13/8/2021	20/8/2021	7	10.01	20.04	2.0	1.0	3.765	150.53	195	69.6	2



Nota:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDICOPRI, OF. 864-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilscomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Kethelne Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 20/08/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm2)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,08	20,43	2,0	1,0	3,729	139,04	178	63,62	2
2	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,00	20,20	2,0	1,0	3,728	141,85	184	65,7	2
3	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,05	20,35	2,0	1,0	3,725	142,51	183	65,4	2
4	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,09	20,12	2,0	1,0	3,724	140,28	179	63,9	2
5	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,00	20,10	2,0	1,0	3,726	141,05	183	65,4	2
6	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,06	20,09	2,0	1,0	3,726	139,48	179	63,9	2
7	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,11	20,08	2,0	1,0	3,728	140,85	179	63,9	2
8	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,03	20,02	2,0	1,0	3,729	141,79	183	65,4	2
9	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,05	20,05	2,0	1,0	3,726	142,85	184	65,7	2
10	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,00	20,00	2,0	1,0	3,72	140,54	182	65,0	2
11	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10,00	20,07	2,0	1,0	3,727	142,25	185	66,1	2
12	PATRÓN	280	13/8/2021	20/9/2021	7	9,99	20,04	2,0	1,0	3,728	139,96	182	65,0	2



NOTA:
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (OTRA FIRMADA INECCORP-OP-ISA-MS).
 AV. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702885 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 20/8/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F _c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.04	20.43	2.0	1.0	3.729	155.09	200	71.4	2
2	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.09	20.20	2.0	1.0	3.728	159.91	203	72.5	2
3	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.08	20.35	2.0	1.0	3.725	157.49	201	71.8	2
4	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.05	20.12	2.0	1.0	3.792	155.85	200	71.4	2
5	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.04	20.10	2.0	1.0	3.778	154.87	199	71.1	2
6	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.06	20.09	2.0	1.0	3.781	157.25	202	72.1	2
7	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.07	20.08	2.0	1.0	3.764	156.16	200	71.4	2
8	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.03	20.02	2.0	1.0	3.734	155.45	200	71.8	2
9	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.02	20.05	2.0	1.0	3.744	158.04	201	72.9	2
10	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.00	20.00	2.0	1.0	3.754	154.11	200	71.4	2
11	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	10.00	20.07	2.0	1.0	3.732	156.54	203	72.5	2
12	30Kg	280	13/8/2021	20/9/2021	7	9.99	20.04	2.0	1.0	3.765	158.45	206	73.62	2



NOTA:
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ RESERVOARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (JERÓN PERUANA INDCORP. GP- 6641998).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: ateaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 10/09/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F _c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Díase)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	20 Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,08	20,43	2,0	1,0	3,729	239,27	306	109,3	2
2	20 Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,00	20,20	2,0	1,0	3,728	238,04	309	110,4	2
3	20 Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,05	20,35	2,0	1,0	3,725	237,06	305	108,9	2
4	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,09	20,12	2,0	1,0	3,792	237,25	303	108,2	2
5	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,00	20,10	2,0	1,0	3,778	242,37	315	112,5	2
6	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,06	20,09	2,0	1,0	3,781	238,54	306	109,3	2
7	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,11	20,08	2,0	1,0	3,764	239,85	305	108,9	2
8	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,03	20,02	2,0	1,0	3,734	238,64	308	110,0	2
9	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,05	20,05	2,0	1,0	3,744	237,20	305	108,9	2
10	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,00	20,00	2,0	1,0	3,754	239,41	311	111,1	2
11	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	10,00	20,07	2,0	1,0	3,732	241,71	314	112,1	2
12	20Kg	280	13/08/2021	10/09/2021	28	9,99	20,04	2,0	1,0	3,765	237,45	309	110,4	2



NOTA:
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP. 04-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: ate3qaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 10/09/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.05	20.43	2.0	1.0	3.729	245.43	315	112.5	2
2	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.03	20.20	2.0	1.0	3.728	247.34	319	113.9	2
3	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.07	20.35	2.0	1.0	3.725	243.16	311	111.1	2
4	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.08	20.12	2.0	1.0	3.792	244.25	312	111.4	2
5	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.06	20.10	2.0	1.0	3.776	246.37	316	112.9	2
6	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.11	20.09	2.0	1.0	3.781	244.54	317	113.2	2
7	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.03	20.08	2.0	1.0	3.764	243.85	310	110.7	2
8	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.05	20.02	2.0	1.0	3.734	245.64	319	113.2	2
9	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.05	20.05	2.0	1.0	3.744	248.20	317	113.9	2
10	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.00	20.00	2.0	1.0	3.754	246.47	320	114.3	2
11	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.00	20.07	2.0	1.0	3.732	249.61	324	115.7	2
12	25Kg	280	13/6/2021	10/9/2021	28	10.01	20.04	2.0	1.0	3.765	248.48	322	115.0	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon alindasillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA FERUAMA INDECOPI, DP- 004-1993).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 10/09/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F _c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.04	20.43	2.0	1.0	3.729	254.72	328	117.1	2
2	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.09	20.20	2.0	1.0	3.726	252.04	321	114.6	2
3	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.08	20.35	2.0	1.0	3.725	250.81	320	114.3	2
4	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.05	20.12	2.0	1.0	3.792	251.25	323	115.4	2
5	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.04	20.10	2.0	1.0	3.778	253.37	326	116.4	2
6	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.06	20.08	2.0	1.0	3.781	253.54	325	116.1	2
7	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.07	20.08	2.0	1.0	3.764	252.85	324	115.7	2
8	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.03	20.02	2.0	1.0	3.734	251.33	324	115.7	2
9	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.02	20.05	2.0	1.0	3.744	255.01	330	117.9	2
10	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.00	20.00	2.0	1.0	3.754	250.41	325	116.1	2
11	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.00	20.07	2.0	1.0	3.732	254.71	331	118.1	2
12	30Kg	280	13/8/2021	10/9/2021	28	9.99	20.04	2.0	1.0	3.765	252.45	328	117.3	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C-1231/C1231M-10*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDCORPI- GP- 864-1993).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura, Kremlin Jonny Ríos Morales
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01
 FECHA DE EMISIÓN : 10/9/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm2)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
1	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.08	20.43	2.0	1.0	3.729	234.32	299	106.8	2
2	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.00	20.20	2.0	1.0	3.728	236.04	306	108.3	2
3	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.05	20.35	2.0	1.0	3.725	232.06	298	106.4	2
4	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.09	20.12	2.0	1.0	3.724	233.25	297	106.1	2
5	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.00	20.10	2.0	1.0	3.728	232.37	302	107.9	2
6	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.06	20.09	2.0	1.0	3.728	235.54	302	107.9	2
7	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.11	20.08	2.0	1.0	3.728	235.85	300	107.1	2
8	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.03	20.02	2.0	1.0	3.729	234.64	303	108.2	2
9	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.05	20.05	2.0	1.0	3.726	233.20	300	107.1	2
10	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.00	20.00	2.0	1.0	3.72	236.41	307	108.6	2
11	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	10.00	20.07	2.0	1.0	3.727	234.71	305	108.9	2
12	PATRÓN	280	13/8/2021	10/9/2021	28	9.99	20.04	2.0	1.0	3.728	232.45	302	107.9	2



Tipos de Falla

NOTA:
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, BAJO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (CÓPIA FOTOMÁTICA). INDECOPI: GP- 864-8982.
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pitomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702885 e-mail: areaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02

CLIENTE : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN : miércoles, 18 de Agosto de 2021

FECHA DE EMISIÓN : sábado, 21 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.57	15.44	Tercio Central	16.76	20
2	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.50	15.57	Tercio Central	19.05	23
3	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.40	15.57	Tercio Central	19.25	24
4	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.46	15.47	Tercio Central	17.28	21
5	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.42	15.43	Tercio Central	17.68	22
6	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.52	15.52	Tercio Central	18.25	22
7	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.53	15.54	Tercio Central	16.95	21
8	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.48	15.46	Tercio Central	18.04	22
9	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.49	15.44	Tercio Central	19.08	23

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

- f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm



EXPRESS
CONCRETE MATERIALS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO. SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUA PERUANA INDECOPI-SP- 004-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqc@express@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 01

CLIENTE : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN : martes, 17 de Agosto de 2021

FECHA DE EMISIÓN : viernes, 20 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.33	15.67	Tercio Central	15.25	19
2	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.57	15.80	Tercio Central	13.83	17
3	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.53	15.80	Tercio Central	14.83	18
4	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.33	15.62	Tercio Central	13.56	17
5	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.62	15.78	Tercio Central	14.27	17
6	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.46	15.72	Tercio Central	15.19	19
7	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.53	15.69	Tercio Central	14.47	18
8	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.50	15.73	Tercio Central	14.98	18
9	DOSIS I - 0% DE FIBRA	17/08/2021	20/08/2021	3	45.0	54.00	15.48	15.65	Tercio Central	15.16	18

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, OF. 084-1983).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN : miércoles, 18 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 21 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)		UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO			
1	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.47	Tercio Central	20.51	25
2	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.60	Tercio Central	20.98	25
3	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.54	Tercio Central	21.42	26
4	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.46	Tercio Central	20.64	25
5	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.52	Tercio Central	20.67	25
6	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.54	Tercio Central	20.59	25
7	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/09/2021	3	45.0	54.00	15.48	Tercio Central	21.38	26
8	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/09/2021	3	45.0	54.00	15.44	Tercio Central	21.41	26
9	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	18/08/2021	21/09/2021	3	45.0	54.00	15.49	Tercio Central	20.49	26

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI OF: 044-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN : miércoles, 18 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 21 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD ENTRE APOYOS (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.30	15.37	Tercio Central	19.86	25
2	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.40	15.40	Tercio Central	19.60	24
3	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.32	15.35	Tercio Central	19.81	24
4	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.39	15.37	Tercio Central	19.88	24
5	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.40	15.36	Tercio Central	19.88	24
6	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.38	15.34	Tercio Central	19.13	23
7	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.37	15.40	Tercio Central	19.90	24
8	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.35	15.39	Tercio Central	19.18	24
9	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	19/08/2021	21/08/2021	3	45.0	54.00	15.30	15.39	Tercio Central	19.88	25

Donde:

- f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P : Carga de rotura aplicada en Kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-EP-894-1193).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN : Jueves, 19 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : Jueves, 26 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.43	15.63	Tercio Central	22.28	27
2	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.57	15.57	Tercio Central	24.39	30
3	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.44	15.61	Tercio Central	22.58	28
4	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.52	15.58	Tercio Central	22.56	27
5	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.54	15.59	Tercio Central	23.49	29
6	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.55	15.60	Tercio Central	24.22	29
7	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.47	15.60	Tercio Central	24.28	30
8	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.46	15.61	Tercio Central	24.36	30
9	DOSIS 1 - 0% DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.43	15.62	Tercio Central	23.79	29

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



EXPRESS
 CONCRETES & MATERIALS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, OF. 004-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 - Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqc@express.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN : jueves, 19 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : jueves, 26 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
 (NTP 339.078)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.23	15.77	Tercio Central	27.92	35
2	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.57	15.50	Tercio Central	25.98	32
3	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.46	15.67	Tercio Central	26.49	32
4	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.49	15.68	Tercio Central	26.58	32
5	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.47	15.74	Tercio Central	26.49	32
6	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/08/2021	7	45.0	54.00	15.29	15.76	Tercio Central	25.99	32
7	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/09/2021	7	45.0	54.00	15.26	15.69	Tercio Central	26.38	33
8	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/09/2021	7	45.0	54.00	15.43	15.74	Tercio Central	26.77	33
9	DOISIS 20 Kg DE FIBRA	19/08/2021	26/09/2021	7	45.0	54.00	15.46	15.65	Tercio Central	26.86	33

Donde:

- f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (QUÉ PERUANA INDECOPI. OF. 964-1993).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: arsaqaqcexpress@gmail.com

EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02

CLIENTE : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN : viernes, 20 de Agosto de 2021

FECHA DE EMISIÓN : viernes, 27 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.58	15.33	Tercio Central	22.89	28
2	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.47	15.33	Tercio Central	25.64	31
3	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.46	15.32	Tercio Central	25.11	31
4	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.48	15.34	Tercio Central	24.63	30
5	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.51	15.33	Tercio Central	25.29	31
6	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.44	15.33	Tercio Central	25.43	31
7	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.52	15.32	Tercio Central	23.47	29
8	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.55	15.32	Tercio Central	23.52	28
9	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.58	15.34	Tercio Central	23.55	29

$f_r = \frac{PL}{bd^2}$

Donde:

- f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOUL GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA FERMILMA INGECONI: OP- 804-1931).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: arsoulqc@express.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RVV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN: viernes, 20 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : viernes, 27 de Agosto de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.45	15.38	Tercio Central	23.69	29
2	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.60	15.57	Tercio Central	25.00	30
3	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.46	15.46	Tercio Central	24.96	30
4	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.55	15.48	Tercio Central	24.78	30
5	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.59	15.52	Tercio Central	24.18	29
6	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.53	15.56	Tercio Central	23.95	29
7	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.60	15.54	Tercio Central	24.56	30
8	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.55	15.44	Tercio Central	24.00	29
9	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	20/08/2021	27/08/2021	7	45.0	54.00	15.57	15.39	Tercio Central	24.56	30

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPR-OP-184-1951).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqc@express@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN: sábado, 21 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 18 de setiembre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.47	15.57	Tercio Central	37.10	45
2	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	16.57	15.47	Tercio Central	30.92	35
3	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/09/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.88	15.49	Tercio Central	33.52	40
4	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.92	15.49	Tercio Central	34.81	41
5	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/09/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.68	15.52	Tercio Central	34.59	42
6	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	16.24	15.52	Tercio Central	34.44	40
7	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	16.35	15.53	Tercio Central	35.29	41
8	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	16.52	15.55	Tercio Central	31.59	36
9	DOSIS I - 0% DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	16.50	15.57	Tercio Central	32.99	36

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-09-004-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: ateqaqc@express.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN: sábado, 21 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 18 de septiembre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.44	15.44	Tercio Central	37.61	46
2	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.44	15.44	Tercio Central	30.78	38
3	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.43	15.42	Tercio Central	31.68	39
4	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.44	15.43	Tercio Central	31.56	39
5	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.42	15.44	Tercio Central	34.65	42
6	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.44	15.44	Tercio Central	37.52	46
7	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.43	15.43	Tercio Central	35.55	44
8	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.45	15.42	Tercio Central	36.66	45
9	DOSIS 20 Kg DE FIBRA	21/08/2021	18/09/2021	28	45.0	54.00	15.44	15.42	Tercio Central	36.46	45

Donde:

f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$



QA/QC
EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSCU GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: OP. 064-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areasqaqc@express@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02
 CLIENTE : Baeh, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN: domingo, 22 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : domingo, 19 de setiembre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
 (NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (Kv)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.48	15.40	Tercio Central	33.54	41
2	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.55	15.47	Tercio Central	29.61	36
3	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.48	15.42	Tercio Central	32.46	40
4	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.48	15.40	Tercio Central	30.59	37
5	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.53	15.40	Tercio Central	31.56	38
6	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.53	15.46	Tercio Central	30.68	37
7	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.50	15.47	Tercio Central	30.99	38
8	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.48	15.47	Tercio Central	31.47	38
9	DOSIS 30 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.48	15.41	Tercio Central	31.99	39

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 EL PRESERTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (VÍA FOTOCÓPIA O MICROFILM).
 Av. Leoncio Prado N° 340 - Picomayo - Huancayo cel. RPN 920137591 RPC 979702825 e-mail: arsouqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RVV - HCH 02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN: domingo, 22 de Agosto de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : domingo, 19 de setiembre de 2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS (NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.65	15.50	Tercio Central	30.93	37
2	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.63	15.43	Tercio Central	29.52	36
3	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.62	15.46	Tercio Central	28.72	35
4	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	16.05	15.48	Tercio Central	28.72	35
5	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.61	15.44	Tercio Central	27.39	33
6	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	15.62	15.44	Tercio Central	28.41	36
7	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	16.93	15.33	Tercio Central	30.61	34
8	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	16.11	15.33	Tercio Central	31.42	37
9	DOSIS 25 Kg DE FIBRA	22/08/2021	19/09/2021	28	45.0	54.00	16.19	15.05	Tercio Central	29.64	35

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm2
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, DP. 004-1993).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591. RPC 979702825 e-mail: areadqc@express@gmail.com



EMPRESA OAJQC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO :
CLIENTE : 01-TF-CF01
PROYECTO : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORSALES
FECHA DE ELABORACIÓN : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
FECHA DE EMISIÓN : 23/08/2021
 24/03/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1679)

Identificación de Paño : PAÑO PATRÓN
 Volumen del concreto en el Paño (m³) : 0.020
 Contenido de aire (%) : 1.50%
 Densificación de fibra de metal (kg/m³) : 0 kg/m³
 Hora de inicio del Vaciado : 09:30:00
 Temperatura del concreto al vaciado (°C) : 22.2 °C
 Hora de término del vaciado : 09:34:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURACIÓN (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL (%)	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
					Superior	Medio	Inferior						
F1	10:03:00	30	1985	30	0.4		10	36	25.4	19.9	4.7	2:39 TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min)	
F2	10:33:00	30	1985	60	0.5		10	45	25.7	20.5	4.8		
F3	11:03:00	30	1985	90	0.5		10	48	26.7	19.3	4.8		
F4	11:33:00	30	1985	120		0.5	10	47	28.4	20.1	4.7		
F5	12:03:00	30	1985	150		0.8	10	46	28.6	20.6	4.9		
F6	12:33:00	30	1985	180		0.8	10	46	28.5	20.7	4.7		
F7	13:03:00	30	1985	210		0.45	10	46	28.6	20.4	4.8		
F8	13:33:00	30	1985	240		0.6	10	45	27.9	20.4	4.9		
F9	14:03:00	30	1985	270		0.5	10	45	27.7	20.5	5		
F10	14:33:00	30	1985	300		0.6	10	45	27.6	20.8	4.7		
F11	15:03:00	30	1985	330		0.5	10	48	28.4	20.9	4.8		
F12	15:33:00	30	1985	360		0.5	10	47	28.4	20.4	4.9		
F13	16:03:00	30	1985	390		0.8	10	47	28.7	20.4	5		
F14	16:33:00	30	1985	420		0.5	10	46	28.3	20.5	4.9		
F15	17:03:00	30	1985	450		0.8	10	45	28.4	20.5	5		
F16	17:33:00	30	1985	480		0.8	10	48	28.4	20.76	4.7		
PROMEDIO ESPESOR FISURAS CRR : 0.622 CRR : 0.37												3:45 TIEMPO FINAL DE FRAGUADO (Horas:min)	



CRR= (1- ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA)
 ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde:
 CRR = Relación de reducción de grietas

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJURAR INDEPORTE) OF- 864 (1982).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: alcesgarczapaltes@rmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO : 01-TF-CF01
 CLIENTE : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA | KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN : 23/09/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 24/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS
 (ASTM C1679)

Identificación de Paño
 Volumen del concreto en el Paño (m³)
 Contenido de aire (%)
 Dosificación de fibra de metal (kg/m³)
 Hora de inicio del Vaciado
 Temperatura del concreto al vaciado (°C)
 Hora de término del vaciado

PAÑO PATRÓN
 0.020
 1.65%
 0 kg/m³
 08:35:00
 22.1 °C
 08:40:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
					Superior	Medio	Inferior						
F1	05:10:00	30	1988	30	0.57			10	36	25.3	19.8	4.4	
F2	05:40:00	30	1988	60	0.6			10	44	25.6	20.3	4.5	
F3	10:10:00	30	1988	90	0.6			10	47	25.6	19.4	4.6	
F4	10:40:00	30	1988	120	0.6			10	48	28.2	20.6	4.7	
F5	11:10:00	30	1988	150	0.7			10	45	28.5	20.3	4.5	
F6	11:40:00	30	1988	180	0.6		0.6	10	45	27.6	20.8	4.7	
F7	12:10:00	30	1988	210	0.8		0.8	10	46	28.7	20.5	4.5	
F8	12:40:00	30	1988	240	0.9		0.9	10	43	27.5	20.1	4.9	
F9	13:10:00	30	1988	270	0.6		0.6	10	46	27.8	20.6	5	
F10	13:40:00	30	1988	300	0.9		0.9	10	47	27.2	20.5	4.6	
F11	14:10:00	30	1988	330	0.6		0.6	10	43	27.4	20.4	4.7	
F12	14:40:00	30	1988	360	0.6		0.6	10	46	28.8	20.4	4.8	
F13	15:10:00	30	1988	390	0.6		0.6	10	48	28.1	20.9	5	
F14	15:40:00	30	1988	420	0.8		0.8	10	44	24.8	20.4	4.8	
F15	16:10:00	30	1988	450	0.8		0.8	10	43	27.5	20.7	5	
F16	17:40:00	30	1988	480	0.8		0.8	10	43	26.4	20.8	4.5	2:44
													TIEMPO FINAL DE FRAGUADO (Horas:min)
													3:49

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.691
CRR	0.29

CRR = $(1 - \frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL}})$

Donde:
 CRR : Relación de reducción de grietas

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN FIRMAS RECORRIDAS) (P. 84 1989).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo Tel. RPM 920137591, RPC 979702825 e-mail: asesor@qavocexpress.com





EMPRESA OVA/OC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO
CLIENTE
PROYECTO
FECHA DE ELABORACIÓN
FECHA DE EMISIÓN

01-TF-CF01
Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAJURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021
23/08/2021
24/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1579)

Identificación de Paño
Volumen del concreto en el Paño (m³)
Contenido de aire (%)
Dosis de fibra de metal (kg/m³)
Hora de inicio del Vaciado
Temperatura del concreto al vaciado (°C)
Hora de término del vaciado

PAÑO PATRÓN
0.020
1.55%
0 kg/m³
08:35:00
22.8 °C
08:40:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL (%)	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
					Superior	Medio	Inferior						
F1	09:10:00	30	1988	30	0.5	0.5	10	37	25.3	19.8	4.6		
F2	09:40:00	30	1988	60	0.5	0.5	10	46	25.6	20.3	4.5		
F3	10:10:00	30	1988	90	0.6	0.6	10	47	26.6	18.4	4.8		
F4	10:40:00	30	1988	120	0.7	0.7	10	48	28.2	20.6	4.7		
F5	11:10:00	30	1988	150	0.7	0.7	10	45	28.5	20.3	4.6		
F6	11:40:00	30	1988	180	0.8	0.8	10	44	28.6	20.8	4.7		
F7	12:10:00	30	1988	210	0.5	0.5	10	47	28.7	20.5	4.5		
F8	12:40:00	30	1988	240	0.5	0.5	10	43	27.5	20.1	4.9		
F9	13:10:00	30	1988	270	0.75	0.75	10	46	27.6	20.6	5		
F10	13:40:00	30	1988	300	0.6	0.6	10	48	27.2	20.5	4.7		
F11	14:10:00	30	1988	330	0.9	0.9	10	43	28.4	20.4	4.5		
F12	14:40:00	30	1988	360	0.5	0.5	10	45	28.8	20.4	4.8		
F13	15:10:00	30	1988	390	0.5	0.5	10	46	28.1	20.9	5		
F14	15:40:00	30	1988	420	0.6	0.6	10	45	28.6	20.4	4.7		
F15	16:10:00	30	1988	450	0.8	0.8	10	43	28.5	20.7	5		
F16	17:40:00	30	1988	480	0.8	0.8	10	47	28.4	20.8	4.8		

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.631
CRR	0.44

CRR= (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MORMICON REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MORMICON DE CONTROL

Donde:
CRR

Relación de reducción de grietas

Av. Leoncio Prado N° 940 Pícamayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: ingenieros@ovagc.com





EMPRESA OAJ/OC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO : 01-TF-CF02
CLIENTE : Bch. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
FECHA DE ELABORACIÓN : 24/09/2021
FECHA DE EMISIÓN : 25/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS
(ASTM C1679)

Identificación de Paño:
 Volumen del concreto en el Paño (m³): 0.020
 Contenido de aire (%): 1.90%
 Dosisificación de fibra de metal (kg/m³): 20 kg/m³
 Hora de inicio del Vaciado: 12:00:00
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 21.8 °C
 Hora de término del vaciado: 12:04:00

DOSIFICACIÓN 20kg/m³
 0.020
 1.90%
 20 kg/m³
 12:00:00
 21.8 °C
 12:04:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL (%)	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
					superior	Medio	Inferior						
F1	12:34:00	30	1888	30	0.00		10	38	25.4	19.4	4.6	2:45 TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min)	
F2	13:04:00	30	1888	60	0.05		10	40	25.7	20.4	4.8		
F3	13:34:00	30	1888	90	0.1		10	42	26.7	19.7	4.7		
F4	14:04:00	30	1888	120	0.05		10	39	27.9	20.2	4.8		
F5	14:34:00	30	1888	150	0.05		10	41	26.3	20.4	4.9		
F6	15:04:00	30	1888	180		0.1	10	45	26.2	20.5	5		
F7	15:34:00	30	1888	210		0.1	10	42	26.1	20.7	4.8		
F8	16:04:00	30	1888	240		0.05	10	43	27.8	20.8	4.9		
F9	16:34:00	30	1888	270		0.05	10	40	27.7	20.9	5		
F10	17:04:00	30	1888	300		0.1	10	42	27.6	21.1	4.8		
F11	17:34:00	30	1888	330		0.1	10	40	26.2	21.3	5		
F12	18:04:00	30	1888	360		0.1	10	39	27.7	20.4	4.7		
F13	18:34:00	30	1888	390		0.15	10	38	27.4	20.4	4.8		
F14	19:04:00	30	1888	420		0.1	10	41	26.9	20.5	5		
F15	19:34:00	30	1888	450		0.2	10	42	27.1	20.3	4.7		
F16	20:04:00	30	1888	480		0.2	10	43	26.4	20.9	4.7		

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.0875
CRR	0.86

CRR = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde:
 CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN FISURAS, MEDICIÓN, etc.).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 926137551 RPC 979702825 e-mail: arsosaiscespresso@gmail.com





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO
CLIENTE : 01-IT-CF02
PROYECTO : Bach: KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES
FECHA DE ELABORACIÓN : "ANÁLISIS DEL COMFORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
FECHA DE EMISIÓN : 24/09/2021
 25/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1679)

Identificación de Paño:
 Volumen del concreto en el Paño (m³): 0.020
 Contenido de aire (%): 1.80%
 Dosisificación de fibra de metal (kg/m³): 20 kg/m³
 Hora de inicio del Vaciado: 09:56:00
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 21.4 °C
 Hora de término del vaciado: 10:00:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)			LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
					Superior	Medio	Inferior						
F1	10:30:00	30	1988	30	0.05			10	36	25.3	19.4	4.8	TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min)
F2	11:00:00	30	1988	60	0.1			10	38	26.2	20.4	4.8	
F3	11:30:00	30	1988	90		0.1		10	40	26.5	19.7	4.7	
F4	12:00:00	30	1988	120			0.15	10	39	27.6	20.1	4.8	
F5	12:30:00	30	1988	150		0.15		10	42	27.8	20.6	4.8	
F6	13:00:00	30	1988	180	0.2			10	42	26.2	20.4	5	
F7	13:30:00	30	1988	210	0.2			10	43	27.1	20.7	4.7	
F8	14:00:00	30	1988	240		0.15		10	43	27.6	20.8	4.8	
F9	14:30:00	30	1988	270		0.2		10	36	27.3	20.9	5	
F10	15:00:00	30	1988	300			0.25	10	41	27.6	21.1	4.8	
F11	15:30:00	30	1988	330		0.4		10	45	26.2	21.3	5	
F12	16:00:00	30	1988	360			0.15	10	41	27.4	20.1	4.5	
F13	16:30:00	30	1988	390		0.15		10	37	27.1	20.2	4.8	
F14	17:00:00	30	1988	420			0.2	10	40	26.7	20.3	5	
F15	17:30:00	30	1988	450		0.15		10	42	27.5	20.8	4.8	
F16	18:00:00	30	1988	480			0.15	10	45	26.4	20.9	4.7	

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.19
CRR	0.72

CRR = $(1 - \frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGON REFORZADO CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGON DE CONTROL}})$

Donde:
 CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD PARA EFECTOS VINCULADOS.
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pílkomayo - Huancayo cel. RPM 920137591. RFC 979702825 e-mail: arsouqcasexpress@gmail.com





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO : 01-TF-CF02
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 FECHA DE ELABORACIÓN : 24/09/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 25/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1579)

Identificación de Paño: 0.020
 Volumen del concreto en el Paño (m³): 1.96%
 Contenido de aire (%): 20 kg/m³
 Dosificación de fibra de metal (kg/m³): 06:55:00
 Hora de inicio del Vaciado: 21.8 °C
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 10:00:00
 Hora de término del vaciado:

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)		LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL (%)	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAQUADO
					Superior	Inferior						
F1	10:30:00	30	1995	30	0.05		10	36	25.3	19.4	4.6	
F2	11:00:00	30	1995	60	0.1		10	39	26.2	20.4	4.8	
F3	11:30:00	30	1995	90		0.1	10	41	26.5	19.7	4.7	TIEMPO INICIAL DE FRAQUADO (horas:min)
F4	12:00:00	30	1995	120		0.2	10	39	27.6	20.1	4.8	2:42
F5	12:30:00	30	1995	150		0.25	10	42	27.8	20.6	4.8	
F6	13:00:00	30	1995	180	0.1		10	44	29.2	20.4	5	
F7	13:30:00	30	1995	210	0.1		10	43	27.1	20.7	4.7	
F8	14:00:00	30	1995	240		0.15	10	43	27.6	20.8	4.8	
F9	14:30:00	30	1995	270	0.2		10	39	27.3	20.9	5	
F10	15:00:00	30	1995	300	0.1		10	41	27.6	21.1	4.8	
F11	15:30:00	30	1995	330	0.2		10	43	28.2	21.3	5	
F12	16:00:00	30	1995	360		0.15	10	40	27.4	20.1	4.5	TIEMPO FINAL DE FRAQUADO (horas:min)
F13	16:30:00	30	1995	390	0.2		10	37	27.1	20.2	4.8	4:37
F14	17:00:00	30	1995	420		0.2	10	42	26.7	20.3	5	
F15	17:30:00	30	1995	450	0.3		10	42	27.5	20.8	4.8	
F16	18:00:00	30	1995	480	0.3		10	43	28.4	20.9	4.7	

PROMEDIO ESPESOR FISURAS CRR = 0.168 / 0.73

CRR = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde: CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRESA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOUL GROUP SAC. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (DADA PERSONA, ZONAS, OP. 04-11-1993).
 Av. Leocadio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591. RPC: 979702825 e-mail: asesor@expresconcreto.com





EMPRESA OQ/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO : 01-TI-CR33
CLIENTE : BACH, KIMBERLY Y KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN, JONNY RÍOS MORALES
PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
FECHA DE ELABORACIÓN : 27/09/2021
FECHA DE EMISIÓN : 28/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C 678)

Identificación de Paño:
 Volumen del concreto en el Paño (m³): 0.020
 Contenido de aire (%): 2.20%
 Dosificación de fibra de metal (kg/m³): 25kg
 Hora de inicio del Vaciado: 11:30:00
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 22.2 °C
 Hora de término del vaciado: 11:34:00

ID DE FIBRA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESES DE LA FIBRA (mm)			LONGITUD DE LA PRUEBA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL (%)	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAJADO
					Superior	Medio	Inferior						
F1	12:04:00	30	1988	30	0	0	0	0	37	26.4	20.4	4.5	
F2	12:34:00	30	1988	60	0	0	0	0	41	25.9	21.1	4.7	
F3	13:04:00	30	1988	90	0	0	0	0	36	26.4	20.4	4.8	
F4	13:34:00	30	1988	120	0.05	0.05	0.05	10	39	27.4	20.3	4.9	TIEMPO INICIAL DE FRAJADO (Hora:min)
F5	14:04:00	30	1988	150	0.05	0.05	0.05	10	40	27.8	20.5	5	3:08
F6	14:34:00	30	1988	180	0.05	0.05	0.05	10	42	28.1	20.7	5	
F7	15:04:00	30	1988	210	0.1	0.1	0.1	10	41	28.3	20.8	4.9	
F8	15:34:00	30	1988	240	0.1	0.1	0.1	10	42	27.9	20.9	4.9	
F9	16:04:00	30	1988	270	0.15	0.15	0.15	10	40	27.5	21.1	5	
F10	16:34:00	30	1988	300	0.05	0.05	0.05	10	42	27.4	21.2	4.7	
F11	17:04:00	30	1988	330	0.05	0.05	0.05	10	40	27.4	21.4	5	
F12	17:34:00	30	1988	360	0.1	0.1	0.1	10	38	27.3	20.6	4.7	
F13	18:04:00	30	1988	390	0.1	0.1	0.1	10	39	27.4	20.8	4.8	
F14	18:34:00	30	1988	420	0.05	0.05	0.05	10	40	26.9	20.8	4.8	
F15	19:04:00	30	1988	450	0.1	0.1	0.1	10	41	27.1	20.4	4.8	
F16	19:34:00	30	1988	480	0.2	0.2	0.2	10	42	27.4	20.7	4.8	TIEMPO FINAL DE FRAJADO (Hora:min)

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.07
CRR	0.88

CRR = (1 - $\frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL}}$)

Donde:
 CRR : Relación de reducción de grietas



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER FOTOCOPIADO NI AUTORIZADO ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD PARA FINESES EDUCACIONALES. (CP 08 1997)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: arzasacsexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO : 01-TC-C503
CLIENTE : BACH WINBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KSEMLIN JONNY RÍOS MORALES
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FISICO Y MECANICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021
FECHA DE ELABORACIÓN : 27/06/2021
FECHA DE EMISIÓN : 29/06/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS
(Artículo 1619)

Identificación de Paño: 0.020
 Volumen del concreto en el Paño (m³): 2.294
 Contenido de aire (%): 26.04
 Densificación de fibra de metal (kg/m³): 11.36.00
 Hora de inicio del vaciado: 22.3 °C
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 11.30.00
 Hora de término del vaciado:

DOSIFICACIÓN: 20kg/m³
 0.020
 2.294
 26.04
 11.36.00
 22.3 °C
 11.30.00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)		LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO	
					Superior	Inferior						TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min)	TIEMPO FINAL DE FRAGUADO (Horas:min)
F1	12:00:00	30	1900	30	0	0	0	36	26.9	21.4	4.5		
F2	12:30:00	30	1900	60	0	0	0	42	26.3	21.6	4.7		
F3	13:00:00	30	1900	90	0	0	0	37	27.1	20.4	4.6		
F4	13:30:00	30	1900	120	0	0	0	39	26.3	20.3	4.9		
F5	14:00:00	30	1900	150	0.05	0	10	39	27.2	20.5	5		
F6	14:30:00	30	1900	180	0.05	0.05	10	41	26.6	21.7	5		
F7	15:00:00	30	1900	210	0.05	0.05	10	43	27.6	20.3	4.9		
F8	15:30:00	30	1900	240	0.05	0.05	10	42	25.9	20.2	4.6		
F9	16:00:00	30	1900	270	0.05	0.05	10	40	26.5	22.1	5		
F10	16:30:00	30	1900	300	0.05	0.05	10	42	27.3	21.0	4.8		
F11	17:00:00	30	1900	330	0.1	0.1	10	40	26.9	21.2	5		
F12	17:30:00	30	1900	360	0.1	0.1	10	39	27.2	20.6	4.5		
F13	18:00:00	30	1900	390	0.1	0.1	10	39	26.6	20.5	4.5		
F14	18:30:00	30	1900	420	0.1	0.1	10	42	26.8	20.8	4.6		
F15	19:00:00	30	1900	450	0.1	0.1	10	41	27.8	20.7	4.5		
F16	19:30:00	30	1900	480	0.1	0.1	10	40	26.9	20.4	4.6		

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.06
CRR	0.81

CRR = $(1 - \frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE HORMIGON REFORZADO CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE HORMIGON DE CONTROL}})$

Donde: CRR = Relación de reducción de grietas



El presente documento no reemplaza inspecciones en campo y debe ser usado como referencia. No es responsable de la ejecución de los trabajos (obra) ni de la selección de los materiales.

Av. Leoncio Prado N° 340 - Píscomaayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: jesusqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA OAJOC CONSTRUCCION SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO
CLIENTE
PROYECTO
FECHA DE ELABORACIÓN
FECHA DE EMISIÓN

01-TC-CR03
 BACH. KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN, JONNY RIOS MORALES
 ANALISIS DE COMPORTAMIENTO FISICO Y MECANICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021
 27/03/2021
 28/03/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA EN LOS PAÑOS
(ASTM C1199)

Identificación de Paño:
 Volumen del concreto en el Paño (m³):
 Contenido de aire (%):
 Densificación de fibra de metal (kg/m³):
 Hora de inicio del vaciado:
 Temperatura del concreto al vaciado (°C):
 Hora de término del vaciado:

DENSIFICACION 25kg/m³
 0.020
 2.20%
 25kg
 11:20:00
 22.2 °C
 11:30:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICION	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	AREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO	ESPESOR DE LA FISURA (mm)	LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/m)	TIEMPO DE FRAGUADO
F1	12:00:00	30	1988	30	0	0	36	26.0	20.4	4.5	2:50
F2	12:30:00	30	1988	60	0	0	42	26.3	21.6	4.9	
F3	13:00:00	30	1988	90	0	0	37	26.3	20.6	4.9	
F4	13:30:00	30	1988	120	0	0	39	27.2	20.3	4.9	
F5	14:00:00	30	1988	150	0	0	39	27.2	20.5	5	4:30
F6	14:30:00	30	1988	180	0	0	42	26.6	21.7	5	
F7	15:00:00	30	1988	210	0	0	48	27.9	20.3	4.9	
F8	15:30:00	30	1988	240	0	0	42	26.7	21.2	4.8	
F9	16:00:00	30	1988	270	0	0	41	26.5	21.1	5	4:30
F10	16:30:00	30	1988	300	0	0	45	27.3	21.9	4.8	
F11	17:00:00	30	1988	330	0.03	10	40	25.9	21.2	5	
F12	17:30:00	30	1988	360	0.05	10	37	27.2	21.6	4.5	
F13	18:00:00	30	1988	390	0.05	10	38	26.8	20.8	4.8	4:30
F14	18:30:00	30	1988	420	0.07	10	42	26.3	20.8	4.8	
F15	19:00:00	30	1988	450	0.1	10	41	27.8	20.7	4.5	
F16	19:30:00	30	1988	480	0.1	10	43	26.9	20.4	4.8	

PROMEDIO ESPESOR FISURAS
 CR1 = 0.03
 CR2 = 0.94

CR1 = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA CRISTA DE MEZCLA DE HORMIGON REFORZADO CON FIBRA)
 ANCHURA MEDIA DE LA CRISTA DE MEZCLA DE HORMIGON DE CONTROL

Donde:
 CR1 = Relación de reducción de grietas



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPLEARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN FIRMAS, RECEPES, E.P. O.M. 1853).

Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591. RPC 979702825 e-mail: aracajoc@aracajoc.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

01-JF-CF04
Sra. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JOHNNY RÍOS MORALES
"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

28/09/2021
28/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1579)

DOSIFICACIÓN 30kg/m³
0.020
2.72%
30kg/m³
06:31:00
19.9 °C
09:35:00

Identificación de Paño:
Volumen del concreto en el Paño (m³):
Contenido de aire (%):
Dosificación de fibra de metal (kg/m³):
Hora de inicio del Vaciado:
Temperatura del concreto al vaciado (°C):
Hora de término del vaciado:

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO			ESPESOR DE LA FISURA (mm)		LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
				Superior	Medio	Inferior	Superior	Medio						
F1	10:05:00	30	1988	0	0	0	0	0	41	26.1	17.5	4.4		
F2	10:35:00	30	1988	60	0	0	0	0	42	25.5	18.3	4.7		
F3	11:05:00	30	1988	90	0	0	0	0	44	26.2	18.7	4.8		
F4	11:35:00	30	1988	120	0.05	0	0	0	41	23.4	18.8	4.5		
F5	12:05:00	30	1988	150	0.05	0	0	0	44	27.7	18.3	4.5		
F6	12:35:00	30	1988	180	0.10	0.10	0	0	46	27.1	18.5	4.9		
F7	13:05:00	30	1988	210	0.10	0.10	0	0	44	28.2	19.1	5		
F8	13:35:00	30	1988	240	0.15	0.15	0	0	45	26.1	18.5	5		
F9	14:05:00	30	1988	270	0.15	0.15	0	0	46	27.2	18.8	5		
F10	14:35:00	30	1988	300	0.15	0.15	0	0	46	26.4	19.1	4.7		
F11	15:05:00	30	1988	330	0.15	0.15	0.15	0.15	43	26.9	18.9	4.9		
F12	15:35:00	30	1988	360	0.15	0.15	0.15	0.15	42	25.3	17.9	5.1		
F13	16:05:00	30	1988	390	0.2	0.2	0.2	0.2	44	27.2	18.5	4.9		
F14	16:35:00	30	1988	420	0.2	0.2	0.2	0.2	42	27.9	19.8	4.8		
F15	17:05:00	30	1988	450	0.2	0.2	0.2	0.2	41	27.6	18.9	4.7		
F16	17:35:00	30	1988	480	0.2	0.2	0.2	0.2	45	27.5	19.2	4.9		

PROMEDIO ESPESOR FISURAS
CRR 0.06
CRR 0.905

CRR= (1- ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Densidad: CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL con certificado de calibración realizado por la empresa ARSCOU GROUP SAC. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD, OBLIGANDO PERMANECER: CP- 04-1989.
Av. Leonticio Prado N° 340 Píloncayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: atcasasac@express.com





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

01-TF-QF04
 Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JOHNNY RIOS MORALES
 "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
 28/09/2021
 28/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1676)

DOSIFICACIÓN 30kg/m³
 0.020
 2.65%
 30kg/m³
 06:37:00
 19.9 °C
 06:35:00

Identificación de Paño:
 Volumen del concreto en el Paño (m³):
 Contenido de aire (%):
 Dosificación de fibra de metal (kg/m):
 Hora de inicio del Vaciado:
 Temperatura del concreto al vaciado (°C):
 Hora de término del vaciado:

ID DE FIBRA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO			ESPESOR DE LA FIBRA (mm)			LONGITUD DE LA FIBRA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
				Superior	Medio	Inferior	Superior	Medio	Inferior						
F1	10:05:00	30	1980	0	0	0	0	0	0	42	26.1	17.5	4.4	3.28	
F2	10:35:00	30	1980	60	0	0	0	0	0	41	25.5	16.3	4.7		
F3	11:05:00	30	1980	90	0	0	0	0	0	44	26.2	16.7	4.8		
F4	11:35:00	30	1980	120	0	0	0	0	0	41	26.4	16.8	4.5		
F5	12:05:00	30	1980	150	0	0	0	0	0	44	27.2	16.3	4.6		
F6	12:35:00	30	1980	180	0	0	0	0	0	45	27.2	16.5	4.9		
F7	13:05:00	30	1980	210	0	0	0	0	0	44	26.2	16.2	5		
F8	13:35:00	30	1980	240	0	0	0	0	0	45	26.2	16.5	5		
F9	14:05:00	30	1980	270	0	0	0	0	0	47	27.2	16.5	5		
F10	14:35:00	30	1980	300	0	0	0	0	0	46	26.3	16.1	4.8		
F11	15:05:00	30	1980	330	0	0	0	0	0	43	26.9	16.8	4.9		
F12	15:35:00	30	1980	360	0	0	0	0	0	41	26.4	17.9	5.1		
F13	16:05:00	30	1980	390	0	0	0	0	0	44	27.2	16.5	4.9		
F14	16:35:00	30	1980	420	0	0	0	0	0	42	27.9	16.6	4.8		
F15	17:05:00	30	1980	450	0	0	0	0	0	41	27.8	16.9	4.7		
F16	17:35:00	30	1980	480	0	0	0	0	0	45	27.5	19.2	4.9		

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.01
CRR	0.991

CRR = $\left[1 - \frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MEZCLA DE MEZCLA REFORZADA CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MEZCLA DE CONTROL}} \right]$

Donde:
 CRR = Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP S/A
 El presente documento no deberá utilizarse sin autorización expresa del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad, para fines exclusivos de:
 Av. Leoncio Prado N° 940 Pilcomayo - Huancayo cel: RPMI 920137591 RPC 979702825 e-mail: arsoouexpress@gmail.com





EMPRESA OVAQC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO : 01-TF-CF04
CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIGOS MORALES
PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"
FECHA DE ELABORACIÓN : 28/09/2021
FECHA DE EMISIÓN : 28/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1879)

Identificación de Paño: DOSIFICACIÓN 30kg/m³
 Volumen del concreto en el Paño (m³): 0.020
 Contenido de aire (%): 3.70%
 Dosificación de fibra de metal (kg/m³): 30kg/m³
 Hora de inicio del Vaciado: 08:31:00
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 19.7 °C
 Hora de término del vaciado: 08:35:00

ID DE FISURA	HORA DE APARICIÓN	TIEMPO ENTRE FISURAS (min)	ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm ²)	TIEMPO ACUMULADO		ESPESOR DE LA FISURA (mm)		LONGITUD DE LA FISURA (mm)	HUMEDAD AMBIENTAL	T° AMBIENTAL (°C)	T° CONCRETO (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	TIEMPO DE FRAGUADO
				Superior	Inferior	Medio	Inferior						
F1	10:05:00	30	1968	30	0	0	0	0	40	26.4	17.9	4.5	3.21 (Horas:min)
F2	10:35:00	30	1968	60	0	0	0	0	41	25.8	18.4	4.8	
F3	11:05:00	30	1968	90	0	0	0	0	43	26.4	18.3	4.8	
F4	11:35:00	30	1968	120	0	0	0	0	42	27.4	18.5	4.7	
F5	12:05:00	30	1968	150	0.05	0.05	0.10	10	45	27.8	18.6	4.9	
F6	12:35:00	30	1968	180		0.05	0.10	10	46	28.1	18.7	4.9	
F7	13:05:00	30	1968	210		0.05	0.10	10	46	28.3	19	5	
F8	13:35:00	30	1968	240		0.05	0.10	10	46	27.1	19.1	5	
F9	14:05:00	30	1968	270		0.05	0.10	10	47	27.5	18.6	5	
F10	14:35:00	30	1968	300		0.10	0.10	10	47	27.4	19.2	4.8	
F11	15:05:00	30	1968	330		0.10	0.10	10	45	26.8	18.8	5.1	
F12	15:35:00	30	1968	360		0.10	0.10	10	43	27.3	18.9	5.3	
F13	16:05:00	30	1968	390		0.10	0.10	10	43	27.4	18.7	4.9	
F14	16:35:00	30	1968	420		0.10	0.10	10	45	26.9	19.2	4.8	
F15	17:05:00	30	1968	450		0.10	0.10	10	45	27.1	19.3	4.9	
F16	17:35:00	30	1968	480		0.10	0.10	10	45	27.4	19.5	4.9	

PROMEDIO ESPESOR FISURAS	0.06
CHR	0.905

CRR= (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde: CHR = Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PREENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOO GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD USANDO PERIFONEO: 01-19194.
Av. Leontcio Prado N° 340 Pílkomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 879702825 e-mail: arsoo@arsoogroup.com



ANEXO 11: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



Fecha de emisión 2021/09/06

Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0437-036-2021

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g

Resolución

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante JRC

Modelo ELECTRONIC

N° de serie 20049

Procedencia USA

Lugar de calibración QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carniel
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
15000	0		1			
30000	0		5			



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arvelo Carnica
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (tg)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.02	-0.07	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.04	0	0	1000	0.06	-0.01	0.01	1
2500	2500	0.07	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.05	-0.1	-0.09	1
15000	15000	0.04	0.01	0.01	15000	0.06	-0.21	-0.09	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_k = 2 \cdot \sqrt{0.18558 \text{ g}^2 + 0.0000000046508 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0.001803116 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Caralica
METROLOGÍA





Fecha de emisión 2021/09/06

Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. 57N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 0441-036-2021

Marca PYS EQUIPOS

Modelo SHX-2A

Serie 15113

Cámara 120 Litros

Ventilación NATURAL

Prómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración
- SNIM – PC-01B 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Garnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0441-036-2021

Página 2 de 5

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZCOO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (Minutos)	Hidrómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmín °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.0	111.7	110.1	110.7	110.3	110.8	110.7	110.6	111.0	110.5	110.5	0.9
00:02	110	110.0	111.5	110.5	110.4	110.8	110.7	110.9	110.0	111.0	110.1	110.6	1.0
00:04	110	109.9	111.7	110.0	110.7	110.5	110.9	111.0	110.5	110.4	110.6	110.1	1.0
00:06	110	110.0	111.5	110.2	110.5	110.2	110.7	110.1	110.3	110.7	110.9	110.4	0.8
00:08	110	110.0	111.7	111.0	110.5	111.0	110.8	110.2	110.2	110.5	110.0	110.5	1.0
00:10	110	110.9	110.1	110.3	110.7	110.5	110.3	110.3	110.9	110.9	110.1	110.5	0.8
00:12	110	110.0	110.8	110.8	110.0	110.8	110.8	110.9	110.5	110.7	110.7	110.6	0.9
00:14	110	110.3	110.3	110.0	110.7	110.3	110.5	110.7	110.9	110.8	110.6	110.6	0.8
00:16	110	110.8	110.0	110.0	110.1	110.6	110.3	110.5	110.3	110.0	110.4	110.4	0.8
00:18	110	110.4	110.8	110.8	110.4	110.3	110.9	110.1	110.8	110.8	110.3	110.5	0.8
00:20	110	110.9	110.1	110.3	110.1	110.2	110.5	110.1	110.1	110.9	110.8	110.4	0.8
00:22	110	110.3	110.4	110.6	110.4	110.1	110.9	110.6	110.6	110.2	110.4	110.4	0.5
00:24	110	110.1	110.1	110.5	110.5	110.7	110.1	110.3	110.0	110.8	110.9	110.4	0.9
00:26	110	110.7	110.2	110.1	110.2	110.0	110.9	110.4	110.2	110.5	110.9	110.6	0.9
00:28	110	110.8	110.0	110.4	110.5	110.6	110.7	110.5	110.9	111.0	110.6	110.6	1.0
00:30	110	110.1	110.8	110.1	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.9	110.4	110.5	0.8
00:32	110	110.7	110.9	110.5	110.6	110.2	110.7	110.9	110.1	110.1	110.8	110.5	0.8
00:34	110	110.1	110.0	111.0	110.8	110.8	110.5	110.4	110.7	110.8	110.3	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.4	110.8	110.4	111.0	110.1	110.6	110.5	110.9	110.4	110.6	0.9
00:38	110	110.7	110.1	110.8	110.5	110.2	110.5	110.9	110.6	110.9	110.4	110.6	0.8
00:40	110	110.4	110.6	110.9	110.2	110.2	110.9	110.4	110.1	110.1	110.6	110.4	0.8
00:42	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.5	110.5	110.3	110.8	110.9	110.5	110.6	0.5
00:44	110	110.2	111.0	110.3	110.2	110.3	110.6	110.1	110.4	110.1	111.0	110.4	0.9
00:46	110	110.9	110.6	110.2	110.5	110.4	110.7	110.8	110.9	110.3	111.0	110.6	0.8
00:48	110	110.2	110.1	111.0	110.4	110.9	110.7	110.1	110.0	110.2	110.9	110.4	1.0
00:50	110	110.7	110.5	110.1	110.6	110.5	110.3	110.2	110.9	110.3	110.3	110.4	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.6	110.3	110.5	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	110.9	111.0	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	



Nomenclatura:

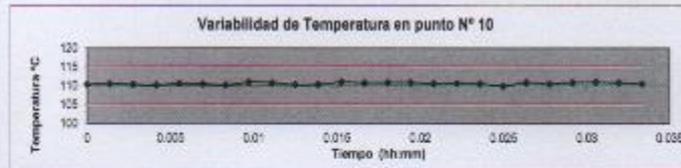
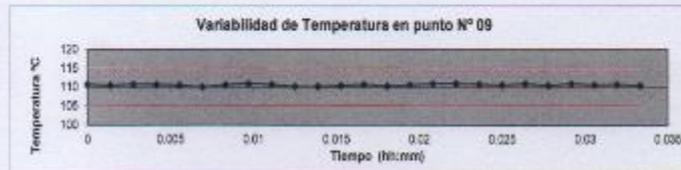
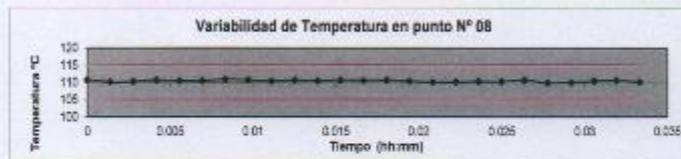
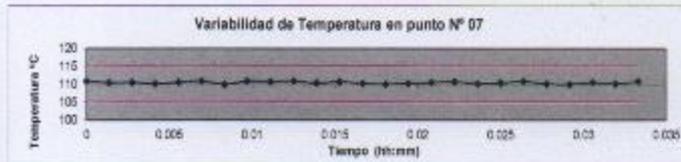
- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A. ©

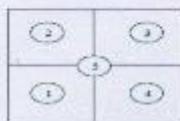
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

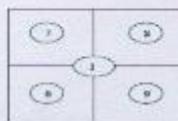
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



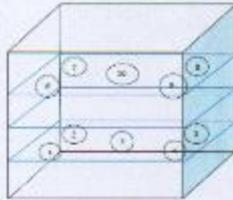
NIVEL INFERIOR



ARSO GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carica
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".



ARSOU GROUP S.A.C
[Signature]
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0440-036-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2021/09/06

Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. 5/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

Instrumento de medición PRESNA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO

Identificación 0440-036-2021

Marca PYS EQUIPOS

Modelo STYE-2000

Serie 160653

Capacidad 2000 kN

Indicador DIGITAL

Bomba ELÉCTRICA

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración

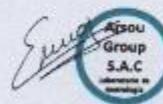
El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mx C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °c	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 63 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLO Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR %	ERROR (2) %			
100	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0	0.00
200	199.9	199.5	-0.1	-0.3	199.7	-0.15	0.14
300	299.7	299.5	-0.1	-0.2	299.6	-0.13	0.05
400	398.9	399.4	-0.3	-0.2	399.2	-0.21	0.09
500	499.2	499.5	-0.2	-0.1	499.4	-0.13	0.04
600	597.9	599.5	-0.4	-0.1	598.7	-0.22	0.19
700	699.5	699.9	-0.1	0.0	699.7	-0.04	0.04
800	797.9	798.5	-0.3	-0.2	798.2	-0.22	0.05

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
- Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0,35 % (1,73 kN)



ARSOU GROUP S.A.C

Hugo Luis Arevalo Carnica
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



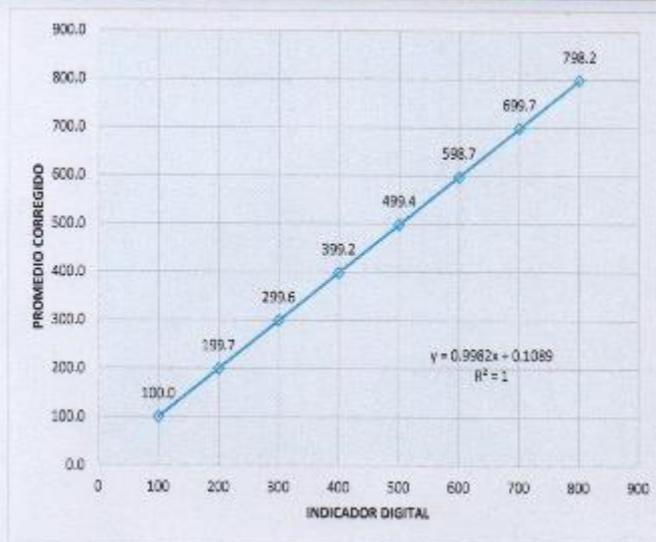
Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0440-036-2021

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9982x + 0,1089$

Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0448-036-2021

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/09/06

Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

Instrumento de medición TERMÓMETRO

Identificación 0448-036-2021

Marca THERMOLAB

Modelo NO INDICA

Serie 3

Indicador DIGITAL

Alcance -50 °C a 1150°C

Resolución 0.1 °C

Sensor VASTAGO - 20 cm

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012, "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0448-036-2021

Página 2 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: LTIutron	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	100.1	100.6	0.5
N° 02	101.3	101.4	0.1
N° 03	101.8	101.9	0.1
N° 04	102.4	102.3	-0.1
N° 05	102.9	102.7	-0.2

Corrección en la Lectura (°C)

± 0.3

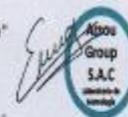
La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com