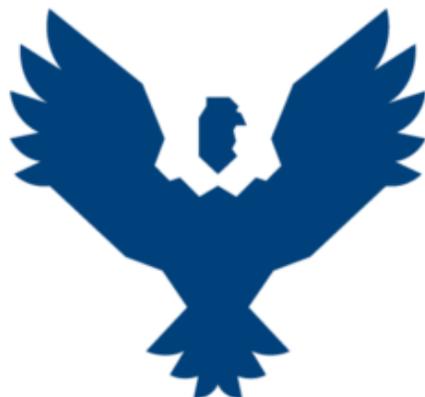




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“Evaluación Comparativa de las Propiedades Físicas y Mecánicas de Morteros,
Adicionados con Fibras de Paca Frente a un Mortero Tradicional”.

Línea de investigación: Ciencia y Tecnología en el uso de Materiales

Presentado por: Bach. Daniel Condori Turpo

0009-0007-4158-2595

Título Para Optar: Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Ing. Elvis Yuri Mamani Vargas

0000-0001-6139-0960

CUSCO-PERÚ

2023



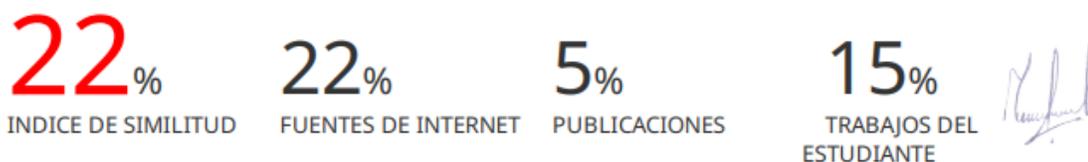
Metadatos

Datos del autor	
Nombres y apellidos	Daniel Condori Turpo
Numero de documento de identidad	42505592
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0007-4158-2595
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	Dr. Ing. Elvis Yuri Mamani Vargas
Numero de documento de identidad	41610570
URL de Orcid	https://orcid.org/0000-0001-6139-0960
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. Jorge Alvares Espinoza
Numero de documento de identidad	23818765
Jurado 2	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. Héctor Erick Somocurcio Alarcón
Numero de documento de identidad	23813832
Jurado 3	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. Adán Renzo Aguilar Hilari
Numero de documento de identidad	48226102
Jurado 4	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. Hugo cana paullo
Numero de documento de identidad	40331257
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la escuela profesional	Ciencia y Tecnología en el uso de Materiales



DANIEL CONDORI TURPO_27_03_2023.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	13%
2	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	3%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	NÚRIA GUASCH FERRÉ. "OPTIMITZACIÓ DE MÈTODES MULTITÈCNICA PER A LA CARACTERITZACIÓ DE COMPONENTS ORGÀNICS I MORTERS DE CALÇ TRADICIONALS DE L'ANTIGUITAT. DESENVOLUPAMENT DE METODOLOGIES EXPERIMENTALS PER A LA SEVA	<1%



CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ. APLICACIÓ A
UN CAS D'ESTUDI: ELS ESTUCS DE LA
PINTURA MURAL DE LA CULTURA MAIA
(ANTIGA MESOAMÈRICA)", Universitat
Politecnica de Valencia, 2016

Publicación

8

Marcia Domínguez Rodríguez. "Development
of Smart Devices for the Detection of
Metabolites of Toxic Substances and Disease-
Related Enzyme Overexpression", Universitat
Politecnica de Valencia, 2023

Publicación

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo



DANIEL CONDORI

TURPO_27_03_2023.docx

Fecha de entrega: 27-mar-2024 02:19p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2333035161

Nombre del archivo: DANIEL_CONDORI_TURPO_27_03_2023.docx (15.88M)

Total de palabras: 25086

Total de caracteres: 128736



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

¹ FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“Evaluación Comparativa de las Propiedades Físicas y Mecánicas de Morteros,
Adicionados con Fibras de Paca Frente a un Mortero Tradicional”.

² Línea de investigación: Ciencia y Tecnología en el uso de Materiales

Presentado por: Bach. Daniel Condori Turpo

0009-0007-4158-2595

Título Para Optar: Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Ing. Elvis Yuri Mamani Vargas

0000-0001-6139-0960

² CUSCO-PERÚ



Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor, apoyo y aliento en todo momento. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por enseñarme a perseguir mis sueños con pasión y determinación. Este logro no habría sido posible sin su constante apoyo y confianza en mí.

Daniel Condori Turpo



Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera en la realización de esta tesis.

En primer lugar, a la Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su formación profesional.

Agradecer a mi asesor de tesis Dr. Ing. Elvis Yuri Mamani Vargas, por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para lograr los objetivos propuestos.

Daniel Condori Turpo



Resumen

El trabajo de investigación consistió en evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de morteros adicionados con fibra de paca (*Guadua weberbaueri* Pilger) frente a un mortero tradicional se analizó las propiedades físicas y mecánicas mediante ensayos comparativos en estado fresco y endurecido, en el estado fresco se determinó en qué medida altera la fluidez del mortero y en qué medida se altera la fisuración en la contracción plástica del mortero y en el estado endurecido se determinó en qué medida varía la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. El diseño de mezcla se realizó utilizando los materiales como arena fina de Cuniyac, cemento portland tipo IP, aditivo y fibra de paca en sus diferentes dosis en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ para lo cual se realizó 6 ensayos para cada dosis, 24 muestras para 7, 14 y 28 días que en total de muestras serían 72 muestras para resistencia a compresión y 72 muestras para resistencia a flexión, para el ensayo de contracción plástica un ensayo para cada dosis que hacen total de 4 muestras ensayadas. En la contracción plástica se pudo determinar que cuanto más fibra se incrementa el mortero más se reducen tanto la longitud como el ancho de la grieta y en la resistencia a la compresión y flexión, la adición de fibra es significativa si y solo si se acompaña el efecto del tiempo de curado. Finalmente, se concluyó que la dosis de fibra de paca en estado fresco afecta directamente y de forma significativa a la reducción tanto de la longitud como al ancho de las grietas formadas por retracción plástica del mortero, y en el mortero en estado endurecido no es significativa su resistencia a la compresión ni la resistencia a la flexión.

Palabras claves: Mortero, Contracción plástica, Tiempo de fraguado, Peso unitario, Resistencia a Flexión, Resistencia a Compresión, fibra de paca.



Abstract

The research work consisted of comparatively evaluating the physical and mechanical properties of mortars added with bale fiber (*Guadua weberbaueri* Pilger) compared to a traditional mortar. The physical and mechanical properties were analyzed through comparative tests in the fresh and hardened state, in the fresh state. It was determined to what extent the fluidity of the mortar is altered and to what extent cracking is altered in the plastic contraction of the mortar and in the hardened state it was determined to what extent the compressive strength and flexural strength of the mortar vary with the addition of bale fibers at 300 g/m³; 600 g/m³ and 1000 g/m³ compared to a traditional mortar. The mix design was carried out using materials such as fine Cunyac sand, IP type Portland cement, additive and bale fiber in their different doses at 300 g/m³; 600 g/m³ and 1000 g/m³ for which 6 tests were carried out for each dose, 24 samples for 7, 14 and 28 days, which in total samples would be 72 samples for compression resistance and 72 samples for flexural resistance, for the plastic contraction test, one test for each dose, making a total of 4 samples tested. In plastic contraction it was determined that the more fiber the mortar increases, the more both the length and width of the crack are reduced and in the resistance to compression and flexion, the addition of fiber is significant if and only if it is accompanied by effect of curing time. Finally, it was concluded that the dose of bale fiber in the fresh state directly and significantly affects the reduction of both the length and width of the cracks formed by plastic shrinkage of the mortar, and in the mortar in the hardened state it is not significant. its compressive strength or flexural strength.

Keywords: Mortar, Plastic Shrinkage, Setting Time, Unit Weight, Flexural Strength, Compressive Strength, bale fiber.



Introducción

En las contracciones plásticas es un problema en la etapa de endurecimiento del mortero, la evaporación es un limitante al momento del curado, normalmente el clima de los andes y las bajas temperaturas así mismo como sus variaciones inmediatas afectan a este trabajo. Por tanto, se ve motivado la investigación a solucionar este proceso con materiales nuevos, económicos, sustentables y sostenibles. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional. La investigación tiene una importancia primordial en la mejora de las propiedades física y mecánicas del mortero adicionado con fibra de paca, así como también tiene como propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso de las fibras naturales y su influencia en las propiedades físicas y mecánicas del mortero. En cuanto al diseño de investigación es experimental con un enfoque cuantitativo y con nivel de investigación explicativo causal.

En cuanto al contenido en el primer capítulo de la investigación se expone el planteamiento del problema; identificación del problema, justificación e importancia de la investigación, delimitaciones de la investigación, objetivos de la investigación. Para el segundo capítulo se expone el marco teórico; antecedentes de la tesis, bases teóricas, hipótesis y definición de variables. todos estos definen un sustento de base científica que respalda el tema de investigación. El tercer capítulo nos detalla el método; metodología de investigación, diseño de investigación, población y muestra, instrumentos y procedimiento de recolección y análisis de datos. El cuarto capítulo exponemos los resultados, mostrando los resúmenes de nuestro análisis de datos, gráficos y resultados destacables. El quinto capítulo abordaremos las discusiones, donde se interpretará, comentará, contrastará, aportará los resultados.



Índice General

Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	x
Índice General.....	xi
Índice de Tablas.....	xvi
Índice de Figuras.....	xviii
Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	2
1.1. Identificación del Problema.....	2
1.1.1. Descripción del Problema.....	2
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema.....	4
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación.....	5
1.2.1. Justificación por Relevancia.....	5
1.2.2. Justificación por Viabilidad.....	5
1.2.3. Justificación Técnica.....	6
1.2.4. Justificación Social.....	6
1.3. Objetivos de Investigación.....	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
Capítulo II: Marco Teórico.....	8
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes a Nivel Local.....	8
2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional.....	8



2.1.3.	<i>Antecedentes a nivel Internacional</i>	11
2.2.	Bases Teóricas.....	13
2.2.1.	<i>Mortero</i>	13
2.2.2.	<i>Fibras</i>	20
2.2.3.	<i>El Concreto Hidráulico</i>	21
2.2.4.	<i>Propiedades del Mortero</i>	26
2.2.5.	<i>Paca</i>	29
2.3.	Hipótesis.....	36
2.3.1.	<i>Hipótesis General</i>	36
2.3.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	36
2.4.	Variables e Indicadores.....	37
2.5.1.	<i>Identificación de Variables</i>	37
2.5.2.	<i>Cuadro de Operacionalización de Variables</i>	38
	Capítulo III: Método	40
3.1.	Metodología de la Investigación.....	40
3.1.1.	<i>Enfoque de la Investigación</i>	40
3.1.2.	<i>Nivel o Alcance de la Investigación</i>	40
3.2.	Diseño de Investigación.....	40
3.2.1.	<i>Diseño Metodológico</i>	40
3.2.2.	<i>Diseño de Ingeniería</i>	41
3.3.	Población y Muestra.....	43
3.3.1.	<i>Población</i>	43
3.3.2.	<i>Muestra</i>	45
3.4.	Instrumentos.....	48
3.4.1.	<i>Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos</i>	48



3.4.2. Instrumentos de Ingeniería.....	57
3.5. Procedimiento de Recolección de Datos y Análisis de Datos.....	62
3.5.1. Diseño de Mezcla del Mortero:175kg/cm ²	62
3.5.2. Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de Cunyac.	64
3.5.3. Ensayo de Contenido de Humedad	66
3.5.4. Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino.....	68
3.5.5. Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino	70
3.5.6. Ensayo de Fluidéz del Mortero	72
3.5.7. Ensayo de Tiempo de Fraguado de la Mezcla de Mortero	75
3.5.8. Ensayo por Contracción Plástica	77
3.5.9. Ensayo de Resistencia a Compresión	84
3.5.10. Ensayo de Resistencia a la Flexión.....	89
3.5.3. Toma de Datos para el Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de Cunyac.....	96
3.5.4. Toma de Datos para Ensayo de Contenido de Humedad.....	98
3.5.5. Toma de Datos para Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino	99
3.5.6. Toma de Datos para Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino.....	100
3.5.7. Toma de Datos para Ensayo de Fluidéz del Mortero	101
3.5.8. Toma de Datos para Ensayo de Tiempo de Fraguado de la Mezcla de Mortero	101
3.5.9. Toma de Datos para Ensayo por Contracción Plástica.....	102
3.5.10. Toma de Datos para Ensayo de Temperatura del Mortero	104
3.5.11. Toma de Datos para Ensayo de Temperatura del Ambiente	105
3.5.12. Toma de Datos para Ensayo de Evaporación del Agua	106
3.5.13. Toma de Datos para Ensayo de Resistencia a Compresión	107
3.5.14. Toma de Datos para Ensayo de Resistencia a la Flexión	119
3.6. Cálculos Vinculados al Análisis de los Datos.....	131



3.6.1.	<i>Análisis para Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de Cunyac</i>	131
3.6.2.	<i>Análisis para Ensayo de Contenido de Humedad</i>	132
3.6.3.	<i>Análisis para Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino</i>	133
3.6.4.	<i>Análisis para Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino</i>	135
3.6.5.	<i>Análisis para Ensayo de Fluidéz del Mortero</i>	137
3.6.6.	<i>Análisis para Ensayo de Tiempo de Fraguado de la Mezcla de Mortero</i>	138
3.6.7.	<i>Análisis para Ensayo por Contracción Plástica</i>	139
3.6.8.	<i>Análisis para Ensayo de Temperatura del Mortero</i>	143
3.6.9.	<i>Análisis para Ensayo de Temperatura del Ambiente</i>	144
3.6.10.	<i>Análisis para Ensayo de Evaporación del Agua</i>	145
3.6.11.	<i>Análisis para Ensayo de Resistencia a Compresión</i>	145
3.6.12.	<i>Análisis para Ensayo de Resistencia a la Flexión</i>	155
CAPITULO IV: Resultados de la Investigación		163
4.1.	Resultados Respecto a los Objetivos Específicos	163
4.1.1.	<i>Resultados para Determinación de la Fluidéz</i>	163
4.1.2.	<i>Resultados para Determinación de la Contracción Plástica</i>	165
4.1.3.	<i>Resultados para Determinación de la Resistencia a la Compresión</i>	168
4.1.4.	<i>Resultados para Determinación de la Resistencia a la Flexión</i>	178
CAPÍTULO V: Discusión		189
5.1.	Contraste de los Resultados Obtenidos Respecto a los Antecedentes o Referentes de Marco Teórico	189
5.2.	Interpretación de los Resultados Encontrados en la Investigación.	190
5.3.	Comentario de la demostración de la tesis.	191
5.4.	Aporte de la Investigación.	192
Conclusiones y Recomendaciones		193



Referencias	197
Apéndice	207
Anexos.....	211



Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Requisitos de granulometría de arena gruesa.</i>	15
Tabla 2 <i>Tipos de mortero.</i>	19
Tabla 3 <i>Descripción microscópica de la Guadua, sp.</i>	32
Tabla 4 <i>Muestra los valores promedio de algunas de las características determinadas a través de las diferentes técnicas.</i>	35
Tabla 5 <i>Valores de las propiedades mecánicas de la fibra de paca.</i>	36
Tabla 6 <i>Operacionalización de variables.</i>	39
Tabla 7 <i>Cantidad de muestras cubicas adicionados con dosis de fibra de paca para compresión.</i>	43
Tabla 8 <i>Cantidad de muestras rectangulares adicionados con dosis de fibra de paca para flexión.</i>	44
Tabla 9 <i>Cantidad de muestras de paneles rectangulares del mortero.</i>	44
Tabla 10 <i>Cantidad de muestras cubicas del mortero patrón.</i>	46
Tabla 11 <i>Cantidad de muestras rectangulares del mortero patrón.</i>	47
Tabla 12 <i>Nomenclatura de cada diseño.</i>	62
Tabla 13 <i>Datos de los componentes.</i>	64
Tabla 14 <i>Matriz de correlación entre el ancho y la longitud de las grietas con la dosis de fibra.</i>	141
Tabla 15 <i>Análisis de varianza del ancho de la grieta.</i>	141
Tabla 16 <i>Análisis de varianza de la longitud de la grieta.</i>	142
Tabla 17 <i>Matriz de correlación entre resistencia compresiva, edad y dosis.</i>	150
Tabla 18 <i>Análisis de varianza de la dosis de fibra con la resistencia y la edad.</i>	150
Tabla 19 <i>Matriz de correlación de la dosis de fibra con los días de curado y la flexión.</i>	160
Tabla 20 <i>Análisis ANOVA de la dosis de fibra y el tiempo de curado, con la flexión.</i>	160
Tabla 21 <i>Resultados del ensayo de fluidez por el método de slump.</i>	163
Tabla 22 <i>Variación porcentual del ensayo de fluidez por el método de slump.</i>	164
Tabla 23 <i>Resultados de la longitud total y ancho promedio del ensayo de contracción plástica.</i>	166
Tabla 24 <i>Variación porcentual de la longitud total y ancho promedio del ensayo de contracción plástica.</i>	166



Tabla 25 <i>Resultados de los promedios de la resistencia a la compresión.</i>	169
Tabla 26 <i>Variación porcentual de la resistencia a la compresión.</i>	169
Tabla 27 <i>Resultados de los promedios de la resistencia a la flexión.</i>	179
Tabla 28 <i>Variación porcentual de la resistencia a la flexión</i>	179



Índice de Figuras

Figura 1 Tamizado de arena y extracción de polvo.....	16
Figura 2 Granulometría recomendable.	16
Figura 3 Sales en el mortero.	17
Figura 4 Almacenamiento de Arena.....	17
Figura 5 Falla al Esfuerzo Cortante.	18
Figura 6 Slump del Mortero.	20
Figura 7 Prueba de Slump en el Concreto.	23
Figura 8 Características del cemento.	24
Figura 9 Hormigón para concreto.	26
Figura 10 Paca (<i>Guadua weberbaueri</i> Pilger).	30
Figura 11 Diagrama de flujo de ingeniería	42
Figura 12 hoja de recolección de datos para el análisis granulométrico de agregado fino (MTC E 204,2016).	48
Figura 13 Hoja de recolección de datos para el ensayo de contenido de humedad MTC E.215 (2016).....	49
Figura 14 Hoja de recolección de datos para el ensayo de temperatura.	49
Figura 15 Hoja de recolección de datos para el ensayo de evaporación.	50
Figura 16 Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso específico NTP 400.022 (2013).	51
Figura 17 Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso unitario suelto y compactado MTC E.203(2016).	52
Figura 18 Hoja de recolección de datos para el ensayo de fluidez del mortero por el método del slump MTC E.705 (2016).....	53
Figura 19 Hoja de recolección de datos para el ensayo de tiempo de fraguado del mortero ASTM C403M (2017).	54
Figura 20 Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la compresión MTC E.609 (2016).	55
Figura 21 Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la flexión ASTM C293 (2002).	56



Figura 22 Hoja de recolección de datos para el ensayo de contracción plástica ASTM C1579(2013).	57
Figura 23 Serie de Tamices.....	58
Figura 24 Horno eléctrico.....	58
Figura 25 Fiolas.....	59
Figura 26 Prensa de concreto.....	60
Figura 27 Prensa CBR.....	61
Figura 28 Penetrómetro.....	61
Figura 29 Cuarteo del agregado fino de Cunyac.....	65
Figura 30 Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la arena de Cunyac.....	66
Figura 31 Pesado de la muestra de la Arena de Cunyac.....	67
Figura 32 El pesado de la, muestra, fiola y agua.....	69
Figura 33 Pesado del recipiente con la muestra.....	71
Figura 34 Cono de Abrams, varilla de acero y wincha.....	73
Figura 35 Medición de la fluidez con el método del SLUMP del mortero patrón.....	74
Figura 36 Medición de la fluidez con el método del SLUMP del mortero con dosis de fibra de 600gr/m ³	74
Figura 37 Penetrómetro.....	75
Figura 38 Medición del tiempo de fraguado del mortero patrón.....	76
Figura 39 Paneles rectangulares.....	78
Figura 40 Vista en planta y elevación del panel rectangular.....	79
Figura 41 Dimensiones de la elevación de panel rectangular.....	79
Figura 42 Registro de la temperatura del mortero.....	80
Figura 43 Instrumentos para la medición del ensayo de contracción plástica.....	81
Figura 44 Registro de la evaporación del agua.....	81
Figura 45 Registro de la temperatura ambiental.....	82
Figura 46 Medidor de ancho de grietas.....	82
Figura 47 Anemómetro para medir la velocidad del viento.....	83
Figura 48 Representación gráfica del mapa de fisuración en la contracción plástica.....	84
Figura 49 Moldes cúbicos de fenólico.....	85
Figura 50 Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 300gr/m ³ a los 7 días..	86



Figura 51 <i>Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 600gr/m³ a los 7 días.</i>	86
Figura 52 <i>Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 7 días.</i>	87
Figura 53 <i>Ensayo de resistencia a la compresión del mortero patrón a los 28 días.</i>	87
Figura 54 <i>Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 300gr/m³ a los 28 días.</i>	88
Figura 55 <i>Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 600gr/m³ a los 28 días.</i>	88
Figura 56 <i>Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 28 días.</i>	89
Figura 57 <i>Prensa CBR.</i>	90
Figura 58 <i>Moldes rectangulares de fenólico.</i>	90
Figura 59 <i>Aceitado de moldes planchas de moldes con una capa de aceite.</i>	91
Figura 60 <i>Desmoldado de los moldes rectangulares de mortero.</i>	92
Figura 61 <i>Ensayo de las muestras rectangulares.</i>	93
Figura 62 <i>Toma de datos del ensayo de resistencia a la flexión.</i>	94
Figura 63 <i>Ensayo de resistencia a la flexión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 14 días</i>	94
Figura 64 <i>Ensayo de resistencia a la flexión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 7 días</i>	95
Figura 65 <i>Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón a los 28 días</i>	95
Figura 66 <i>Ensayo de resistencia a la flexión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 28 días</i>	96
Figura 67 <i>Datos del ensayo de granulometría del agregado fino de Cunyac.</i>	97
Figura 68 <i>Datos del ensayo de contenido de humedad del agregado fino de Cunyac.</i>	98
Figura 69 <i>Datos del ensayo de peso específico del agregado de Cunyac.</i>	99
Figura 70 <i>Toma de datos del ensayo de peso unitario del agregado de Cunyac.</i>	100
Figura 71 <i>Toma de datos del ensayo de fluidez del mortero por el método del slump.</i>	101
Figura 72 <i>Toma de datos del ensayo del tiempo de fraguado del mortero.</i>	102
Figura 73 <i>Toma de datos del ensayo contracción plástica del mortero.</i>	103
Figura 74 <i>Toma de datos del ensayo de la temperatura del mortero.</i>	104
Figura 75 <i>Toma de datos del ensayo de la temperatura del ambiente.</i>	105
Figura 76 <i>Toma de datos del ensayo de la evaporación del agua.</i>	106
Figura 77 <i>Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrona los 7 días.</i>	107
Figura 78 <i>Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 7 días.</i>	108



Figura 79 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 600gr/m ³ a los 7 días.....	109
Figura 80 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 1000gr/m ³ a los 7 días.....	110
Figura 81 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 14 días.	111
Figura 82 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 300gr/m ³ a los 14 días.....	112
Figura 83 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 600gr/m ³ a los 14 días.....	113
Figura 84 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 1000gr/m ³ a los 14 días.....	114
Figura 85 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 28 días.	115
Figura 86 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 300gr/m ³ a los 28 días.....	116
Figura 87 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 600gr/m ³ a los 28 días.....	117
Figura 88 Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 1000gr/m ³ a los 28 días.....	118
Figura 89 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 7 días.	119
Figura 90 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 300gr/m ³ a los 7 días.	120
Figura 91 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 600gr/m ³ a los 7 días.	121
Figura 92 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 1000gr/m ³ a los 7 días.	122
Figura 93 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 14 días.	123
Figura 94 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 300gr/m ³ a los 14 días.	124



Figura 95 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 600gr/m ³ a los 14 días.	125
Figura 96 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 1000gr/m ³ a los 14 días.	126
Figura 97 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 28 días.	127
Figura 98 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 300gr/m ³ a los 28 días.	128
Figura 99 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 600gr/m ³ a los 28 días.	129
Figura 100 Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 1000gr/m ³ a los 28 días.	130
Figura 101 Curva granulométrica de la arena fina de Cunyac.....	131
Figura 102 La nueva curva granulométrica de la arena fina de Cunyac efectivamente utilizado para la fabricación del concreto en la presente tesis.	132
Figura 103 Gráfico de la comparación del peso específico de del agregado de Cunyac.	134
Figura 104 Gráfico de comparación del porcentaje de absorción del agregado de Cunyac....	135
Figura 105 Gráfico de la comparación del peso unitario del agregado de Cunyac.	136
Figura 106 Gráfico de comparación del asentamiento del mortero.....	137
Figura 107 Endurecimiento en el tiempo.	138
Figura 108 Resumen para el análisis ANOVA.....	140
Figura 109 Temperatura del mortero vs dosis de fibra.	143
Figura 110 Temperatura del Ambiente.	144
Figura 111 Evaporación del agua en el ambiente.	145
Figura 112 Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.	147
Figura 113 Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.	148
Figura 114 Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.	149



Figura 115 <i>Coeficientes estandarizados del ANOVA para la resistencia en función de la edad y la dosis de fibra.....</i>	151
Figura 116 <i>Valores atípicos para resistencia a la compresión 7 días.....</i>	152
Figura 117 <i>Valores atípicos para resistencia a la compresión 14 días.....</i>	153
Figura 118 <i>Valores atípicos para resistencia a la compresión 28 días.....</i>	154
Figura 119 <i>Atípicos en la regresión general del ANOVA.....</i>	155
Figura 120 <i>Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días.....</i>	157
Figura 121 <i>Resumen de los resultados del ensayo de resistencia la flexión a los 14 días.....</i>	158
Figura 122 <i>Resumen de los resultados del ensayo de resistencia la flexión a los 28 días.....</i>	159
Figura 123 <i>Coeficientes estandarizados de la regresión ANOVA.....</i>	161
Figura 124 <i>Resultados de la comparación para la determinación de la fluidez de un mortero adicionado con fibra de paca con el mortero patrón.</i>	165
Figura 125 <i>Resultados de la comparación para la determinación de la longitud de fisura de un mortero adicionado con fibra de paca con el mortero patrón.</i>	167
Figura 126 <i>Resultados de la comparación para la determinación del ancho de fisura de un mortero adicionado con fibra de paca con el mortero patrón.</i>	168
Figura 127 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.</i>	170
Figura 128 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.</i>	171
Figura 129 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.</i>	172
Figura 130 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.</i>	173
Figura 131 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 14días.</i>	174
Figura 132 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.</i>	175
Figura 133 <i>Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 28días.</i>	176



Figura 134 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.* 177

Figura 135 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.* 178

Figura 136 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.* 180

Figura 137 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.* 181

Figura 138 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.* 182

Figura 139 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.* 183

Figura 140 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.* 184

Figura 141 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.* 185

Figura 142 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.* 186

Figura 143 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.* 187

Figura 144 *Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.* 188



Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

La región del Cusco está ubicada a una altitud superior de 3000 msnm. Según Damiani (2011) afirmó que en los meses de invierno son mayo, junio, julio y agosto, y la explicación que se da es que el hormigón no desarrolla resistencia porque la velocidad de hidratación es lenta, el tiempo de fraguado se alarga y, en algunos casos, incluso se detiene, el bajo rango de temperaturas de -8°C a 20°C en un periodo de 24 horas, y provoca consecuencias de contracciones y dilataciones, generando grietas en las obras civiles. Si a esto le incorporamos hormigón de baja resistencia ($f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$).

Así mismo “el concreto pierde rápidamente el contenido de humedad, lo que hace que el agua se evapore rápidamente de la superficie del concreto debido a la baja humedad del ambiente, la alta velocidad del viento y la temperatura ambiente” (ACI 224.1R-93, 1993, pág. 2).

Ramos (2020) declaró que las soluciones al problema de la variación de temperatura en los concretos han sido investigadas con regularidad, ya que estos son necesarios para poder afrontar los cambios de temperatura que existen en la región. Las propiedades mecánicas del concreto cambian más significativamente cuantas más fibras de Ichu se usan o se agregan. La prueba de tracción directa, que mostró un rango de 6 a 8% en la resistencia a la flexión. Como resultado, la adición de aditivos biológicos mejorará las propiedades físico-mecánicas.

Adicionalmente, se suma el empleo mayoritario de mortero, debido a ello, el costo de los materiales en el mortero sufre un aumento y causan una mayor incidencia en los presupuestos de



obras. Así también, las estructuras construidas con mortero continuamente están expuestas a deterioros como la fisura miento, las cuales se presentan debido a condiciones extremas.

Por otra parte, la ejecución de partidas de concreto, en la mayoría de obras del Perú, se solicitan resistencias normales de concretos y morteros, en las cuales se daría la posibilidad de adicionar fibras naturales como la paca, para variar el costo, sin embargo, adicionar esta fibra en el mortero no es muy conocido en la región del Cusco, por ende, es necesario estudiar la influencia de esta fibra en la resistencia del mortero de concreto. Debido a que la adición de fibras naturales si benefician la evolución del mortero, así como indico Osorio et al. (2007) en particular, las probetas colocadas sobre las probetas libres de fibras alcanzan resistencias a la compresión de 8,6 a 16,88 MPa después de 14 días de fraguado. Estas probetas tienen adiciones de fibra que van del 0.5 al 2.5 % con respecto al peso total del agregado grueso, y sus fibras tienen longitudes entre 15 y 25 mm que pueden ser retenidas en el tamiz N.º 6.

La presente investigación está basada en la revista “morteros reforzados con fibra de bambú”. Según Arbeláez (1997) esta investigación se basó en la norma ASTM C-1116-89 “especificación estándar para concreto reforzado con fibra”, que se refiere al material de desecho (aserrín) seleccionado por diferencia de peso, en inmersión en agua. En esta investigación se examinaron las características físicas y mecánicas de morteros reforzados con 15, 50 y 100 kg de fibra de bambú por metro cúbico de mortero. Los hallazgos mostraron que al reducir la relación B/C y mantener la dosis constante, se mejoró la mecánica. Es fundamental mantener la relación W/C mínima (0,4 o 0,5), así como las características físicas de adsorción de humedad y contracción por secado. Esto se debe a que la humedad de la fibra en el punto de saturación de la fibra se transfiere lentamente al material compuesto.



Por lo que en medio de esta investigación se plantea una alternativa del uso de fibras naturales en la fabricación de mortero de concreto y así poder ver su efecto en las propiedades físicas, mecánicas y en el control de las fisuras.

En la región de Cusco en los meses de mayo hasta junio existen variaciones de temperatura las cuales hacen que el concreto no evolucione de manera contundente, por lo que la incorporación de aditivos para solucionar este problema son una necesidad en el Cusco.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General.

¿Cuál es la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibra de paca frente a un mortero tradicional?

1.1.2.2 Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos.

- ¿En qué medida se altera la fluidez del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional?
- ¿En qué medida se altera la fisuración en la contracción plástica del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional?
- ¿En qué medida varia la resistencia a la compresión del mortero con la adición de fibras de paca 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional?
- ¿En qué medida varia la resistencia a la flexión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000g/m³ frente a un mortero tradicional?



1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación por Relevancia

Desde que se comenzó a fabricar el cemento en el Perú, el mortero de cemento es un material que tiene más demanda para la unión de elementos de albañería y para el revestimiento.

Por ello el presente trabajo tiene una importancia primordial en la mejora de las propiedades física y mecánicas del mortero adicionado con fibra de paca ya que es una investigación nueva que nos proporcionara beneficios de la fibra de paca. Dando como base para futuras investigaciones en la tecnología de materiales de construcción como el mortero.

1.2.2. Justificación por Viabilidad

Se requieren materiales como agregado fino, cemento, fibra de paca, agua, etc. para realizar la investigación. Las cuales son accesibles para la investigación fácil de encontrar en la región.

Para esta investigación se requiere la utilización de fibra de paca, lo cual será adicionado con 300gr/m³, 600gr/m³, 1000gr/m³ para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del mortero lo cual será sometido a los ensayos de laboratorio.

La importancia del tiempo que demandara la investigación para lo cual predispongo con el tiempo para investigar.



1.2.3. Justificación Técnica

La presente investigación trata de encontrar en qué medida la adición de fibra de paca a 300gr/m³, 600gr/m³, 1000gr/m³, varían las propiedades física y mecánicas del mortero también tiene como propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso de las fibras naturales y su influencia en las propiedades físicas y mecánicas del mortero, así como la disminución que podrían aportar en el fisuramiento, según el antecedente Kosmatka et al. (2004) “Para controlar eficazmente el agrietamiento por contracción, las fibras generalmente se agregan al concreto en pequeñas cantidades (a menudo menos del 1%)”. Por lo que el presente estudio se encuentra inmerso en la rama de construcción de la ingeniería civil.

1.2.4. Justificación Social.

La aplicación de fibra de paca en el mortero sobre todo en estructuras de obras civiles reducirá los costos en la utilización en la cantidad de cemento y aportará en la dinamización del comercio de materiales de construcción especialmente de paca en la región, por lo tanto, contribuirá al desarrollo de la región del Cusco y el conocimiento de los morteros fabricados con fibras naturales. Delimitación de la Investigación

La investigación se realizó en la región del Cusco, la obtención de la variable está limitada en Kosñipata como un producto de construcción tradicional. Teniendo en cuenta la temperatura del ambiente, la humedad y otros parámetros.

Tiene una delimitación de diseño para obtener las características físicas y mecánicas de un mortero adicionado con fibra de paca, usando una normalización encontrada en los parámetros del manual de ensayo de materiales MTC, ASTM.



El presente trabajo de investigación se ha realizado durante el primer semestre del año 2023.

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar en qué medida se altera la fluidez del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (MTC E.705, 2016).
- Determinar en qué medida se altera la fisuración en la contracción plástica del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (ASTM-C1579-13, 2013).
- Determinar en qué medida varía la resistencia a la compresión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (MTC E.609, 2016).
- Determinar en qué medida varía la resistencia a la flexión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (ASTM C293-02, 2002).



Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes a Nivel Local.

Baca & Yopez (2022) en su tesis titulada “Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13%” en la Universidad Andina del Cusco, teniendo por objetivo comparar las propiedades físicas y mecánicas de morteros patrón y morteros con contenido de caucho reciclado del 7%, 10% y 13%. Utilizando una metodología con un enfoque cuantitativo mediante un diseño cuasiexperimental, mientras que la muestra estuvo compuesta por 72 cubos de mortero y 72 prismas de mortero con una relación agua-cemento de 0,52:1 y se realizó la rotura a las edades de 7, 14 y 28 días. Obteniendo por resultados que la resistencia a la compresión a 28 días del mortero agregado al 7% es de 111,07 kg/cm², mientras que la resistencia a la compresión a 28 días del mortero patrón es de 118,68 kg/cm². También se pueden resaltar los resultados de peso unitario y consistencia. Al sustituir el 13% del agregado por caucho, el peso unitario del mortero a los 28 días disminuyó con un valor de 702,73 kg/m³ y un peso unitario de 816,08 kg/cm³. Concluyendo, que no se aceptó la hipótesis general, lo cual se demuestra en los ensayos de compresión y flexión, por que el caucho reduce significativamente la resistencia.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional

Trujillo (2018) en su tesis titulada “Influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades de un mortero de reparación en estado fresco y endurecido” en la Universidad



Privada del Norte, Perú, tuvo por objetivo investigar el efecto de la incorporación de fibras de polipropileno en mortero en la reparación estructural de superficies horizontales como pisos o lozas aligeradas, utilizando como metodología un diseño experimental puro, teniendo por muestras los morteros típicos sin fibra y morteros con diferentes dosificaciones de fibra de 300, 400 y 900 g/m³, y en total se obtuvieron cuatro modelos de mezcla, a los 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de 210 kg/cm². Obteniendo por resultados que cuanto mayor es la cantidad de fibras añadidas al mortero fresco, más pequeñas son las grietas y la aparición de la primera grieta se retrasa temporalmente comparado con el mortero patron. En los morteros endurecidos, se encontró que la adición de fibras de polipropileno no cambió significativamente la inclusión de fibras. Concluyendo, que el uso de fibras a 300gr/m³ obtuvo mejores resultados en el mortero fresco por su buena resistencia al agrietamiento y en el mortero endurecido por un ligero incremento a la resistencia al agrietamiento y a la flexión. También tiene la mejor relación costo-beneficio.

Ramos (2020) en su tesis titulada “Comparación de la influencia del uso de ichu (Stipa ichu) con nylon en la resistencia a tracción indirecta y a la flexión del concreto en Arequipa” en la Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa, tuvo por objetivo mejorar las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión y resistencia a la tracción directa. Empleado una metodología con un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental, mientras tanto las muestras fueron compuestas por 108 especímenes añadidos en diferentes longitudes, 2cm y 5cm para Ichu y 6cm y 9cm para Nylon. Obteniendo por resultados fueron evaluados, analizados y comparados con concreto de encofrado libre de fibras desarrollado con fibras de Ichu y Nylon adicionadas en



proporciones de agregado fino de 0,5%, 1%, 2% y 3%, respectivamente. De los resultados obtenidos se puede observar que la adición de ambas fibras aumenta la resistencia de la viga a tracción indirecta y flexión, mientras que ambas fibras le dan al concreto mayor flexibilidad. Concluyendo que se pudo determinar que la adición de Ichu no aumenta significativamente la resistencia a la tracción indirecta, ya que la resistencia a la tracción indirecta aumenta al menos en un 0,2% entre el concreto estándar y el concreto con fibra de Ichu adicionada, y a medida que aumenta el porcentaje de fibra de Ichu, la resistencia a la tracción tiende a disminuir. Comparando la resistencia a la flexión de una viga de concreto estándar y el concreto con Ichu agregado, la resistencia aumentó entre un 6 y un 8 por ciento y se concluyó que las fibras de Ichu aumentaron la resistencia a la flexión, impidieron el colapso completo de la viga y le dieron flexibilidad.

Huamani & Monge (2018) en su tesis titulada “Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes” en la Universidad Nacional de Huancavelica, teniendo por objetivo determinar las fuerzas que existen entre las fibras de cabuya y el mortero y así determinar las propiedades mecánicas de los morteros convencionales mediante ensayos de compresión, tracción y flexión. Contiene fibra de cabuya para aumentar la resistencia a la tracción. Empleando una metodología con un enfoque descriptivo utilizando un diseño no experimental, mientras que la muestra estuvo compuesta por 15 proyectos de concreto armado en cada área de investigación, resultando en un total de 45 proyectos de investigación. Concluyendo, que el uso de fibra de cabuya aumento significativamente la resistencia, lo que resulta un ahorro de costos. Además, el uso de fibra de pelo ayudo a reducir la cantidad de mezcla utilizada, sin mencionar que es un material orgánico que



ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono inherentes a las altas temperaturas requeridas para crear cemento.

2.1.3. Antecedentes a nivel Internacional

Juarez (2002) en su tesis titulada “Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales (agave lechuguilla), como materiales para construcción en México” en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, tuvo por objetivo ofrecer alternativas de solución al problema de la falta de vivienda e infraestructura en las regiones de Ixtleras, que constituye el 10% del territorio del país. La producción de materiales compuestos utilizando cemento portland reforzado con fibras naturales de lechuguilla que son fuertes, duraderas y pueden usarse para crear materiales de construcción de bajo costo. Obteniendo por resultados que la fibra de lechuguilla resiste la tensión, pero el ambiente alcalino del concreto daña severamente. Sin embargo, si la fibra se cubre con parafina y la matriz se vuelve más densa con cenizas volantes, el compuesto puede tolerar la exposición a entornos hostiles, así como a cambios en la humedad y la temperatura. La resistencia a la flexión y a la tracción del hormigón aumento con fibras largas y en cantidades más pequeñas. Concluyendo, que este material compuesto se puede utilizar para producir componentes estructurales como cimbras perdidas y láminas acanaladas, prefabricados arquitectónicos. Sin embargo, la durabilidad del concreto con fibra requiere más investigación. Promover efectivamente la construcción de infraestructura rural. tal como tuberías, caminos y tanques de almacenamiento.



Osorio Saraz y otros (2007) en su tesis titulada “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar” en la Universidad nacional de Colombia, tuvo por objetivo investigar el efecto del tamaño y la adición de fibras (expresado como porcentaje del peso total) sobre la resistencia a la compresión y la densidad del material. Utilizando una metodología experimental, se preparó una mezcla de caña Integral RD 7511 y concreto 1:2:3 para los ensayos de la resistencia a la compresión en cilindros de concreto reforzado con fibras de bagazo de caña. Obteniendo por resultados que las fibras retenidas por el tamiz No. 4 (4.76 mm) y el tamiz No. 6 (3.56 mm), cuyos porcentajes de fibra fueron 0.5, 2.5 y 5.0 % en relación al peso del agregado grueso agregado para cada ensayo pedazo. Una vez realizadas las pruebas preliminares, se establecieron estos porcentajes. Concluyendo, que se llegó fue que la fibra de bagazo de caña de azúcar utilizada en la elaboración del hormigón armado a compresión confiere al compuesto importantes propiedades mecánicas, particularmente en probetas con adiciones de fibra entre 0.5 y 2.5% en peso. agregado grueso total, y cuyas fibras quedan retenidas en el No. 6. Después de un período de fraguado de 14 días, se utilizaron como muestras de comparación 6 tamices con resistencias a la compresión entre 8.6 y 16.88 MPa.

Arbelaez (1997) en su tesis titulada “Morteros reforzados con fibras de bambú” en la Universidad nacional de Colombia, teniendo por objetivo del trabajo de investigación fue de investigar la factibilidad de utilizar este material como matriz para muros estructurales examinando las propiedades físico-mecánicas del mortero 1:3 reforzado con 15,50 y 100kg de fibras de bambú por metro cúbico de mortero. Utilizando la siguiente metodología, se utilizó probetas con dosificación y porcentajes de refuerzo seleccionados de los ensayos mecánicos para medir las propiedades físicas de adsorción de humedad y



contracción por secado. Para remover los materiales más grandes y permitir esta delimitación en la investigación, se utilizó en el estudio un método de selección de materiales que tamizó el material a través de una malla de 3/8". El bambú, el material a agregar, se procesó sumergiéndolo en agua durante 24 horas, para que el material soluble en el agua pueda eliminarse en gran medida y las fibras puedan separarse, y en el que se sugirió que la proporción de bambú a cemento de la dosis de la muestra se reduzca para mejorar la resistencia a largo plazo. Concluyendo que para que las fibras lleguen al punto de saturación, la relación A/C debe estar la más baja posible (0.4 o 0.5) porque la transferencia de humedad de las fibras al compuesto es lenta.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mortero

Según San Bartolomé (2005) alude que “el mortero está compuesto por una mezcla de ligantes y árido fino donde se le añade una cantidad máxima de agua, así como también las pautas de las Normas NTP 399.607 y 399.610 deben tenerse en cuenta al fabricar” (p. 36).

Por su parte, Arbeláez (1997) afirma lo siguiente:

La norma ASTM C1116-89 describe las fibras como filamentos cortos y alargados que se pueden distribuir uniformemente en una mezcla de mortero fresco. Se pueden agrupar o enhebrar juntos. El desempeño de los sistemas de cemento Portland reforzado con fibra depende de la susceptibilidad de la fibra al daño físico durante el proceso de mezclado, su compatibilidad química con el entorno normalmente alcalino de la pasta de cemento y su resistencia a las condiciones ambientales de la pasta de cemento. la exposición al dióxido de carbono, la acción de los cloruros y sulfatos disueltos en el agua, así como el ataque del



oxígeno y la luz ultravioleta, son ejemplos del medio donde el producto final cumple su función (pág. 133).

“históricamente, el bambú ha cumplido dos roles cruciales a nivel social y ecológico: como material de construcción para viviendas rurales y como proyector de canales y cuencas” (Bejarano, 2019, pág. 17).

Componentes del mortero

San Bartolomé (2005) establece lo siguiente:

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser como cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009 y cemento Adicionado IP, NTP 334.830. Una mezcla de cemento portland o cemento adicionado de acuerdo con la NTP 339.002 y cal hidratada normalizada.

También que la norma también especifica que el árido fino estará compuesto por arena gruesa natural que cumpla con los criterios enumerados en la Tabla 1, esté libre de sales y materia orgánica y tenga las propiedades allí enumeradas. Siempre que los ensayos de pilas y muros proporcionen las resistencias indicadas en los planos, se aceptarán otras granulometrías (pág. 56)



Tabla 1

Requisitos de granulometría de arena gruesa.

Malla ASTM	% que pasa
N.º 4 (4.75 mm)	100
N.º 8 (4.75 mm)	95 a 100
N.º 16 (4.75 mm)	70 a 100
N.º 30 (4.75 mm)	40 a 75
N.º 50 (4.75 mm)	10 a 35
N.º 100 (4.75 mm)	2 a 15
N.º 200 (4.75 mm)	Menos de 2

Nota. Norma Técnica de Edificación E.070 albañilería informe final. Tomado de San Bartolomé (2005).

Entre dos mallas sucesivas no se debe retener más del 50% de la arena, así como también el módulo de finura oscilará entre 1.6 y 2.5 de finura. por otra parte, sólo habrá siempre un máximo del 1% del peso total de partículas quebradizas y tampoco se debe usarse la arena del mar.

Bajo contenido de polvo en la arena es fundamental para evitar un fraguado rápido de la mezcla, ya que la adherencia del mortero a la unidad inmediatamente superior se reduciría a medida que endureciera. Si la arena está muy polvorienta se aconseja tamizar a través de la malla N.º 200. La granulometría variada de la arena también es fundamental porque cuando tiene una granulometría uniforme, la sustancia apenas se puede cementar. rellenar los espacios entre las partículas, creando un mortero que no es muy resistente a la intemperie (San Bartolomé, 2005, pág. 50)



Figura 1

Tamizado de arena



Nota. Tomado del informe Laboratorio De Tecnología Delconcreto – Granulometria Agregadofino
In. Ccori Salazar (2016).

Figura 2

Granulometría recomendable.



Nota. Imagen extraida de <https://tecnologiadelconcretouapkelmer.blogspot.com/p/semana-4.html>



Según San Bartolomé (2005) menciona que “un método útil para determinar si la arena contiene sales, es agitar un puñado de arena en un recipiente lleno de agua. Será práctico lavar la arena a través del No. 200 si hay mucha espuma presente” (p. 38).

Figura 3

Sales en el mortero.



Nota. Imagen extraída de Tecnología de concreto UAP-KELMER (s.f.)

Figura 4

Almacenamiento de Arena.



Nota. Depósitos del almacenamiento de arena fina de la empresa TAYTA. Tomado de TAYTA ferreteria (2021).



La resistencia de la mampostería a la compresión axial y al esfuerzo cortante se reduce significativamente cuando se utiliza arena fina (de granulometría uniforme) en el mortero. Se requieren ensayos en pilas y muros para determinar la resistencia de la mampostería en el caso de que se utilice arena fina en la construcción de muros de apoyo del tipo caravista. Los ácidos, los álcalis y la materia orgánica no estarán presentes en el agua y será segura para beber. (San Bartolomé, 2005, pág. 30)

Figura 5

Falla al Esfuerzo Cortante.



Nota. Manual del maestro constructor. Tomado de San Bartolomé (2005)

2.2.1.1. Clasificación para Fines Estructurales.

San Bartolomé (2005) menciona que los morteros se clasifican en: tipo P, para la construcción de los muros portantes; y NP, para la construcción de los muros no portantes. Identifica los dos tipos de morteros que se utilizan para construir muros portantes y no portantes, respectivamente: tipo P y tipo NP.



2.2.1.2. Proporciones de Diseño del Mortero Según Norma E.070.

El presente trabajo de investigación se usará lo indicado según San Bartolomé (2005) en “la norma E 070 (albañilería) Tal y como establece la norma E 070 (albañilería), los componentes de mortero tendrán una relación de volumen” (pág. 38).

Tabla 2

Tipos de mortero.

Componentes				Usos
Tipo	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota. La norma técnica de edificación E.070 albañería informe final. tomado de San Bartolome (2005).

San Bartolomé (2005) afirma lo siguiente:

Los resultados de los ensayos de pilas y muros muestren resistencias iguales o superiores a las especificadas en los planos, implica también que otras composiciones de mortero, morteros industriales o morteros con cementos de albañilería (en saco o premezclados) pueden ser usado. y la resiliencia de la mampostería está garantizada. Si no hay cal hidratada estandarizada. de acuerdo con las proporciones de cemento a arena se puede usar un mortero sin cal.

No ha sido posible observar incrementos en la resistencia a compresión o cortante de la mampostería, por lo que el uso de cal es opcional, excepto en el caso de que se asienten



unidades secas (sílice-cal u hormigón). San Bartolomé Ramos informa que se ha observado que el uso de cal en el mortero plastifica la mezcla, haciéndola más trabajable y retentiva de agua. Por otra parte, que el albañil decidirá cuánta agua agregar a la mezcla. Tome una pequeña cantidad de la mezcla con la cuchara, agítela verticalmente y luego gírela 180 grados para determinar si la mezcla se puede trabajar. La mezcla será manejable si permanece adherida a la cuchara. Medir el asentamiento en el cono de Abrams, que debe ser de alrededor de 6 pulgadas, es otro método útil para determinar la trabajabilidad de la mezcla.

Figura 6

Slump del Mortero.



Nota. Manual del maestro constructor. Tomado de Tecnólogo en Obras Civiles (s.f.).

2.2.2. Fibras.

ASTM C-116 (2007) alude que las fibras son elementos largos y delgados que se pueden trenzar o tejer en malla. Pueden estar hechos de materiales sintéticos, orgánicos o inorgánicos.



2.2.2.1. Fibras Naturales:

Las fibras naturales se elaboran o se extraen mediante procesos artesanales, mediante el elemento natural de donde se extraerá las fibras. El uso de fibras naturales (en su mayoría vegetales) es medioambientalmente sostenible y competitivo.

2.2.2.2. Fibras de Coco.

“la cáscara del coco consiste en que las fibras contienen una capa dura, estas normalmente tienen una longitud de 0,15 a 0,35 m y están compuestas de pectina, celulosa, taninos, lignina y otras sustancias hidrosolubles” (Juarez, 2002, pág. 8)

2.2.2.3. Fibras Sintéticas.

Las fibras sintéticas se elaboran mediante procesos industriales, estas fibras se obtienen mediante las investigaciones del sector textil, a la vez estas fibras aportan características importantes a las propiedades mecánicas, ya que brindan y refuerzan las características en estado endurecido.

2.2.2.4. Fibra de Polipropileno.

Texdelta (2014) menciona que para la elaboración de las fibras de polipropileno se utilizan procesos industriales, que sumados al diseño mejoran la mezcla porque son altamente adaptables y tienen una fuerte conexión con la mezcla.

2.2.3. El Concreto Hidráulico

A medida que avanza la reacción química entre el cemento y el agua, la mezcla de cemento, agua, piedra y arena gruesa se conoce como concreto. La composición de la mezcla está determinada por la resistencia especificada en los planos estructurales. Siempre, la resistencia de los cimientos y falsos pisos debe ser menor que la de las columnas y techos. Después del vaciado, el cemento debe sufrir reacciones químicas para desarrollar resistencia. Es crucial mantenerlo



húmedo durante los primeros siete días porque esto ocurre principalmente esos días. Curado de hormigón es el nombre de este procedimiento. Hay dos etapas básicas del concreto: la etapa fresca y la etapa de endurecimiento (Aceros Arequipa, 2010, p. 12).

Por su parte, Abanto (2009) afirmo lo siguiente:

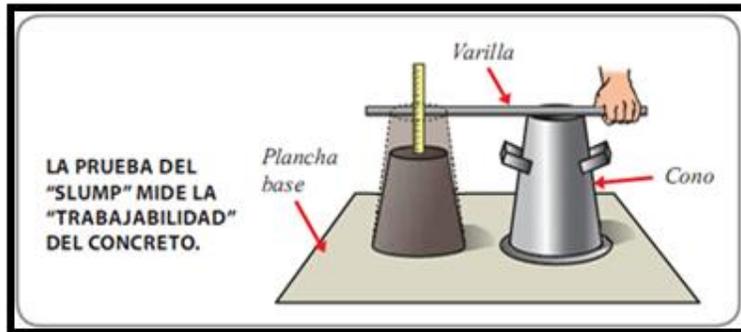
La trabajabilidad del concreto fresco se refiere a la facilidad con la que se puede combinar, compactar, compactar y terminar sin segregar ni exudación durante estos procesos. Esta propiedad normalmente se valora en las pruebas de consistencia; no existe ninguna prueba que, hasta la fecha, permita cuantificarla.

Al pisar las aletas del molde ayuda a mantenerlo quieto mientras se coloca sobre una superficie plana y humedecida. Luego se agrega una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se aplican 25 golpes uniformemente espaciados con la varilla para apisonar abajo. Para que la barra penetre en la capa inmediatamente inferior, se agregan dos capas adicionales utilizando el mismo procedimiento consolidando y a un tercio del volumen. La tercera capa debe sobrellenarse y luego nivelarse después de la consolidación. Se levanta lentamente y con cuidado verticalmente después de llenarlo y enjuagarlo con el molde.



Figura 7

Prueba de Slump en el Concreto.



Nota. Manual del maestro constructor. Tomado de Aceros Arequipa (2010)

2.2.3.1. Componentes del Concreto.

2.2.3.1.1. El Cemento:

Es un producto comercial fácilmente disponible que, para formar una masa endurecida tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua, cuando se combina con agua, ya sea sola o junto con arena, piedra u otros materiales similares. Consiste básicamente en un Clinker finamente molido que se obtiene cociendo a altas temperaturas mezclas que contienen cantidades específicas de cal, aluminio, hierro y sílice. Basado en la especificación estándar ASTM para cemento portland (C150), se fabrican cinco tipos de cementos Portland, cada una de cuyas propiedades ha sido estandarizada. Cuando no se especifica el uso de los otros 4 tipos de cemento, se utiliza cemento TIPO I para todas las obras de concreto.

El cemento TIPO II está diseñado para proyectos de concreto en general, proyectos expuestos a la acción moderada de los sulfatos y proyectos que requieren calor moderado para la hidratación. La alta resistencia inicial es el cemento de TIPO III. El concreto



elaborado con cemento Tipo III proporciona la misma resistencia en tres días que el concreto elaborado con cemento Tipo I O Tipo II, Tipo VI en 28 días: Este es el tipo de cemento que requiere un bajo calor de hidratación. El cemento TIPO V requiere un alto nivel de resistencia a los sulfatos. Estructuras hidráulicas expuestas a agua fuertemente alcalino y estructuras expuestas al agua de mar son ejemplos de aplicaciones típicas (Abanto, 2009, págs. 15,17).

Figura 8

Características del cemento.



Nota. Manual del maestro constructor. Tomado de Aceros Arequipa (2010)

2.2.3.1.2. Arena Gruesa:

Es el material que se retiene en el 75 mm (No. 4), un tamiz que cumple con la norma INTINTEC 400.037 y está hecho de rocas que han sido trituradas de forma natural o mecánica. Grava, piedra triturada, pueden ser componentes del agregado grueso. Las gravas, también conocidas como “canto rodado”, son una colección de pequeños fragmentos de piedra que se forman naturalmente cuando las rocas se desintegran bajo la influencia del hielo y otros agentes atmosféricos. Con frecuencia se encuentran en canteras y cauces de ríos donde se depositan. Cada



pieza tiene bordes suavizados y se presenta en formas menos redondeadas. Las gravas pesan de 1700 a 1660 kg/m³ (Abanto, 2009).

2.2.3.1.3. Arena Fina:

La arena fina triturada o la piedra natural se consideran agregados finos que haya sido reducida de tamaño, pase por un tamiz de 9.5 mm (3/8”) y cumpla con la norma ITINTEC 400.037. Las arenas se producen naturalmente cuando las rocas se rompen y las que son transportadas por el viento o las corrientes de los ríos se acumulan en áreas particulares. La distribución del tamaño de las partículas de arena se conoce como granulometría. La separación utilizando varias mallas comunes produce la distribución del tamaño de las partículas. Para agregado fino, las mallas típicas utilizadas son: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 (Abanto, 2009).

2.2.3.1.4. Piedra Chancada.

El término “árido grueso” se refiere al material que ha sido triturado artificialmente de roca o grava. Siempre que sea clara, resistente y dura, cualquier tipo de piedra partida puede usarse como agregado grueso. Dar volumen y ofrecer su propia resistencia son sus dos principales trabajos. La piedra triturada o partida produce un hormigón ligeramente más resistente, según las pruebas, que la piedra redonda. La piedra triturada pesa entre 1450 a 1500 kg/m³, según estimaciones (Abanto, 2009).

2.2.3.1.5. El Hormigón.

La sustancia conocida como “concreto” es en realidad una combinación natural de grava y arena. El hormigón de baja calidad, como el que se utiliza en falsas zapatas, falsos pisos, sobrecimientos, cimentaciones corridas, y algunos muros, entre otras aplicaciones. Por lo general, solo se puede aplicar a la preparación de hormigón con una resistencia a la compresión de hasta 100 kg/cm² después de 28 días. El cemento estará presente en la cantidad mínima de 255 kg/m³.



El concreto debe estar libre de exceso de materia orgánica, álcalis, sales, partículas escamosas o blandas, terrones, polvo y otros elementos dañinos (Abanto, 2009).

Figura 9

Hormigón para concreto.



Nota. Manual del maestro constructor. Tomado de Aceros Arequipa (2010).

2.2.3.1.6. El Agua.

Es un componente crucial en la fabricación del concreto porque afecta su resistencia, trabajabilidad y propiedades después de que ha endurecido. La materia orgánica, sales, álcalis, ácidos, aceites, y otras sustancias que puedan dañar el concreto o el acero deben estar ausentes del agua que se usará para preparar el concreto (Abanto, 2009).

2.2.4. Propiedades del Mortero

2.2.4.1. Mortero Fresco.

2.2.4.1.1. Consistencia:

“Para la manejabilidad, es relevante. Cuando una mezcla de concreto está en su estado plástico, su consistencia determina que tan fluida es, que tan blanda o dura (seca)” (Sanchez De Guzman, 1987, pág. 111).



2.2.4.1.2. Manejabilidad:

Es la capacidad de compactación porque, al consolidar la mezcla dentro de una forma, es necesario vencer la fricción interna que se produce entre las diferentes partículas de los materiales que la componen y una externa. o fricción superficial entre el hormigón y la superficie del encofrado o esfuerzo, con el fin de extraer el aire naturalmente atrapado y conseguir el mayor nivel de compactación posible (Sanchez De Guzman, 1987).

2.2.4.1.3. Contracción Plástica.

Sanchez De Guzman (1987) establece que:

Los cambios volumétricos que típicamente tienen lugar en las superficies horizontales mientras el concreto aún es nuevo se conocen como esto. En la mayoría de los casos, resultan en grietas que aparecen brevemente después de que el brillo del agua desaparece de la superficie del concreto y, una vez que comienzan, se propagan rápidamente. Dado que la causa principal de las grietas por contracción plástica es la evaporación increíblemente rápida del agua de la superficie del concreto, es más probable que estos tipos de grietas aparezcan en climas cálidos y secos que en climas fríos y húmedos. En estas situaciones, la tasa de evaporación del agua superficial es mayor que la tasa de exudación del agua del interior a la superficie. En la superficie, este fenómeno hace que aparezcan retracciones y grietas

La tasa de evaporación está influenciada por la temperatura de la superficie de concreto, la humedad relativa del aire, la temperatura del aire y la velocidad del viento sobre la misma superficie. Se recomienda tomar medidas para evitar la contracción plástica y el agrietamiento si la tasa de evaporación alcanza 1 litro/m²/hora. Las grietas causadas por la contracción plástica a menudo tienen una profundidad significativa y ocasionalmente



cruzan las losas del contrapiso. Por lo general, consisten en una sola línea recta sin simetría o patrón repetitivo (págs. 172-174).

2.2.4.1.4. Evaluación de la Fisuración.

Según ACI 224.1R-93 (1993) Localizar y determinar la extensión de las grietas en el concreto es crucial antes de repararlas. Se debe determinar si las grietas observadas indican problemas estructurales actuales o futuros, considerando para el futuro las condiciones de cargas anticipadas y las condiciones actuales. Si la función de una estructura se ve significativamente obstaculizada por una grieta, se debe reparar para que tenga resistencia, rigidez o durabilidad.

2.2.4.1.5. Determinación de la Ubicación y Magnitud de la Fisuración del Hormigón.

Las observaciones directas e indirectas, las pruebas no destructivas y destructivas y las pruebas de núcleo tomadas de la estructura pueden usarse para determinar la ubicación y el tamaño de las grietas, así como la condición general del concreto en una estructura.

2.2.4.1.6. Ensayos en Testigos de Hormigón.

De acuerdo con ACI 224.1R-93 (1993) los núcleos de áreas específicas de la estructura pueden proporcionar información importante. Es posible medir con precisión el ancho y la profundidad de las grietas utilizando núcleos y perforaciones de núcleo (pág. 13).

2.2.4.2. Mortero Endurecido.

2.2.4.2.1. Resistencia a la Compresión

Harmsen (2002) afirma lo siguiente:

La relación agua y cemento, determina la relación en peso del agua y el cemento utilizados en la mezcla, que es el factor que más afecta la resistencia del hormigón. Cuando la porosidad disminuye



como resultado de la caída de agua y cemento, se produce un concreto denso, de alta calidad y resistente. La resistencia del hormigón disminuye al aumentar la relación a/c .

La velocidad a la que aumenta la resistencia a la compresión con el tiempo varía según el tipo de cemento (pág. 32).

2.2.4.2.2. Resistencia a la Flexión.

Según Trujillo (2018) los esfuerzos de tracción en el hormigón son una característica mecánica muy significativa, especialmente en estructuras de hormigón simples. La tracción juega un papel clave en grietas de concreto como resultado de la restricción de la contracción provocada por el secado o la caída de la temperatura.

2.2.5. Paca

2.2.5.1. Descripción General.

Nombre científico : *Guadua weberbaueri* Pilger

Categoría : Leñosa

Nombre Comun : “Maronilla”; “carricillo; “paca”.



Figura 10

Paca (Guadua weberbaueri Pilger).



Nota. Diversidad de bambúes en los departamentos Junín, Pasco san Martín. Tomado de Ximena (2021)

2.2.5.2. Origen.

El origen de la paca bastante amplio, existiendo en muchos lugares del Perú. Bambú leñoso tropical nativo de América del Sur. Se desarrolla en la selva tropical húmeda de la región amazónica, donde forma extensiones sustanciales (aprox. 181.000 km²). La temperatura media anual oscila entre 22°C y 26 °C, y la precipitación media anual oscila entre 2.000 y 2.500 mm, siendo las lluvias más intensas entre noviembre y abril. Puede adaptarse bien a varios tipos de suelo y tipos de hábitat y se puede encontrar en terrazas planas y de forma irregular, así como en llanuras ocasionalmente inundadas. Esto indica que existe producción de paca en múltiples lugares por lo que el acceso a este insumo es usual (Ximena, 2021).

2.2.5.3. Usos de la Paca.

Se registran usos de la paca en el pasado y es usada actualmente por las tribus indígenas de las amazonas. Lo usan para construir paredes y artículos cotidianos como recipientes, candelabros



y corrales para animales más pequeños. También lo usan para montar herramientas, hacer cestas y construir muros. Para cazar, atacar y defenderse, las comunidades indígenas de la Amazonía lo utilizan para fabricar puntas de flecha. Las cañas se utilizan en la Amazonía peruana para un plato llamado “pacamoto”, en el que se cocina pescado, arroz o carne dentro del entrenudo. Se cree que beber el agua de los entrenudos tiene beneficios medicinales además de calmar la sed. Por lo que la paca estuvo presente en la historia de los pueblos ancestrales de la amazonia (Ximena, 2021).

2.2.5.4. Proceso de Obtención y Utilización de la Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).

2.2.5.4.1. Tratamiento de la Fibra da Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).

La fibra de paca que se utilizó en este trabajo de investigación proviene del distrito de kosñipata provincia de Paucartambo, las fibras se obtuvieron manualmente de las pacas previamente cortadas.

2.2.5.4.2. Limpieza y Curado de la Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).

“Las fibras de paca recogidos se dejan reposar a temperatura de trabajo durante 24 horas; este proceso facilita la separación de fibras y elimina el material más soluble. Lavar y secar las muestras” (Arbelaez, 1997, pág. 137).

2.2.5.4.3. Cortado de la Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).

Después de que las fibras estén curadas y libre de sustancias solubles y secas, son transportadas a al laboratorio de suelos, concreto y materiales de la corporación Ayar S.A.C.



2.2.5.4.4. *Proceso de Cortado de la Fibra de Paca.*

El proceso de cortado se realizó de la siguiente manera: Primero, se utilizó tijeras para cortar la fibra en trozos de 2,5 cm. Luego se colocó en recipientes adecuados; Segundo, el corte de la fibra se realiza en varias etapas hasta obtener la cantidad deseada.

2.2.5.4.5. *Descripción de la Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).*

Arbeláez (1997) afirmó que la fibra de paca en un corte transversal del culmo se observan los haces vasculares incluidos en tejido, principalmente perinquina, rodeados por una vaina de paredes gruesas. Las trenzas de fibras aparecen en los tallos donde son más numerosos y se extienden por el interior de la rama, dando a los haces de fibras una forma ovalada. Las fibras tienen forma de fusiformes, no estratificadas y con hoyos simples.

Tabla 3

Descripción microscópica de la Guadua, sp.

Longitud de los haces vasculares: 1.58mm.						
Longitud de los haces vasculares: 158mm.						
Diámetro de los haces vasculares: 0.60mm.						
	Culmo		Fibra (mm)			
Sección	Diámetro (cm)	Longitud(cm)	Diámetro	Espesor pared	Diámetro Lumen	
Basal	14.64	2.33	0.074	0.049	0.025	
Medio 1	14.16	2.30	0.066	0.051	0.016	
Medio 2	9.23	2.17	0.063	0.051	0.012	
Distal	5.10	1.88	0.062	0.051	0.011	

Nota. Tomado de Arbeláez (1997)



2.2.5.5. Propiedades Físicas – Mecánicas de la Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).

2.2.5.5.1. Propiedades Físicas de la Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger).

- **Determinación de Contenido de Humedad.**

Según Osorio et al. (2007)

La medición de la humedad del ambiente se mide mediante el método de diferencia de peso. Tomar una muestra de 50 haces de fibras y pesarlos individualmente en una balanza electrónica Mono Bloc Toledo con capacidad de 0.0001 g, luego colocar en un horno Methlert con circulación de aire interna, hornear a 70°C por 24 horas, luego pesar nuevamente.

El porcentaje de contenido de humedad se calcula utilizando la siguiente formula.

$$\%CH = \frac{Ph-Po}{Ph} * 100 \quad (1)$$

Donde: % C.H. es el porcentaje de contenido de humedad, Ph es el peso en humedad ambiente y Po es el peso en humedad cero, con una humedad relativa del 60% (págs. 613 - 618).

- **Determinación del Porcentaje de Absorción de Humedad.**

Según Osorio et al. (2007):

El porcentaje de absorción de humedad se mide muestreando 50 haces de fibras, en la balanza Metter Toledo Mono Bloc se pesan cada uno, que tiene una capacidad de 0,0001g. Luego sumergirlo en agua destilada (pH 6,5) durante 24 horas, pesar nuevamente y anotar



el peso del punto de saturación. En esta medición se utiliza un paño absorbente para eliminar el agua que se ha adherido a la superficie del haz de fibras.

El porcentaje de absorción se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$\%absorción = \frac{P_h - P_s}{P_h} * 100 \quad (2)$$

Donde: P_h es el peso en gramos de la fibra en humedad ambiente (60% humedad relativa), P_s es el peso en gramos en el punto de saturación de la fibra (págs. 613 - 618).

- **Determinación de la Densidad Aparente.**

Según Osorio et al. (2007):

El método de desplazamiento de volumen se calculó de los haces de fibra su densidad aparente, considerando el volumen de desplazamiento y el peso de los haces de fibras. Al medir, tomar 10 haces con 20 fibras de masa similar, observar y cuantificar los cambios en la cantidad de agua sumergida en un tubo de ensayo de 100 ml. para medir la densidad aparente se realizan tres tipos de mediciones variando el contenido de humedad, a saber:

- Haces de fibras en condiciones de humedad ambiental.
- Haces de fibras en el punto de saturación de humedad.

Menciona que el cálculo se da dividiendo entre la masa total del paquete a sumergir por el número de muestras. La masa de un haz de fibras se considera como su valor. El número de muestras se divide nuevamente cuando es sumergido el paquete y sea cuantificado el volumen desplazado. El volumen movido por un haz de fibras son los datos teóricamente



Se calcula con la siguiente formula:

$$\delta = \frac{m}{V_d} \quad (3)$$

Donde δ es la densidad aparente, m es la masa promedio de los haces de fibra y V_d es volumen desalojado (págs. 613 - 618).

Tabla 4

Muestra los valores promedio de algunas de las características determinadas a través de las diferentes técnicas.

Característica física	Valores promedio
Porcentaje de contenido de humedad(%C.H)	7.13±0.73
Porcentaje de absorción de agua	45.88±19.01
Densidad a 0%C.H(gr/m3)	1.38±0.011
Densidad a 7.3%C.H(gr/m3)	1.40±0.009
Densidad a 45.88%C.H(gr/m3)	1.52±0.007

Nota. tomado de Osorio et al. (2007)



2.2.5.5.2. Propiedades Mecánicas de la Fibra de Paca (*Guadua Weberbaueri Pilger*).

Tabla 5

Valores de las propiedades mecánicas de la fibra de paca.

Propiedades mecánicas de la fibra de paca							
Fibra	Longitud mm.	Diámetro mm.	Densidad Absoluta g/m ³	Modulo de Elasticidad Gpa.	Resistencia Ultima Tensión Mpa.	Elongación a Ruptura %	Absorción de Agua %
Fibra de Paca	2500- 3500	0.05- 0.40	1.52	33-40	350-500	...	40-45

Nota. tomado de Juárez (2002)

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General.

Al evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de los morteros adicionados con fibra de paca son mayores que el mortero tradicional.

2.3.2. Hipótesis Especificas.

- La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta significativamente la fluidez del mortero
- La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta la contracción plástica del mortero.
- La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta la resistencia a la compresión del mortero.



- La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta la resistencia a la flexión del mortero.

2.4. Variables e Indicadores

2.5.1. Identificación de Variables

Variable Independiente

Variable X: Mortero adicionado con fibra de paca

Indicador de Variable: Peso de fibra de paca por metro cubico: g/m³

Descripción de Variable Independiente:

Mortero: El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se agrega la cantidad máxima de agua para garantizar una mezcla cohesiva y trabajable sin separación de agregados.

Fibra de Paca (Guadua Weberbaueri Pilger): Es un bambú de especie del género guadua weberbaueri pilger, esta especie presenta floración esporádica. Tiene ciclos de floración cada 25 a 30 años. Cuando florece puede o no morir. Tiene un gran potencial para la producción de fibra natural, por la longitud de los entre nudos (20-46cm).

Variables Dependientes.

Variable Y1: Propiedades Físicas

- **Fluidez:** Revenimiento en pulgadas
- **Contracción Plástica:** Ancho y longitud de las grietas en milímetros

Variable Y2: Propiedades Mecánicas



Indicadores de variables dependientes.

- **Resistencia de Compresión Simple:** Fuerza/Área.
- **Resistencia a la Flexión:** Fuerza/Área.

Descripción de Variables Dependientes

Fluidez: es un ensayo para determina el mortero en estado fresco la consistencia para su adecuada trabajabilidad.

Contracción Plástica: Un cambio que ocurre mientras el concreto aun este fresco, antes de que endurezca. Suele presentarse en forma de grietas debido a la contracción plástica que se presenta antes o durante el acabado.

Resistencia de Compresión Simple en Morteros: La fuerza de compresión se medirá en dos cubos de 50mm comprimidos en dos capas. Los cubos serán curados un día en los moldes y se desmoldarán y sumergirán en agua - cal hasta su ensayo.

Resistencia a la Flexión en Morteros: Es la capacidad del mortero de soportar esfuerzo aplicado perpendicular a su eje longitudinal.

2.5.2. Cuadro de Operacionalización de Variables



Tabla 6

Operacionalización de variables.

Tipo de Variable	Nombre de la Variable	Dimensión o Nivel	Indicador	Unidad	Instrumento
Variable Independiente	mortero adicionado con fibra de paca	Partículas de fibra de paca (material que pasa la malla 3/8")	Peso de fibra de paca por metro cubico	g/m ³	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
		consistencia	Revenimiento de la muestra en pulgadas	pulg	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
	Propiedades Físicas	Contracción plástica	Reducción de ancho y longitud en porcentaje	cm. mm.	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
Variable Dependiente	Propiedades Mecánicas	Resistencia de Compresión Simple	Resistencia en tiempo	Kg/cm ²	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
		Resistencia a la flexión	Resistencia en tiempo	Kg/cm ²	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete



Capítulo III: Método

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. *Enfoque de la Investigación*

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo porque después de recolectar datos se realizó el uso de la estadística para hacer el análisis de resultados.

El presente trabajo tiene un enfoque cuantitativo, según Hernández et al (2014) para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos, que nos permitirán contrastar teorías, definir modelos y patrones de comportamiento.

3.1.2. *Nivel o Alcance de la Investigación*

El nivel o alcance de la investigación fue explicativo causal porque podemos entender el comportamiento de las variables, cuantificar sus relaciones, resumir las conclusiones de manera amplia y realizar verificaciones de los hechos; así mismo es posible hacer comparación de estudios.

Según Hernández et al. (2014) la investigación interpretativa va más allá de describir conceptos o fenómenos, sino que establece relaciones entre conceptos; es decir, su finalidad es responder a las causas de acontecimientos y fenómenos físicos y sociales.

3.2. Diseño de Investigación.

3.2.1. *Diseño Metodológico*

En cuanto al diseño de investigación:



Experimental

Por qué tienes control total de las dos variables de la variable independiente para analizar qué efectos puede tener en las variables dependientes. Su medición es post – prueba seleccionada en dos grupos de prueba, el primer grupo que es experimental y en el segundo grupo como de control, donde se evaluó las propiedades físicas y mecánicas.

El grupo de control diseñado un mortero que a los 28 días llegue a una resistencia de 175kg/cm². El grupo de experimental diseñado un mortero con adición de fibra de paca en proporciones de 300,600 y 1000gr/m³ que a los 28 días llegue una resistencia de 175kg/cm².

Según Hernández et al. (2014) para obtener evidencia de esta posible relación causal, los investigadores manipulan las variables independientes y observan si cambia la variable dependiente. Aquí manipulación es sinónimo de cambiar o asignar diferentes valores a una variable independiente.

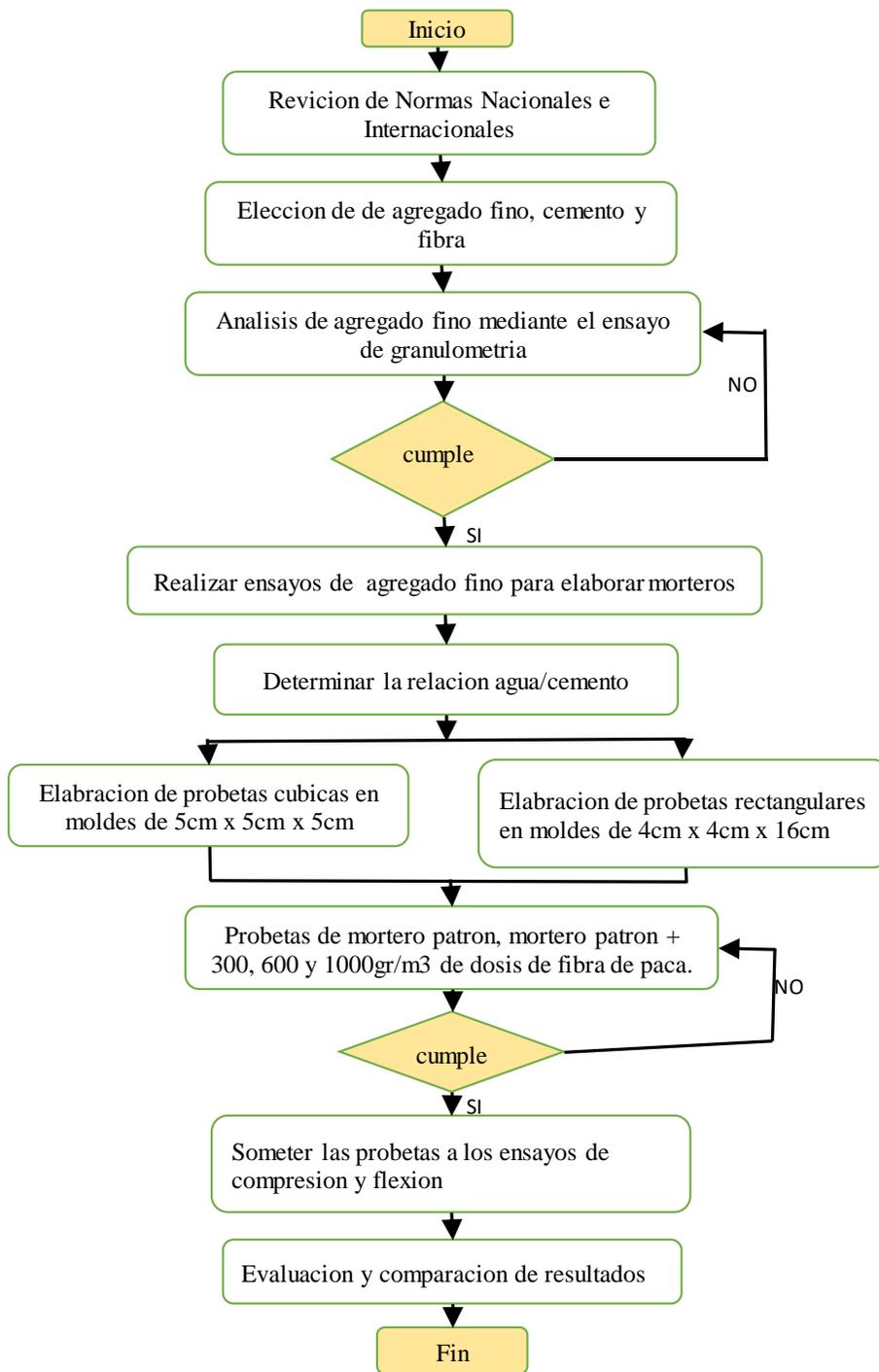
3.2.2. Diseño de Ingeniería

“Evaluación comparativa de la propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional”.



Figura 11

Diagrama de flujo de ingeniería



Nota. Elaboración propia



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Según Hernández et al. (2014) una población o universo es cuando presentan semejanzas un conjunto de datos recolectados.

La población del trabajo de investigación estaba constituida de probetas cubicas de 5cm x 5cm x 5cm, probetas rectangulares de 4cm x 4cm x 16cm y paneles rectangulares de 56cm x 36cm x 11cm, elaborados con agregado fino extraído de la cantera de Cunyac, el cemento portland IP y fibra de paca en las dosis de 300, 600, 1000gr/m³.

3.3.1.1. Cuantificación de la Población.

Se fabricaron 72 probetas cubicas para el ensayo de la resistencia a la compresión y 72 probetas rectangulares para el ensayo de la resistencia a la flexión con total de 144 probetas que se detallan de la siguiente forma:

Tabla 7

Cantidad de muestras cubicas adicionados con dosis de fibra de paca para compresión.

Morteros adicionados con dosis de fibra de paca

Dosis(gr/m ³)	7 días	14 días	28 días
0	6	6	6
300	6	6	6
600	6	6	6
1000	6	6	6
subtotal	24	24	24
total	72		



Tabla 8

Cantidad de muestras rectangulares adicionados con dosis de fibra de paca para flexión.

Dosis(gr/m3)	7 días	14 días	28 días
0	6	6	6
300	6	6	6
600	6	6	6
1000	6	6	6
subtotal	24	24	24
total	72		

Se fabricaron 4 paneles rectangulares para diferentes dosis de fibra de paca que se detallan de la siguiente forma:

Tabla 9

Cantidad de muestras de paneles rectangulares del mortero.

Contracción Plástica	
Dosis(gr/m3)	Numero de muestras
0	1
300	1
600	1
1000	1
Total	4



3.3.2. *Muestra*

3.3.2.1. Descripción y Cuantificación de la Muestra. Muestra 1: Constituido por 72 probetas cubicas de 5cm x 5cm x 5cm con diferentes dosis de fibra de paca.

Muestra 2: Constituido por 72 probetas rectangulares de 4cm x 4cm x 16cm con diferentes dosis de fibra de paca.

Muestra 3: constituido de 1 dosificación por panel que hacen una muestra de 4 paneles de mortero.

3.3.2.2. Método de Muestreo. Según Hernández et al. (2014) el quien hace la muestra o las causas relacionadas con las características de la investigación son los que deciden la elección de los elementos y no solo depende de la probabilidad, como lo indica.

Para el presente trabajo de investigación se desarrolló con el método no probabilístico por que fue por conveniencia, accesibilidad y así como también por el criterio personal del investigador.

3.3.2.3. Criterios de Evaluación. Los especímenes que se ensayaron para resistencia a la compresión con una forma cubica, fueron evaluados una prensa de concreto calibrada con ficha técnica anexada como parte del ensayo MTC E-609 para Cementos y Aglomerados.

Para especímenes rectangulares patrón y con diferentes dosis se evaluaron con la norma ASTM C293_02 a través de equipo prensa de CBR calibrada y anexada en la investigación.

Para demás ensayos se utilizó la medición pertinente a través de la observación y calificación de los fenómenos ocurridos.

Una muestra representativa patrón con cinco repeticiones para siete, catorce y veintiocho días de resistencia, con un total de dieciocho especímenes (18).



Se utilizo 6 muestras del mortero patrón para 7 días, para 14 días y para 28 días de resistencia, con un total de 18 especímenes.

Se utilizo 6 muestras del mortero con dosis de 300g/m³ de fibra para 7 días, para 14 días y para 28 días de resistencia, con un total de 18 especímenes.

Se utilizo 6 muestras del mortero con dosis de 600g/m³ de fibra para 7 días, para 14 días y para 28 días de resistencia, con un total de 18 especímenes.

Se utilizo 6 muestras del mortero con dosis de 1000g/m³ de fibra para 7 días, para 14 días y para 28 días de resistencia, con un total de 18 especímenes.

Haciendo un total de 72 especímenes para el ensayo de la resistencia a compresión y 72 especímenes para el ensayo de la resistencia a flexión.

Tabla 10

Cantidad de muestras cubicas del mortero patrón.

Mortero Patrón	
días	Numero de muestras
7 días	6
14 días	6
28 días	6
total	18



Tabla 11

Cantidad de muestras rectangulares del mortero patrón.

Mortero Patrón	
días	Numero de muestras
7 días	6
14 días	6
28 días	6
total	18

3.3.2.4. Criterios de Inclusión.

- A. Resistencia a la compresión 18 unidades para cada muestra de probeta cubica 05x05x05cm con diferentes dosis y patrón.
- B. Resistencia a la flexión, 18 unidades para cada muestra de probeta rectangulares de 16x04x11cm con diferentes dosis y patrón
- C. Contracción plástica; 4 unidades para cada muestra de paneles rectangulares de 36x15x10cm con diferentes dosis y patrón
- D. Especímenes elaborados con cemento portland IP, agregado fino de la cantera de Cunyac y fibra de paca en las dosis de 300, 600, 1000gr/m³.



3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos

Figura 12

hoja de recolección de datos para el análisis granulométrico de agregado fino (MTC E 204,2016).

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil						
TESIS:								
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.								
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGRAGADO FINO Y GRUESO – MTC E-204								
LUGAR:		RESPONSABLE:			FECHA:			
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo			13 – mar – 2023			
Po=		corrección:			%error:			
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
TAMIZ	mm	MAX	MIN					
3/8"								
N.º 4								
N.º 8								
N.º 16								
N.º 30								
N.º 50								
N.º 100								
N.º 200								
FONDO								
TOTAL								
MF=								



Figura 13

Hoja de recolección de datos para el ensayo de contenido de humedad MTC E.215 (2016)

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 	
TESIS:	
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.	
CONTENIDO DE HUMEDAD – MTC E-215	
LUGAR:	RESPONSABLE:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo
FECHA:	
13 – mar – 2023	
Peso de recipiente + M. seca	gr
Peso de recipiente + Húmeda	gr

Nota. Elaboración propia

Figura 14

Hoja de recolección de datos para el ensayo de temperatura.

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 	
TESIS:	
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.	
ENSAYO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA	
LUGAR:	RESPONSABLE:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo
FECHA:	
13 – mar – 2023	
Identificación	Dosis(gr/m3)
Mortero	0
	300
	600
	1000
Temperatura (C°)	

Nota. Elaboración propia



Figura 15

Hoja de recolección de datos para el ensayo de evaporación.

	<p>Universidad Andina del Cusco</p> <p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p>	
TESIS:		
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.		
ENSAYO PARA DETERMINAR EVAPORACIÓN		
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023
Identificación	Dosis(gr/m ³)	Evaporación del agua (gr)
Mortero	0	
	300	
	600	
	1000	

Nota. Elaboración propia



Figura 16

Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso específico NTP 400.022 (2013).

 Universidad Andina del Cusco+B2:J25 Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil 			
TESIS:			
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.			
ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO NTP 400.002			
LUGAR:		RESPONSABLE:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo	
		FECHA:	
		13 – mar – 2023	
Muestra 1		Muestra 2	
DATOS:			
Descripción	Denominación.	Cantid.	Unid.
Peso seco del agregado	A		gr
peso de la fiola con agua	B		gr
Peso filola+agregado+agua	C		gr
Peso del material SSS	S		gr
PESO ESPECIFICO APARENTE=	$\frac{S}{B+S-C} =$		
PESO ESPECIFICO APARENTE(SSS)=	$\frac{A}{B+S-C} =$		
PESO ESPECIFICO NOMINAL=	$\frac{A}{B+A-C} =$		
ABSORCIÓN	$\frac{S-A}{A} * 100 =$		
Muestra 2		DATOS:	
Descripción	Denominación	Cantid.	Unid.
Peso seco del agregado	A		gr
peso de la fiola con agua	B		gr
Peso filola+agregado+agua	C		gr
Peso del material SSS	S		gr
PESO ESPECIFICO APARENTE=	$\frac{S}{B+S-C} =$		
PESO ESPECIFICO APARENTE(SSS)=	$\frac{A}{B+S-C} =$		
PESO ESPECIFICO NOMINAL=	$\frac{A}{B+A-C} =$		
ABSORCIÓN	$\frac{S-A}{A} * 100 =$		

Nota. Elaboración propia



Figura 17

Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso unitario suelto y compactado MTC

E.203(2016).

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 		
TESIS:		
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.		
ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO MTC E-203		
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023
DATOS DEL MOLDE		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso del molde		gr
Diámetro del molde		cm
Altura del molde		cm
volumen del molde		cm ³
PESO UNITARIO COMPACTADO		
N.º ensayo	1	2
Peso de la muestra compactada más el molde(gr)		
PESO UNITARIO SUELTA		
N.º ensayo	1	2
Peso de la muestra suelta más el molde(gr)		

Nota. Elaboración propia



Figura 18

Hoja de recolección de datos para el ensayo de fluidez del mortero por el método del slump

MTC E.705 (2016).

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 	
TESIS:	
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.	
ENSAYO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DEL MORTERO MTC E-705	
LUGAR:	RESPONSABLE:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo
FECHA:	
13 – mar – 2023	
Ensayo de fluidez por slump por el cono de abrams	
Muestra	slump
mortero patron	pulg.
mortero +300gr/m3 de fibra de paca	pulg.
mortero +600gr/m3 de fibra de paca	pulg.
mortero +1000gr/m3 de fibra de paca	pulg.

Nota. Elaboración propia



Figura 19

Hoja de recolección de datos para el ensayo de tiempo de fraguado del mortero ASTM C403M (2017).

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 	
TESIS:	
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.	
ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MORTERO ASTM C403M	
LUGAR:	RESPONSABLE:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo
FECHA:	
13 – mar – 2023	
MORTERO	
Tiempo(hrs)	Unidades(mm)

Nota. Elaboración propia



Figura 20

Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la compresión MTC E.609 (2016).

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil						
		TESIS:						
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente								
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE COMPRESION MTC E-609								
LUGAR: Corporación Ayar S.A.C.			RESPONSABLE: Daniel Condori Turpo			FECHA: 13 – mar – 2023		
PATRÓN	MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha
	M1							
	M2							
	M3							
	M4							
	M5							
M6								

Nota. Elaboración propia



Figura 21

Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la flexión ASTM C293 (2002).

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE FLEXION ASTM C293-02					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
PATRON	Muestra	Dimension(mm)			Fuerza(N)
		B	D	L	
	M1				
	M2				
	M3				
	M4				
	M5				
M6					

Nota. Elaboración propia



Figura 22

Hoja de recolección de datos para el ensayo de contracción plástica ASTM C1579(2013).

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 					
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE CONTRACCION PLASTICA ASTM C1579-13					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
Identificación	dosis de fibra(gr/m3)	N.º figura	Ancho(mm)	N.º figura	Longitud(cm)
MORTERO					

Nota. Elaboración propia

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

Tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200).



Figura 23

Serie de Tamices.



Nota. Elaboración propia

Horno eléctrico

Horno que mantiene una temperatura uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (MTC E.204, 2016)

Figura 24

Horno eléctrico.



Nota. Elaboración propia

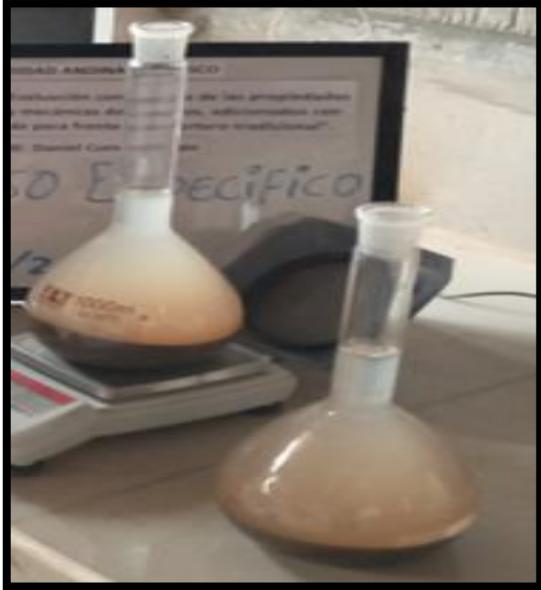


Fiola

Es un Frasco con una capacidad de 1000cm³

Figura 25

Fiolas.



Nota. Elaboración propia

Equipo de compresión

La prensa de concreto tiene una capacidad de 100000kgf, marca ELE Internacional, modelo 36-0690/06 de procedencia USA.



Figura 26

Prensa de concreto.



Nota. Elaboración propia

Prensa CBR

La prensa CBR tiene la capacidad de 10000 lbf, marca Pinzuar, modelo PS-9 de procedencia Colombia



Figura 27

Prensa CBR.



Nota. Elaboración propia

Penetrómetro

Este Penetrómetro tiene un embolo de acero inoxidable de 32.3mm² de área, graduado de 0.5MPa.

Figura 28

Penetrómetro.



Nota. Elaboración propia



3.5. Procedimiento de Recolección de Datos y Análisis de Datos

3.5.1. Diseño de Mezcla del Mortero: 175kg/cm²

Para el diseño de mezcla del mortero no hay un procedimiento estandarizado cabe señalar que, para nuestra investigación, se tomó como referencia las normas (ACI 318S-08, 2008) Y (E.070, 2006). Por lo tanto, se realizó varios ensayos de laboratorio “prueba de error” para alcanzar una dosificación optimas de agua y/o cemento que se requerida para el diseño de mezclas, para así lograr una resistencia especificada.

Nuestro propósito fue de alcanzar un diseño de mezcla del mortero con una resistencia de 175kg/cm², a los 28 días de edad. El ensayo se realizó con 4 diseños de mezclas de mortero, un mortero patrón sin fibras, y las otras con fibras de paca de 300,600,100gr/m³, teniendo una relación de a/c constante de 0.65.

Tabla 12

Nomenclatura de cada diseño.

Nomenclatura	Tipo de mortero	Dosis(gr/m ³)
MP	Mortero patrón	0
MPCF3	Mortero patrón con fibra	300
MPCF6	Mortero patrón con fibra	600
MPCF10	Mortero patrón con fibra	1000

Nota. Elaboración propia



Procedimiento:

a) . Selección del $f'c$.

De acuerdo a lo que indica la norma de Comité ACI 318 Reglamento estructural para edificaciones (2008) que el concreto para elementos de confinamiento tendrán una resistencia a la compresión igual o mayor a 175kg/cm^2 . por lo tanto, se eligió una resistencia a la compresión de 175kg/cm^2 .

b) . Contenido de cemento:

Se recogió una cantidad de cemento de $470\text{ (kg/m}^3\text{)}$ de acuerdo a la dosificación obtenida por Baca, Massiel y Yépez, Mauricio (2022) en sus tesis de grado titulada “Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021”. Debido que la absorción promedio del agregado con caucho reciclado fue de 1.97%.

c) . Selección de r a/c

De acuerdo a las pruebas de error se determinó que con una relación a/c de 0.65 se da una mejor trabajabilidad en el mortero cuando se trabaja con una arena de módulo de finura ligeramente fino (1.69).

d) . Volúmenes de los componentes



Tabla 13

Datos de los componentes.

Material	Humedad (%)	Absorción (%)	MF.	Peso específico(kg/m ³)			Peso unitario	
				PEE.Masa	PE.SSS.	PE. Apar	PUSS.	PUSC.
Cemento IP				2850				
Agua				1000				
Agregado fino	4.16	2.61	1.69	2540	2600	2720	1400	1590

Nota. Elaboración propia

Volumen de cemento:

$$V_c = \frac{470\text{kg}}{2850\text{kg/m}^3} = 0.17\text{m}^3$$

Volumen de agua:

$$c = \frac{a}{r} \rightarrow 470 = \frac{a}{0.65} \rightarrow \text{agua} = 305.5\text{lt/m}^3$$

$$V.\text{agua} = \frac{305.5}{1000} = 0.31\text{m}^3$$

Volumen de agregado fino: $Vol. AF. = 1\text{m}^3 - (0.17\text{m}^3 + 0.31\text{m}^3) = 0.52\text{m}^3$

Peso del agregado fino: $Peso A. F. = 0.52 * 2540 = 1321\text{kg/m}^3$

3.5.2. Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de Cunyac.

A). Instrumentos y Equipos

Balanza: De acuerdo al (MTC E.204, 2016) con aproximación de 0,1gr. Y sensible a 0,1 % del peso medido.

Tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200).



Horno de secado debe tener la capacidad de mantener una temperatura promedio de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Una regla de madera y brocha.

B). Procedimiento

Se escogió una muestra representativa para luego mezclar la muestra completamente.

Después de mezcla completamente la muestra se dividió en cuatro partes iguales se escoge las dos partes opuestas y simétricos.

Con una regla de madera se dividió el agregado en 4 partes, luego se escogió las dos partes opuestas que sean simétricos.

Figura 29

Cuarteo del agregado fino de Cunyac.



Nota. Elaboración propia

Se secó la muestra a la temperatura de $110+5^{\circ}\text{C}$, hasta obtener peso constante.

Se selecciona una serie de tamices, efectuar el tamizado de forma manual o con tamizador mecánico durante un periodo adecuado.

Se determino en cada tamiz el peso de la muestra retenido para luego ser verificado con el peso original de la muestra a ensayar.

Se calculó el módulo de fineza, mediante la siguiente ecuación de acuerdo la norma MTC E.204 (2016):

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido acumulada en las mallas } N^{\circ} 4,8,16,30,50,100}{100} \quad (4)$$

Figura 30

Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la arena de Cunyac.



Nota. Elaboración propia

3.5.3. Ensayo de Contenido de Humedad

A). Instrumentos y Equipos

Balanza:

Un horno: el tipo de marca es pinzuar, tiene un alcance máximo de 0 °c a 200 °c con una capacidad mantener la temperatura de 110 ±5 °c.

Recipiente para la muestra: envases no afectados de por el calor.

Una espátula.

B). Procedimiento

Se homogenizo la muestra para luego seleccionar y pesar



Se llevo al horno en un recipiente con la muestra

Después que se secó la muestra se determinó su peso seco de la muestra.

Figura 31

Pesado de la muestra de la Arena de Cunyac.



Nota. Elaboración propia

C). Cálculo del ensayo

Después obtener datos de la muestra húmeda y datos de la muestra seca con estos datos, se usa la siguiente ecuación:

$$\%P = \frac{W-D}{D} * 100 \quad (5)$$

Donde:

P= contenido total de humead total evaporable de la muestra en porcentaje.

W= masa de la muestra húmeda original en gramos.

D= masa de la muestra seca en gramos.



3.5.4. Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino

A). Instrumentos y Equipos

Balanza: con una precisión de 0.1g y con capacidad máxima de 6 000g.

Horno: el tipo de marca es pinzuar, tiene un alcance máximo de 0 °c a 200 °c capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °c.

Es un Frasco volumétrico que tiene una capacidad de 1000 cm³ con una calibración hasta 0.1cm³ a 20°C. (NTP 400.022 -2013, 2013).

Un molde metálico y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad.

B). Procedimiento

El procedimiento se realizó de acuerdo a la norma NTP 400.022 (2013).

Se dejó de reposar la muestra durante 24h±4h.

Se retiró con cuidado el exceso de agua para evitar perder las partículas finas.

Se extendió la muestra en una bandeja de superficie plana no absorbente y se movió con frecuencia para garantizar el secado homogéneo.

Cuando la muestra se encuentra superficialmente seca, se colocó el molde de forma segura sobre una superficie suave y no absorbente con la parte del diámetro mayor hacia abajo.

Se llenó el molde hasta el ras para con una porción del agregado fino suelto semiseca.

Se retiró la arena suelta de la base y se levantó el molde verticalmente y se sacó una muestra de 500g±10g de agregado fino saturada seca.



Se llenó parcialmente con agua la fiola y luego se introdujo en la fiola 500g±10g de agregado fino saturada seca superficialmente.

Se agito manualmente la fiola para eliminar las burbujas de aire visibles.

Se determinó el agua, el espécimen y masa total del picnómetro.

Se retiró el agregado fino de la fiola y se secó en el horno.

Figura 32

El pesado de la, muestra, fiola y agua.



Nota. Elaboración propia

C). Cálculo del ensayo

Los cálculos se realizaron de acuerdo a la norma NTP 400.022 (2013), con las siguientes ecuaciones:

Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B+A-C} \quad (6)$$



Peso específico aparente (Pea).

$$Pea = \frac{A}{B+S-C} \quad (7)$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pe.SSS.).

$$PeSSS = \frac{S}{B+S-C} \quad (8)$$

Porcentaje de absorción (%Abs).

$$\%Abs = \frac{S-A}{A} * 100 \quad (9)$$

Donde:

A = masa de la muestra seca al horno en g.

B = masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración en g.

C = masa de la fiola llenado de la muestra y el agua hasta la marca de calibración en g.

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca en g.

3.5.5. Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino

A). Instrumentos y equipos

Balanza: con una exactitud de 0,1 % con respecto al peso del material usado.

Molde cilíndrico metálico de 16.73cm de altura y 15.05cm de diámetro.

Una varilla compactadora de acero, cilíndrica, de 16 mm de diámetro.

Un cucharón para colocar al recipiente con el agregado.

Recipientes y bandejas.

B). Procedimiento



Se realizó de acuerdo a la norma MTC E.203 (2016).

Peso unitario suelto

El recipiente de medida se llenó con una pala desde una altura máxima de 50 mm (2") hasta que el recipiente se desborde.

Se retiró el agregado sobrante con una regla.

Se determinó el peso del recipiente y el peso del recipiente de medida más el contenido.

Peso unitario compactado

Un tercio del envase se llenó de agregado, para luego emparejar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente.

Una vez llenado el recipiente, se enrasó la superficie con la varilla, para determinar el peso del recipiente solo y el peso del recipiente lleno.

Figura 33

Pesado del recipiente con la muestra.



Nota. Elaboración propia



C). Cálculo del ensayo

Con estos datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio de la arena fina Cunyac se calculan con la siguientes formulas:

Peso unitario compactado (M_c).

$$M_c = \frac{G-T}{V} \quad (10)$$

Peso unitario suelto (M_s).

$$M_s = \frac{(G-T)}{V} \quad (11)$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado (gr/cm³).

G = Peso del recipiente de medida más el agregado (gr.).

T = Peso del recipiente de medida (gr.).

V = Volumen del recipiente de medida (cm³).

3.5.6. Ensayo de Fluidez del Mortero

A). Instrumentos y equipos

Molde metálico de forma de tronco cónico

Varilla compactadora de metal liso y cilíndrico.

Cucharón metálico

Wincha

Figura 34

Cono de Abrams, varilla de acero y wincha.



Nota. Elaboración propia

B). Procedimiento

El procedimiento se realizó de acuerdo a la norma MTC E.705 (2016).

Después de humedecer el molde se coloca sobre una superficie horizontal rígida, no absorbente, húmeda y plana.

La muestra de mortero se llena en tres capas cada uno en un tercio de su volumen y cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal.

Después de la última capa compactada se aliso al ras la superficie del mortero

Se midió el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura media y la altura del molde sobre el medio de la base superior del espécimen.

Figura 35

Medición de la fluidez con el método del SLUMP del mortero patrón.



Nota. Elaboración propia

Figura 36

Medición de la fluidez con el método del SLUMP del mortero con dosis de fibra de 600gr/m³.



Nota. Elaboración propia

C). Cálculo del ensayo

Con los datos del ensayo se realiza su respectivo procesamiento y análisis.

3.5.7. Ensayo de Tiempo de Fraguado de la Mezcla de Mortero

A). Instrumentos y equipos

Recipientes para muestras de mortero: que son rígidos, herméticos, no absorbentes libres de aceite o grasa y de sección transversal cilíndrica.

Aparato de carga: Penetrómetro con rango de medición de 0.5MPa.

Figura 37

Penetrómetro.



Nota. Elaboración propia

Se usó una pipeta para extraer el agua de sangrado de la superficie de la muestra de ensayo.

B). Procedimiento

Este ensayo se realizó según a lo establecido en la norma ASTM-C403M (2017).

Antes de hacer la prueba de penetración, se eliminó el sangrado de agua de la superficie de las muestras de mortero por medio de una pipeta.



Se aplicó gradualmente y uniformemente una fuerza vertical hacia abajo sobre el aparato hasta a una profundidad de 25 mm, que la aguja del aparato penetre el mortero.

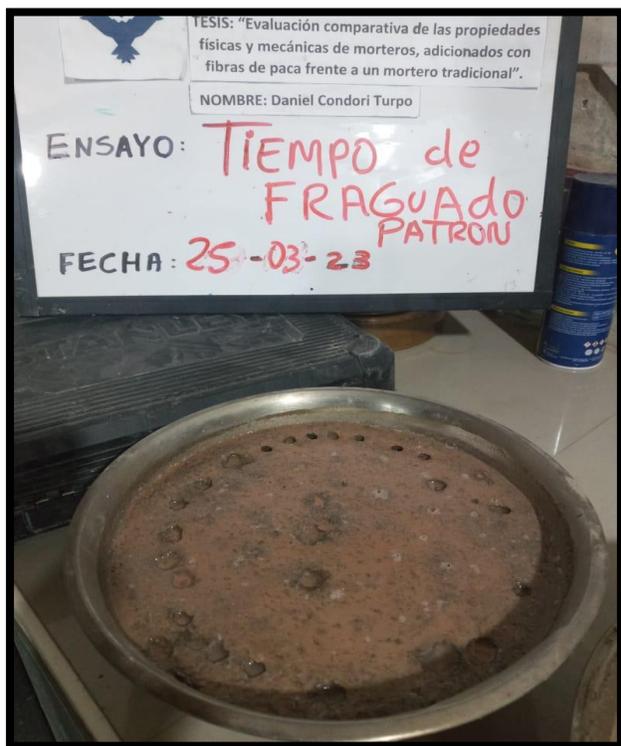
En las pruebas de penetración posteriores, se tubo cuidado para evitar las áreas donde el mortero ha sido alterado por las pruebas anteriores.

Se realizó la prueba inicial después de un tiempo transcurrido de 2 horas después del contacto inicial entre el cemento y agua.

La prueba posterior se realizó cada $\frac{1}{2}$ hora y seguir probando hasta que al menos una lectura de Resistencia a la penetración sea igual o superior a 4000 psi (27.6 MPa).

Figura 38

Medición del tiempo de fraguado del mortero patrón.



Nota. Elaboración propia

C). Cálculo del ensayo



Con la obtención de los datos del ensayo realizado en laboratorio del agregado de Cunyac se realiza el análisis del tiempo de fraguado.

3.5.8. Ensayo por Contracción Plástica

Para realizar el ensayo se utilizó paneles rectangulares que tienen un a medida de 360mmx560mmx110mm, tomando como referencia la norma (ASTM-C1579-13, 2013), de acuerdo a esta norma estos paneles rectangulares poseen dos resaltes perpendiculares al eje longitudinal de 32+1mm que restringen el acortamiento del concreto en la zona inferior y un inductor de grietas de 63+5mm que aumenta las tensiones en la zona superior del elemento.

A). Instrumentos y Equipos

Paneles rectangulares de 360 mm x 560 mm y 110 mm, tomando como referencia la norma (ASTM-C1579-13, 2013).



Figura 39

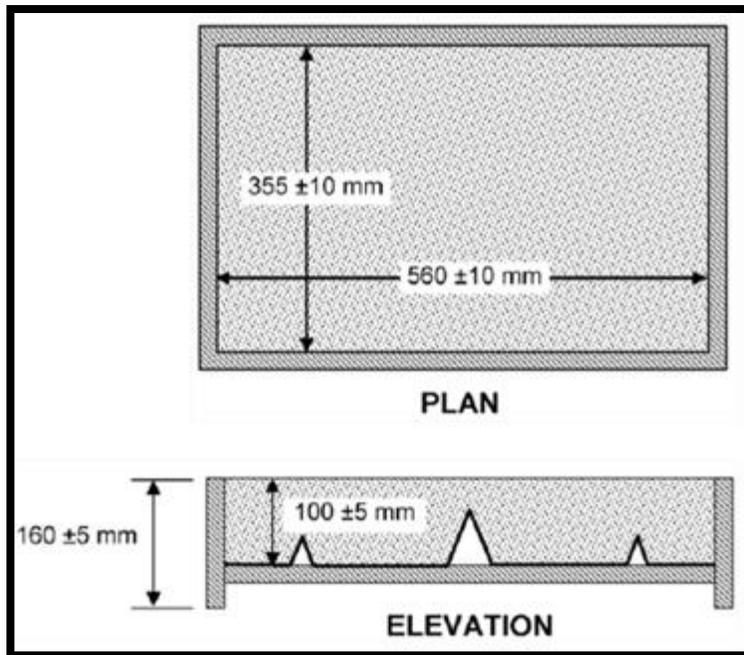
Paneles rectangulares.



Nota. Elaboración propia

Figura 40

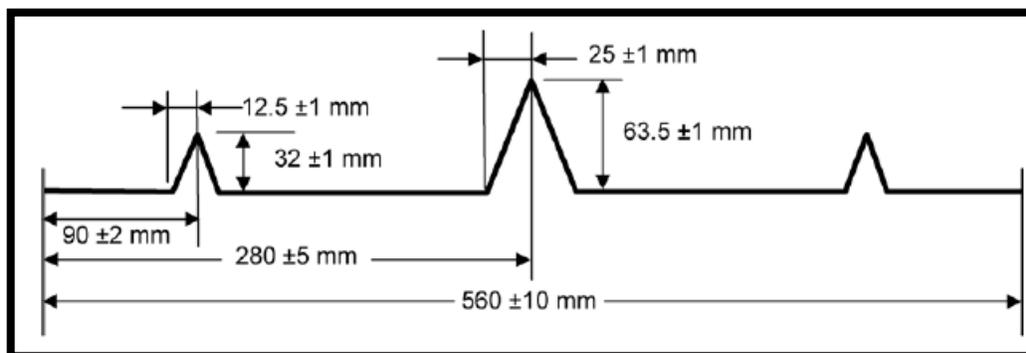
Vista en planta y elevación del panel rectangular.



Nota. Tomado de (ASTM-C1579-13, 2013).

Figura 41

Dimensiones de la elevación de panel rectangular.



Nota. Tomado de ASTM C1579 (2013).

B). Procedimiento

Se fabricó 4 paneles rectangulares de $360\text{mm} \times 560\text{mm} \times 110\text{mm}$.



Se prepararon 4 mezclas de mortero en sus diferentes dosis.

Las caras interiores de los paneles rectangulares se pasaron con aceite lubricante ligero.

Se rellenó el mortero en una capa y después se golpeó con una varilla de metal en los lados del panel rectangular.

Los paneles fueron alisados perpendicularmente al elevador de tensión (3 veces).

Se usaron 2 ventiladores de velocidad variable, cuando se monitorea la velocidad del viento alcanzo un promedio de 4.9m/s mayor a la que la norma (ASTM-C1579-13, 2013) exige, que es 4.7m/s.

Se utilizó un recipiente de 0.1m² de superficie para evaluar la velocidad de evaporación del agua para medir el peso del agua se utilizó una balanza con capacidad de 6000gr y con una precisión de 1 gr.

La temperatura se midió a una distancia de 100mm por encima de la superficie de los paneles rectangulares que están a prueba.

Se registro los parámetros de la temperatura ambiental.

Figura 42

Registro de la temperatura del mortero.



Nota. Elaboración propia

Figura 43

Instrumentos para la medición del ensayo de contracción plástica.



Nota. Elaboración propia

Figura 44

Registro de la evaporación del agua.



Nota. Elaboración propia

Figura 45

Registro de la temperatura ambiental.



Nota. Elaboración propia

Figura 46

Medidor de ancho de grietas.



Nota. Elaboración propia



Figura 47

Anemómetro para medir la velocidad del viento.



Nota. Elaboración propia

El monitoreo que se realizó a las fisuras de su propagación fue a cada 15 minutos

Se midió tanto la longitud y ancho de las fisuras con fisurómetro y una regla, pero no se midió dentro de los 25mm del borde.

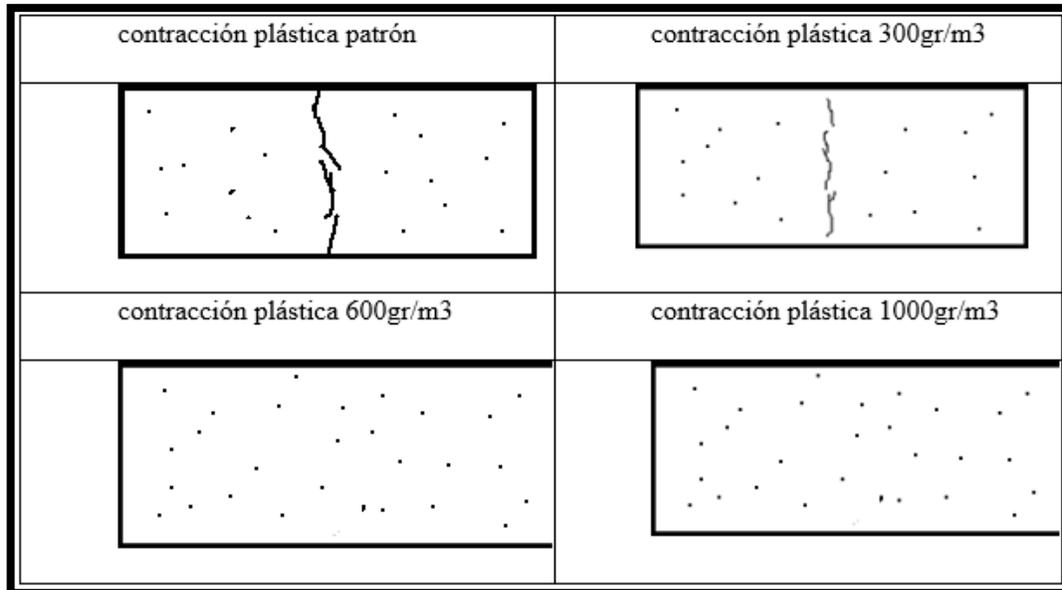
Se realizó la inspección hasta que las fisuras ya no aumenten más en longitud y ancho.

C). Cálculo del ensayo

Con el resultado de los datos en el ensayo de laboratorio se realiza el análisis de contracción plástica.

Figura 48

Representación gráfica del mapa de fisuración en la contracción plástica.



Nota. Elaboración propia

3.5.9. Ensayo de Resistencia a Compresión

A).Equipos y materiales

Moldes para los cúbicos de 5cmx5cmx5cm.

Recipientes metálicos.

Cucharón.

Varilla compactadora.

Mezcladora mecánica con mando eléctrico.

La prensa de concreto tiene una capacidad de 100000 kgf, marca Ele Internacional, modelo 36-0690/06 de procedencia USA.



Figura 49

Moldes cúbicos de fenólico.



Nota. Elaboración propia

B) Procedimiento del ensayo

Este ensayo se realizó a lo establecido en la norma MTC E.609 (2016), resistencia a la compresión.

Las planchas del molde se colocaron en un lugar seguro para luego ser desmoldado.

Se pasó una capa de grasa lubricante ligero a la cara interior de los moldes.

Para tener una cantidad necesaria de mezcla se calculó el volumen de los moldes de cúbicos.

Se procedió a mezclar el mortero en un trompo eléctrico tanto del mortero patrón como del mortero con diferentes dosis.

Se procedió con el llenado de los moldes apisonando con 12 golpes en cada capa y en 2 capas.

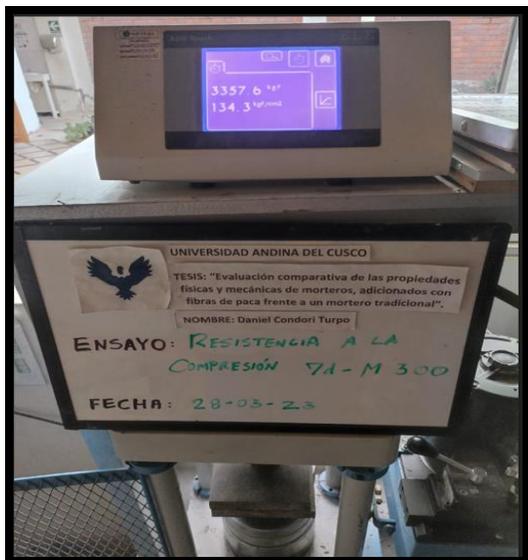
Los moldes se dejaron fraguar durante 24 horas para luego desmoldarlo.

Se hizo su respectivo curado en una poza de agua libre de contaminantes.



Figura 50

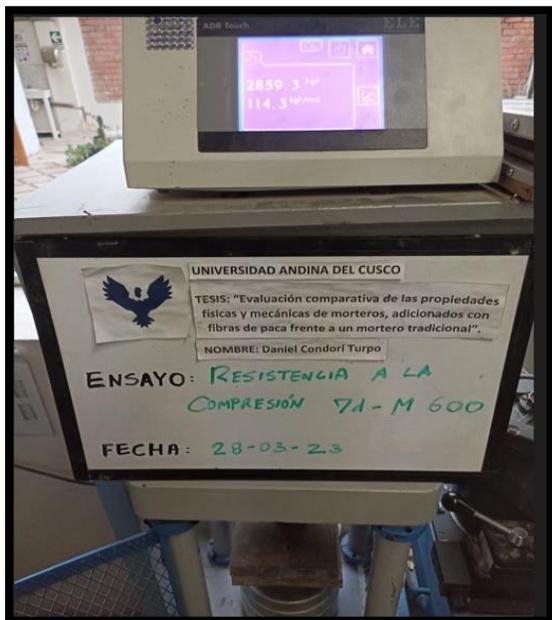
Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 300gr/m³ a los 7 días.



Nota. Elaboración propia

Figura 51

Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 600gr/m³ a los 7 días.



Nota. Elaboración propia



Figura 52

Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 7 días.



Nota. Elaboración propia

Figura 53

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero patrón a los 28 días.



Nota. Elaboración propia



Figura 54

Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 300gr/m³ a los 28 días.



Nota. Elaboración propia

Figura 55

Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 600gr/m³ a los 28 días.

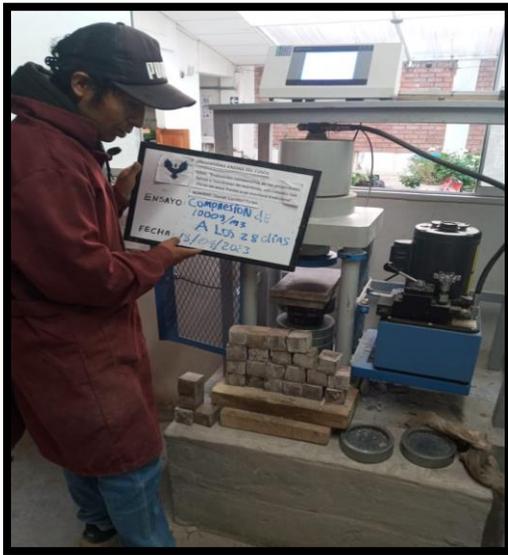


Nota. Elaboración propia



Figura 56

Ensayo de resistencia a la compresión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 28 días.



Nota. Elaboración propia

3.5.10. Ensayo de Resistencia a la Flexión

A). Equipos y materiales

Moldes rectangulares de 4cmx4cmx16cm

Recipientes metálicos.

Cucharón.

Varilla compactadora.

Mezcladora mecánica con mando eléctrico.

Pesas (Dos apoyos, una carga).

La prensa CBR tiene la capacidad de 10000 lbf, marca Pinzuar, modelo PS-9 de procedencia Colombia.



Figura 57

Prensa CBR.



Nota. Elaboración propia

Figura 58

Moldes rectangulares de fenólico.



Nota. Elaboración propia



B). Procedimiento

El ensayo se realizó a lo establecido en la norma ASTM C293 (2002) resistencia a la flexión que la longitud de los prismas debe tener 3 veces a la profundidad con una variación dentro del 2%.

Las planchas del molde se colocaron en un lugar seguro para luego ser desmoldado.

Se pasó una capa de grasa lubricante ligero a la cara interior de los moldes.

Figura 59

Aceitado de moldes planchas de moldes con una capa de aceite.



Nota. Elaboración propia

Para tener una cantidad necesaria de mezcla se calculó el volumen de los moldes de prismas.

Se procedió a mezclar el mortero en un trompo eléctrico tanto del mortero patrón como del mortero con diferentes dosis.



Se precedió con el llenado de los moldes apisonando con 12 golpes en cada capa y en 2 capas.

Los moldes se dejaron fraguar durante 24 horas para luego desmoldarlo.

Se hizo su respectivo curado en una poza de agua libre de contaminantes.

Figura 60

Desmoldado de los moldes rectangulares de mortero.



Nota. Elaboración propia

Antes de llevar a la máquina de compresión inconfiada se hizo su respectiva medida de acuerdo a la norma 3 medidas para determinar la altura promedio, el ancho promedio y la longitud entre apoyos.

Se precedió a colocar las muestras en una plancha con dos apoyos y una pieza en la parte superior para aplicar la carga de la máquina de compresión inconfiada, la fuerza fue aplicada de manera manual con una presión constante para que la muestra no falle por impacto.



Figura 61

Ensayo de las muestras rectangulares.



Nota. Elaboración propia

Figura 62

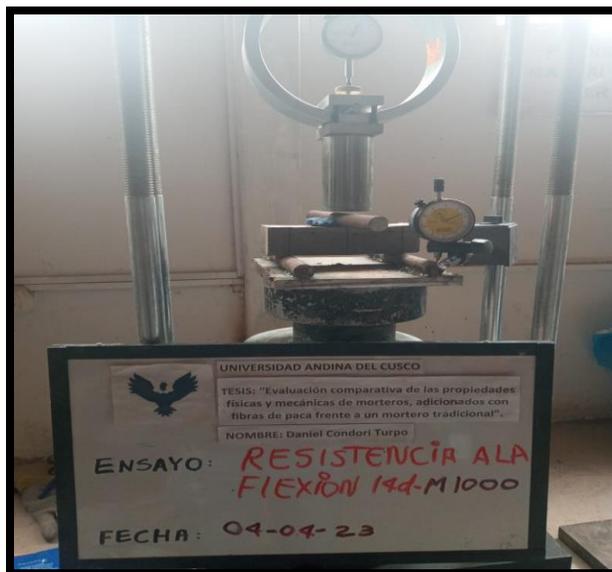
Toma de datos del ensayo de resistencia a la flexión.



Nota. Elaboración propia

Figura 63

Ensayo de resistencia a la flexión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 14 días



Nota. Elaboración propia

Figura 64

Ensayo de resistencia a la flexión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 7 días



Nota. Elaboración propia

Figura 65

Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón a los 28 días



Nota. Elaboración propia



Figura 66

Ensayo de resistencia a la flexión con fibra de paca de 1000gr/m³ a los 28 días



Nota. Elaboración propia

3.5.3. Toma de Datos para el Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de Cunyac



Figura 67

Datos del ensayo de granulometría del agregado fino de Cunyac.

	Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:				
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.				
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO – MTC E-204				
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:		
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023		
Po=1000.00gr				
		ESPECIFICACIONES	PESO (gr)	
TAMIZ	mm	MAX		MIN
N.º 4	4.75	100	100	0.7
N.º 8	2.36	100	95	2.3
N.º 16	1.18	100	70	10.1
N.º 30	0.59	75	40	119.6
N.º 50	0.295	35	10	492.6
N.º 100	0.1475	15	2	282.9
FONDO		0	0	89.5
TOTAL				997.7
MF=1.69				

Nota. Elaboración propia



3.5.4. Toma de Datos para Ensayo de Contenido de Humedad

Figura 68

Datos del ensayo de contenido de humedad del agregado fino de Cunyac.

	Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil	
TESIS:		
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.		
CONTENIDO DE HUMEDAD – MTC E-215		
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023
Peso de recipiente + M. seca	501.00	gr
Peso de recipiente + Húmeda	481.00	gr

Nota. Elaboración propia



3.5.5. Toma de Datos para Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino

Figura 69

Datos del ensayo de peso específico del agregado de Cunyac.

				Universidad Andina del Cusco+B2:J25 Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil							
TESIS:											
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.											
ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO NTP 400.002											
LUGAR:				RESPONSABLE:				FECHA:			
Corporación Ayar S.A.C.				Daniel Condori Turpo				13 – mar – 2023			
Muestra 1					Muestra 2						
DATOS:					DATOS:						
Descripción	Denominación.	Cantid.	Unid.		Descripción	Denominación	Cantid.	Unid.			
Peso seco del agregado	A	487.30	gr		Peso seco del agregado	A	486.90	gr			
peso de la fiola con agua	B	1256.70	gr		peso de la fiola con agua	B	1294.30	gr			
Peso filola+agregado+agua	C	1564.60	gr		Peso filola+agregado+agua	C	16.03.60	gr			
Peso del material SSS	S	500.00	gr		Peso del material SSS	S	500.00	gr			
PESO ESPECIFICO APARENTE=	$\frac{S}{B+S-C} =$	2.54			PESO ESPECIFICO APARENTE=	$\frac{S}{B+S-C} =$	2.55				
PESO ESPECIFICO APARENTE(SSS)=	$\frac{A}{B+S-C} =$	2.60			PESO ESPECIFICO APARENTE(SSS)=	$\frac{A}{B+S-C} =$	2.62				
PESO ESPECIFICO NOMINAL=	$\frac{A}{B+A-C} =$	2.72			PESO ESPECIFICO NOMINAL=	$\frac{A}{B+A-C} =$	2.74				
ABSORCIÓN	$\frac{S-A}{A} * 100 =$	2.61%			ABSORCIÓN	$\frac{S-A}{A} * 100 =$	2.69%				

Nota. Elaboración propia



3.5.6. Toma de Datos para Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino

Figura 70

Toma de datos del ensayo de peso unitario del agregado de Cunyac.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
		TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.				
ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO MTC E-203						
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:		
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023		
Datos del Molde						
peso de molde		6986	gr			
diámetro del molde		15.05	cm			
altura del molde		16.73	cm			
volumen del molde		2974.67	cm ³			
Peso unitario compactado						
		Muestra1	Muestra2	promedio	unidad	
T	Peso del molde	6986	6986	6986	gr	
G-T	Peso muestra compactada	4192	4153	4172.5	gr	
G	muestra +molde	11178	11139	11158.5	gr	
V	volumen del molde	2974.67	2974.67	2974.67	cm ³	
MC	Peso unitario compactado	1.41	1.4	1.4	gr/cm ³	
Peso unitario suelto						
		Muestra1	Muestra2	promedio	unidad	
T	Peso del molde	6986	6986	6986	gr	
G-T	Peso muestra suelto	4712	4749	4730.5	gr	
G	muestra +molde	11698	11735	11716.5	gr	
V	volumen del molde	2974.67	2974.67	2974.67	cm ³	
MS	Peso unitario suelto	1.58	1.6	1.59	gr/cm ³	

Nota. Elaboración propia



3.5.7. Toma de Datos para Ensayo de Fluidéz del Mortero

Figura 71

Toma de datos del ensayo de fluidéz del mortero por el método del slump.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DEL MORTERO MTC E-705					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
Ensayo de fluidéz por slump por el cono de abrams					
Muestra				slump	
mortero patron				7.5	pulg.
mortero +300gr/m ³ de fibra de paca				8.0	pulg.
mortero +600gr/m ³ de fibra de paca				8.3	pulg.
mortero +1000gr/m ³ de fibra de paca				8.0	pulg.

Nota. Elaboración propia

3.5.8. Toma de Datos para Ensayo de Tiempo de Fraguado de la Mezcla de Mortero



Figura 72

Toma de datos del ensayo del tiempo de fraguado del mortero.

		Universidad Andina del Cusco				
		Facultad de Ingeniería y Arquitectura				
		Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
TESIS:						
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MORTERO ASTM C403M						
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:		
Corporación Ayar		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023		
Tiempo(hr)	mortero patrón	mortero 300gr/m ³	mortero 600gr/m ³	mortero 1000gr/m ³		
	Unidades(mm)	Unidades(mm)	Unidades(mm)	Unidades(mm)		
10:30	-	-	-	-		
11:00	-	-	-	-		
11:30	-	-	-	-		
12:00	40	0	10	10		
12:30	50	40	20	50		
13:00	65	55	40	60		
13:30	100	80	90	90		
14:00	150	100	99	100		
14:30	160	180	140	120		
15:00	210	220	200	220		
15:30	300	230	260	270		
16:00	320	270	280	280		
16:30	350	290	300	290		

Nota. Elaboración propia

3.5.9. Toma de Datos para Ensayo por Contracción Plástica



Figura 73

Toma de datos del ensayo contracción plástica del mortero.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR LA CONTRACCION PLASTICA ASTM C1579-13						
LUGAR: Corporación Ayar S.A.C.		RESPONSABLE: Daniel Condori Turpo			FECHA: 13 – mar – 2023	
Identificación	dosis fibra(gr/m3)	N.º fisura	Ancho (mm)	N.º fisura	Longitud (cm)	
MP	0	1	0.1	1	4.9	
		2	0.05	2	8.5	
		3	0.05	3	3.2	
		4	0.7	4	5.4	
		5	0.5	5	3	
		6	0.4	6	1.9	
		7	0.5	7	2.1	
		8	0.6	8	2.3	
MCF3	300	1	0.3	1	7.1	
		2	0.25	2	3.3	
		3	0.1	3	1.4	
		4	0.1	4	4.6	
		5	0.1	5	2.1	
		6	0.05	6	2.8	
		7	0.1	7	1.9	
		8	0.1	8	1.3	
		9	0.1	1	1.6	
MCF6	600	1	0	1	0	
		2	0	2	0	
		3	0	3	0	
		4	0	4	0	
MCF10	1000	1	0	1	0	
		2	0	2	0	
		3	0	3	0	
		4	0	4	0	

Nota. Elaboración propia



3.5.10. Toma de Datos para Ensayo de Temperatura del Mortero

Figura 74

Toma de datos del ensayo de la temperatura del mortero.

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 		
TESIS:		
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.		
ENSAYO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DEL MORTERO		
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023
Identificación	Dosis(gr/m3)	Temperatura(C°)
MP	0	21.97
MPCF3	300	21.83
MPCF6	600	21.78
MPCF10	1000	20.13

Nota. Elaboración propia



3.5.11. Toma de Datos para Ensayo de Temperatura del Ambiente

Figura 75

Toma de datos del ensayo de la temperatura del ambiente.

 <p>Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 		
<p>TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.</p>		
ENSAYO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DEL AMBIENTE		
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023
Identificación	Dosis(gr/m3)	Temperatura(C°)
MP	0	21.85
MPCF3	300	21.85
MPCF6	600	21.67
MPCF10	1000	21.67

Nota. Elaboración propia



3.5.12. Toma de Datos para Ensayo de Evaporación del Agua

Figura 76

Toma de datos del ensayo de la evaporación del agua.

 <p>Universidad Andina del Cusco</p> <p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> 		
TESIS:		
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.		
ENSAYO PARA DETERMINAR LA EVAPORACION DEL AGUA		
LUGAR:	RESPONSABLE:	FECHA:
Corporación Ayar S.A.C.	Daniel Condori Turpo	13 – mar – 2023
Identificación	Dosis(gr/m ³)	Evaporacion del agua(gr)
MP	0	3.80
MPCF3	300	3.80
MPCF6	600	2.90
MPCF10	1000	2.90

Nota. Elaboración propia



3.5.13. Toma de Datos para Ensayo de Resistencia a Compresión

Figura 77

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrona los 7 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil								
		TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.								
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO PATRON A LOS 7 DIAS										
LUGAR: Corporación Ayar S.A.C.			RESPONSABLE: Daniel Condori Turpo				FECHA: 13 – mar – 2023			
PATRÓN	MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
	M1	50.58	49.92	50.46	49.93	49.98	50.29	49.97	49.87	3578.30
	M2	50.82	50.37	49.24	49.75	50.64	50.34	50.12	49.55	3672.20
	M3	50.29	50.17	48.65	47.74	47.61	47.12	49.80	49.89	2779.60
	M4	49.91	49.84	50.80	50.96	49.41	49.49	49.66	49.35	3762.00
	M5	50.90	50.89	50.63	50.01	50.27	50.45	50.59	50.04	3610.00
M6	49.45	49.48	50.69	50.20	50.01	49.80	50.49	49.88	3400.40	

Nota. Elaboración propia



Figura 78

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 7 días.

 <div style="text-align: center;"> Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil </div> 										
TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.										
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO CON FIBRA DE 300gr/m ³ A LOS 7 DIAS										
LUGAR:			RESPONSABLE:				FECHA:			
Corporación Ayar S.A.C.			Daniel Condori Turpo				13 – mar – 2023			
M°. 300gr/m ³ a los 7 días	MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
	M1	50.74	50.79	50.54	50.17	50.46	50.82	50.27	50.35	3112.20
	M2	50.88	50.75	50.83	50.80	50.80	50.79	50.07	50.51	2744.90
	M3	50.91	50.62	50.47	50.15	50.07	50.44	51.12	50.79	2995.40
	M4	51.21	50.88	47.96	46.21	51.30	50.74	45.80	47.67	2956.40
	M5	50.74	51.03	49.66	51.43	50.72	51.18	51.18	49.59	3195.50
	M6	50.83	50.96	50.25	50.18	49.87	50.54	49.66	49.88	3357.60

Nota. Elaboración propia



Figura 79

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 600gr/m³ a los 7 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
M°. 600gr/m ³ a los 7 días	M1	51.37	51.62	49.24	49.89	51.26	51.05	50.01	49.66	3609.60
	M2	50.66	51.42	49.76	47.90	51.03	50.84	49.20	49.83	3472.10
	M3	51.07	50.16	50.07	49.76	51.94	52.01	49.56	49.34	3119.30
	M4	50.00	50.34	51.04	51.25	48.28	50.97	50.69	50.00	2859.30
	M5	51.34	50.86	48.82	49.37	50.81	51.55	49.23	48.47	3364.00
	M6	50.19	50.04	50.59	50.62	49.59	49.75	50.94	50.66	3053.50

Nota. Elaboración propia



Figura 80

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 1000gr/m³ a los 7 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
M ^o . 1000gr/m ³ a los 7 días	M1	50.48	50.53	49.20	49.34	50.07	50.25	50.22	49.91	3492.90
	M2	50.08	50.69	50.59	50.02	50.56	49.44	51.28	50.99	3550.30
	M3	50.70	50.82	49.73	49.90	51.01	50.82	49.91	49.71	3244.80
	M4	49.96	49.87	48.60	48.29	50.68	50.74	47.08	48.49	3205.50
	M5	50.07	50.34	50.91	50.62	51.21	50.96	49.97	50.35	3384.20
	M6	51.11	51.01	48.45	50.92	50.98	51.22	48.55	50.99	3539.40

Nota. Elaboración propia



Figura 81

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 14 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
PATRÓN	M1	50.53	51.16	50.15	50.50	50.21	50.65	50.16	50.23	3253.10
	M2	50.68	51.22	50.33	50.52	50.42	50.53	51.32	51.11	3123.30
	M3	49.02	49.86	50.95	50.62	50.37	50.49	48.01	48.23	3425.20
	M4	49.12	48.82	50.75	50.06	50.11	49.71	49.74	49.62	3246.20
	M5	49.95	50.18	50.05	49.85	50.49	51.02	50.06	49.54	3821.50
	M6	50.33	50.31	51.70	51.48	51.53	51.72	50.09	50.13	4059.10

Nota. Elaboración propia



Figura 82

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 14 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
M°. 300gr/m ³ a los 14 días	M1	44.40	44.28	51.10	50.73	42.66	42.63	51.26	51.09	1600.00
	M2	49.61	49.16	50.82	51.06	50.81	50.66	50.25	49.85	2544.10
	M3	49.82	49.40	50.68	50.48	50.47	50.67	49.67	49.76	2734.90
	M4	50.47	51.21	51.04	50.28	51.80	51.44	50.61	50.59	2302.40
	M5	49.95	49.68	50.64	51.02	50.53	50.76	48.78	48.86	3022.30
	M6	50.00	50.42	50.28	50.64	50.66	50.72	50.26	50.93	2753.30

Nota. Elaboración propia



Figura 83

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 600gr/m³ a los 14 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
M ^o . 600gr/m ³ a los 14 días	M1	50.56	50.79	48.97	49.23	49.90	50.65	50.48	50.74	3015.80
	M2	50.74	50.96	51.53	52.11	51.65	52.16	50.63	51.23	2330.80
	M3	50.11	50.18	48.73	49.16	49.95	50.10	47.80	47.70	2897.00
	M4	50.46	50.47	50.52	50.79	50.39	50.88	50.35	50.21	2429.50
	M5	50.77	50.73	49.19	49.53	47.53	48.23	50.93	50.51	2006.00
	M6	48.86	48.65	50.72	50.67	50.51	50.61	49.02	48.87	2385.40

Nota. Elaboración propia



Figura 84

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 1000gr/m³ a los 14 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil									
		TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.									
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO CON FIBRA DE 1000gr/m³ A LOS 14 DIAS											
LUGAR: Corporación Ayar S.A.C.			RESPONSABLE: Daniel Condori Turpo				FECHA: 13 - mar - 2023				
M°. 1000gr/m ³ a los 14 días	MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)	
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb		
	M1	50.05	50.32	50.45	50.52	50.32	50.47	49.95	50.02		3978.40
	M2	49.66	49.93	50.43	50.50	50.61	50.52	49.54	49.84		2531.10
	M3	50.08	49.43	50.18	50.53	50.73	50.30	50.19	49.50		2702.90
	M4	49.91	49.74	50.14	49.76	50.02	49.95	51.21	51.74		2770.00
	M5	50.27	50.15	49.05	48.97	48.38	48.78	50.44	50.31		2800.80
M6	49.67	49.30	50.48	50.57	50.27	50.36	48.63	48.99	2155.50		

Nota. Elaboración propia



Figura 85

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 28 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
PATRÓN	M1	50.10	50.60	50.30	50.30	50.40	50.00	50.84	50.63	4220.10
	M2	49.80	49.90	49.50	49.10	49.10	49.90	51.30	50.86	4000.70
	M3	50.00	50.40	49.50	50.00	50.00	49.80	50.61	50.79	4105.40
	M4	50.00	50.90	50.00	50.00	50.00	50.80	50.62	51.29	4530.80
	M5	49.10	49.20	50.90	49.00	49.00	50.50	51.49	51.44	4178.00
	M6	48.70	49.10	50.90	48.90	48.50	50.60	50.56	51.13	4219.40

Nota. Elaboración propia



Figura 86

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 28 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil								
		TESIS: Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.								
ENSAYO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO CON FIBRA DE 300gr/m³ A LOS 28 DIAS										
LUGAR: Corporación Ayar S.A.C.			RESPONSABLE: Daniel Condori Turpo				FECHA: 13 - mar - 2023			
M ^o . 300gr/m ³ a los 28 días	MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
	M1	50.50	50.80	51.20	50.80	51.00	52.80	50.84	50.63	4432.90
	M2	50.00	50.00	50.10	49.80	49.80	51.30	51.30	50.86	4142.30
	M3	50.00	50.10	50.70	50.50	50.60	52.10	50.61	50.79	4526.50
	M4	50.80	50.90	49.00	50.30	50.50	49.10	50.62	51.29	4330.30
	M5	50.90	50.50	50.40	50.30	50.30	50.30	51.49	51.44	4190.50
M6	49.00	50.00	50.60	48.00	47.80	51.00	50.56	51.13	4431.80	

Nota. Elaboración propia



Figura 87

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 600gr/m³ a los 28 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
M ^o . 600gr/m ³ a los 28 días	M1	50.00	50.00	50.00	50.00	50.50	50.10	50.84	50.63	4472.70
	M2	50.10	50.00	49.40	50.00	50.00	49.10	51.30	50.86	4374.10
	M3	50.00	50.10	49.00	50.20	49.90	49.80	50.61	50.79	4504.90
	M4	50.90	50.70	48.50	50.00	50.00	48.00	50.62	51.29	4356.80
	M5	50.00	49.10	50.20	49.00	48.90	50.00	51.49	51.44	4350.20
	M6	50.10	50.20	49.80	50.20	50.00	49.50	50.56	51.13	4174.40

Nota. Elaboración propia



Figura 88

Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero con fibra de 1000gr/m³ a los 28 días.

MUESTRA		CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALTURA		CARGA (kgf)
		Ca	Cb	Cc	Ca	Cb	Cc	Ha	Hb	
M ^o . 1000gr/m ³ a los 28 días	M1	49.50	49.10	50.10	50.30	50.50	50.00	50.84	50.63	4402.90
	M2	50.00	50.00	49.90	50.00	50.00	50.00	51.30	50.86	4753.80
	M3	49.40	50.00	50.30	49.50	49.20	51.20	50.61	50.79	4714.80
	M4	50.00	50.00	50.00	50.00	49.90	50.00	50.62	51.29	4540.90
	M5	50.00	50.00	49.40	50.00	49.90	49.00	51.49	51.44	4206.20
	M6	49.00	50.00	49.10	49.80	49.50	50.00	50.56	51.13	4649.70

Nota. Elaboración propia



3.5.14. Toma de Datos para Ensayo de Resistencia a la Flexión

Figura 89

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 7 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
PATRÓN	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)
		B	D	L	
	M1	40.10	41.10	160.01	1381.41
	M2	39.75	41.10	160.10	1438.49
	M3	39.40	41.65	160.00	1438.49
	M4	39.80	40.90	160.20	1495.67
	M5	39.60	41.35	160.03	1432.80
M6	40.05	41.25	160.06	1552.74	

Nota. Elaboración propia



Figura 90

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 7 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
TESIS:						
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02						
LUGAR:		RESPONSABLE:			FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo			13 – mar – 2023	
M ^o 300gr/m ³ a los 7días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)	
		B	D	L		
	M1	41.20	40.85	160.08	1626.98	
	M2	39.70	40.70	160.05	1495.67	
	M3	40.50	41.40	160.01	1552.74	
	M4	41.10	40.90	160.04	1438.49	
	M5	42.30	41.35	160.00	1381.41	
M6	41.05	40.95	160.07	1438.49		

Nota. Elaboración propia



Figura 91

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 600gr/m³ a los 7

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil					
TESIS:							
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.							
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02							
LUGAR:		RESPONSABLE:			FECHA:		
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo			13 – mar – 2023		
M ^o 600gr/m ³ a los 7 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)		
		B	D	L			
	M1	40.35	40.35	160.00	1438.49		
	M2	40.60	40.15	160.07	1381.41		
	M3	39.95	40.90	160.00	1438.49		
	M4	41.20	40.80	160.02	1438.49		
	M5	40.10	41.30	160.01	1552.74		
M6	42.25	40.40	160.00	1381.41			

días.

Nota. Elaboración propia



Figura 92

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 1000gr/m³ a los 7 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
TESIS:						
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02						
LUGAR:		RESPONSABLE:			FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo			13 – mar – 2023	
M ^o 1000gr/m ³ a los 7 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)	
		B	D	L		
	M1	40.35	40.35	160.02	1495.67	
	M2	40.60	40.15	160.05	1381.41	
	M3	39.95	40.90	160.08	1552.74	
	M4	41.20	40.80	160.00	1381.41	
	M5	40.10	41.30	160.04	1495.67	
M6	42.25	40.40	160.01	1381.41		

Nota. Elaboración propia



Figura 93

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 14 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
PATRÓN	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)
		B	D	L	
	M1	40.10	41.10	160.00	1495.67
	M2	39.95	40.85	160.00	1552.74
	M3	39.55	41.50	160.30	1609.82
	M4	39.60	40.75	160.60	1495.67
	M5	39.65	40.95	160.10	1666.99
M6	39.70	41.75	160.00	1552.74	

Nota. Elaboración propia



Figura 94

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 14 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
TESIS:						
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02						
LUGAR:		RESPONSABLE:			FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo			13 – mar – 2023	
	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)	
		B	D	L		
M ^o 300gr/m ³ a los 14 días	M1	41.65	41.55	160.08	1724.07	
	M2	41.25	40.90	160.01	1724.07	
	M3	41.15	41.50	160.04	1666.99	
	M4	39.35	40.60	160.00	1609.82	
	M5	39.50	41.00	160.05	1609.82	
	M6	40.95	40.85	160.00	1995.53	

Nota. Elaboración propia



Figura 95

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 600gr/m³ a los 14

 <div style="text-align: center;"> Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil </div> 						
TESIS:						
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02						
LUGAR:		RESPONSABLE:			FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo			13 – mar – 2023	
M ^o 600gr/m ³ a los 14 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)	
		B	D	L		
	M1	38.95	41.50	160.00	1609.82	
	M2	40.40	41.55	160.09	1718.38	
	M3	41.60	41.05	160.01	1609.82	
	M4	39.60	41.50	160.07	1604.13	
	M5	39.75	40.80	160.02	1547.05	
M6	40.00	41.35	160.00	1661.31		

días.

Nota. Elaboración propia



Figura 96

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 1000gr/m³ a los 14 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
		ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02				
LUGAR: Corporación Ayar S.A.C.		RESPONSABLE: Daniel Condori Turpo			FECHA: 13 – mar – 2023	
M ^e 1000gr/m ³ a los 14 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)	
		B	D	L		
	M1	40.35	40.85	160.04	1666.99	
	M2	39.50	40.60	160.08	1552.74	
	M3	38.95	41.00	160.10	1781.15	
	M4	39.15	41.05	160.15	1609.82	
	M5	39.30	40.40	160.09	1609.82	
M6	40.70	41.05	160.08	1666.99		

Nota. Elaboración propia



Figura 97

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 28 días.

MUESTRA		DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)
		B	D	L	
PATRÓN	M1	39.10	41.05	160.14	1495.67
	M2	40.50	40.20	160.04	1438.49
	M3	39.25	38.90	160.07	1409.95
	M4	40.25	38.50	160.02	1467.03
	M5	39.00	39.00	160.06	1467.03
	M6	40.00	39.20	160.08	1409.95

Nota. Elaboración propia



Figura 98

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 300gr/m³ a los 28

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil				
		TESIS:				
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.						
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02						
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:		
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023		
M ^o 300gr/m ³ a los 28 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)	
		B	D	L		
	M1	40.75	41.00	160.01	1152.81	
	M2	39.80	41.00	160.09	1666.99	
	M3	41.60	41.00	160.02	1581.28	
	M4	39.95	40.85	160.00	1438.49	
	M5	40.05	41.55	160.08	1724.07	
M6	40.95	41.60	160.10	1552.74		

días.

Nota. Elaboración propia



Figura 99

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 600gr/m³ a los 28 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
M ^o 600gr/m ³ a los 28 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)
		B	D	L	
	M1	40.75	41.00	160.00	1552.74
	M2	39.80	41.00	160.05	1409.95
	M3	41.60	41.00	160.03	1209.99
	M4	39.95	40.85	160.09	1495.67
	M5	40.05	41.55	160.00	1495.67
M6	40.95	41.60	160.80	1495.67	

Nota. Elaboración propia



Figura 100

Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero con fibra de 1000gr/m³ a los 28 días.

		Universidad Andina del Cusco Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
TESIS:					
Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.					
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C293_02					
LUGAR:		RESPONSABLE:		FECHA:	
Corporación Ayar S.A.C.		Daniel Condori Turpo		13 – mar – 2023	
M ^o 1000gr/m ³ a los 28 días	MUESTRA	DIMENSIÓN (mm)			FUERZA(N)
		B	D	L	
	M1	39.55	40.85	160.13	1724.07
	M2	40.50	40.30	160.09	1666.99
	M3	40.90	40.75	160.01	1695.53
	M4	41.50	40.90	160.05	1724.07
	M5	40.00	40.45	160.07	1695.53
M6	39.50	41.00	160.00	1609.82	

Nota. Elaboración propia



3.6. Cálculos Vinculados al Análisis de los Datos.

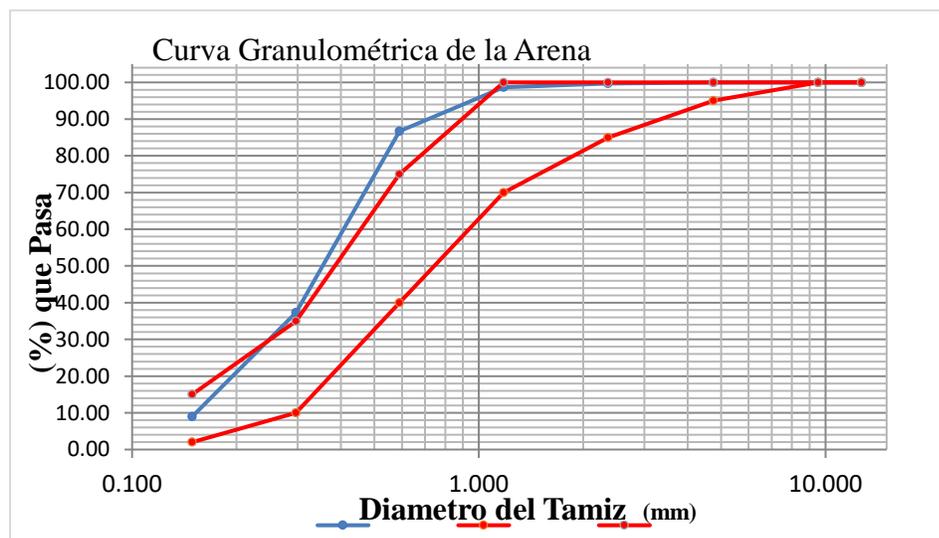
3.6.1. Análisis para Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de Cunyac

Se realizo su respectivo cálculo del módulo de fineza, mediante la siguiente ecuación de acuerdo la norma MTC E.204 (2016):

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido acumulada en las mallas } N^{\circ} 4,8,16,30,50,100}{100} \quad (12)$$

Figura 101

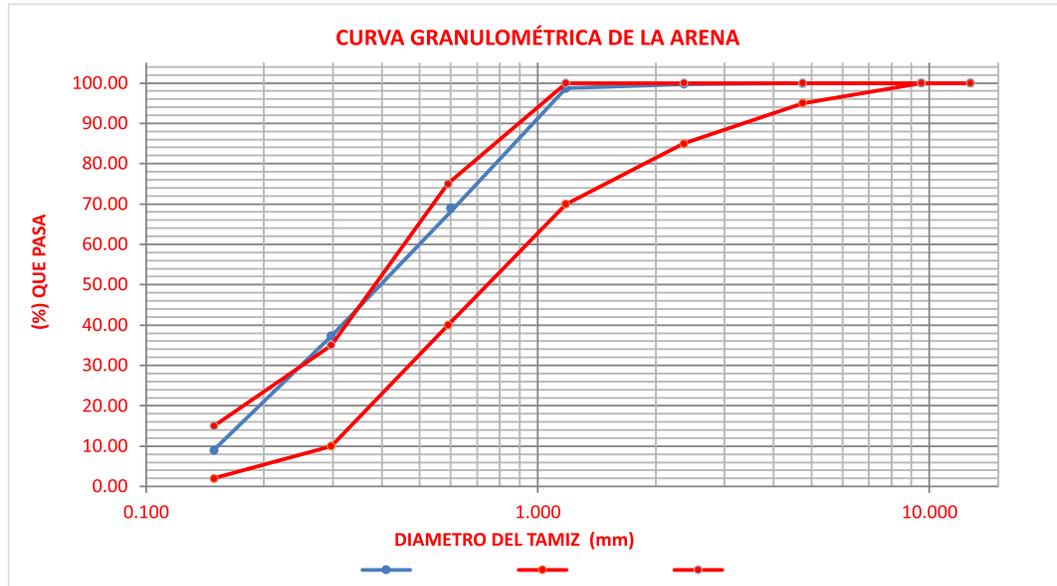
Curva granulométrica de la arena fina de Cunyac.



Nota. Elaboración propia

Figura 102

La nueva curva granulométrica de la arena fina de Cunyac efectivamente utilizado para la fabricación del concreto en la presente tesis.



Nota. Elaboración propia

Dado que, con la anterior curva granulométrica no se cumple con lo establecido por la norma, se tuvo que corregir la granulometría del material, reduciendo el porcentaje de material retenido entre las mallas 30 y 50 en una cantidad de 10%, rehaciéndose la granulometría hasta obtener la nueva curva granulométrica que se muestra a continuación.

El módulo de fineza del agregado fino de Cunyac es de 1.69 y está dentro de los parámetros de la norma E.070.

3.6.2. Análisis para Ensayo de Contenido de Humedad

Después obtener datos de la muestra húmeda y datos de la muestra seca con estos datos, se usa la siguiente ecuación:

$$\%P = \frac{W-D}{D} * 100 \tag{13}$$



Donde:

P= contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje.

W= masa de la muestra húmeda original en gramos.

D= masa de la muestra seca en gramos.

A). Análisis del Ensayo

El resultado del contenido de humedad de la arena fina de Cunyac fue de 4.16%, la norma (MTC E 215, 2016) no especifica ningún parámetro de medición, por lo general se utiliza para hacer la corrección por humedad del diseño de mezcla.

3.6.3. Análisis para Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino

A). Cálculo del ensayo

Los cálculos se realizaron de acuerdo a la norma (NTP 400.022 -2013, 2013), con las siguientes ecuaciones:

Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B+A-c} \quad (14)$$

Peso específico aparente (Pea).

$$Pea = \frac{A}{B+S-c} \quad (15)$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca ($Pe.SSS.$).

$$Pesss = \frac{S}{B+S-c} \quad (16)$$

Porcentaje de absorción (%Abs).

$$\%Abs = \frac{S-A}{A} * 100 \quad (17)$$

Donde:



A = masa de la muestra seca al horno en g.

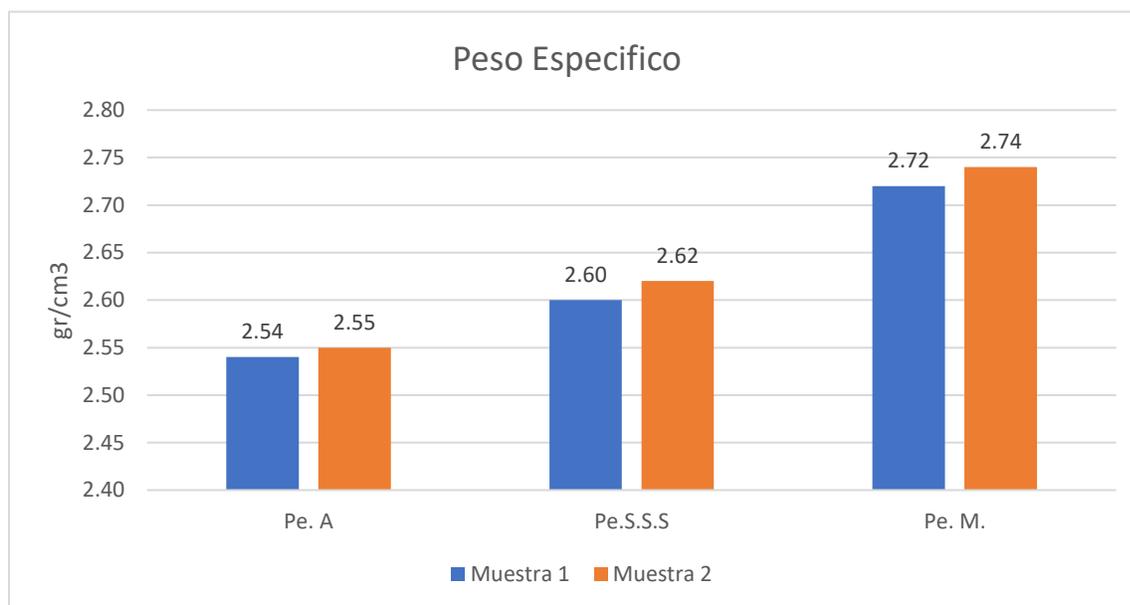
B = masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración en g.

C = masa de la fiola llenado de la muestra y el agua hasta la marca de calibración en g.

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca en g.

Figura 103

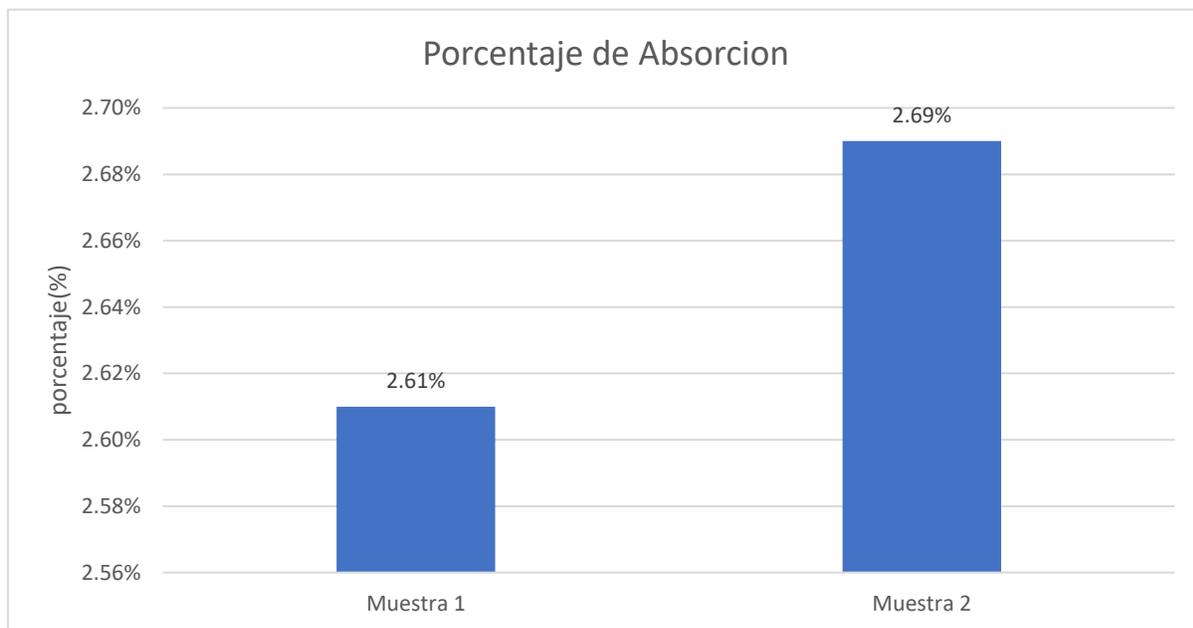
Gráfico de la comparación del peso específico de del agregado de Cunyac.



Nota. Elaboración propia

Figura 104

Gráfico de comparación del porcentaje de absorción del agregado de Cunyac.



Nota. Elaboración propia

B). Análisis de Ensayo

En la norma no hay una especificación sobre los parámetros de control para morteros, pero es de mucha importancia para saber cuánto de agua aporta a la mezcla.

3.6.4. Análisis para Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino

A). Cálculo del ensayo

Con los resultados obtenidos en el ensayo de laboratorio de la arena fina Cunyac se calculan con la siguientes formulas:

Peso unitario compactado (Mc).

$$Mc = \frac{G-T}{V} \quad (18)$$



Peso unitario suelto (Ms).

$$M_S = \frac{(G-T)}{V} \quad (19)$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado (gr/cm³).

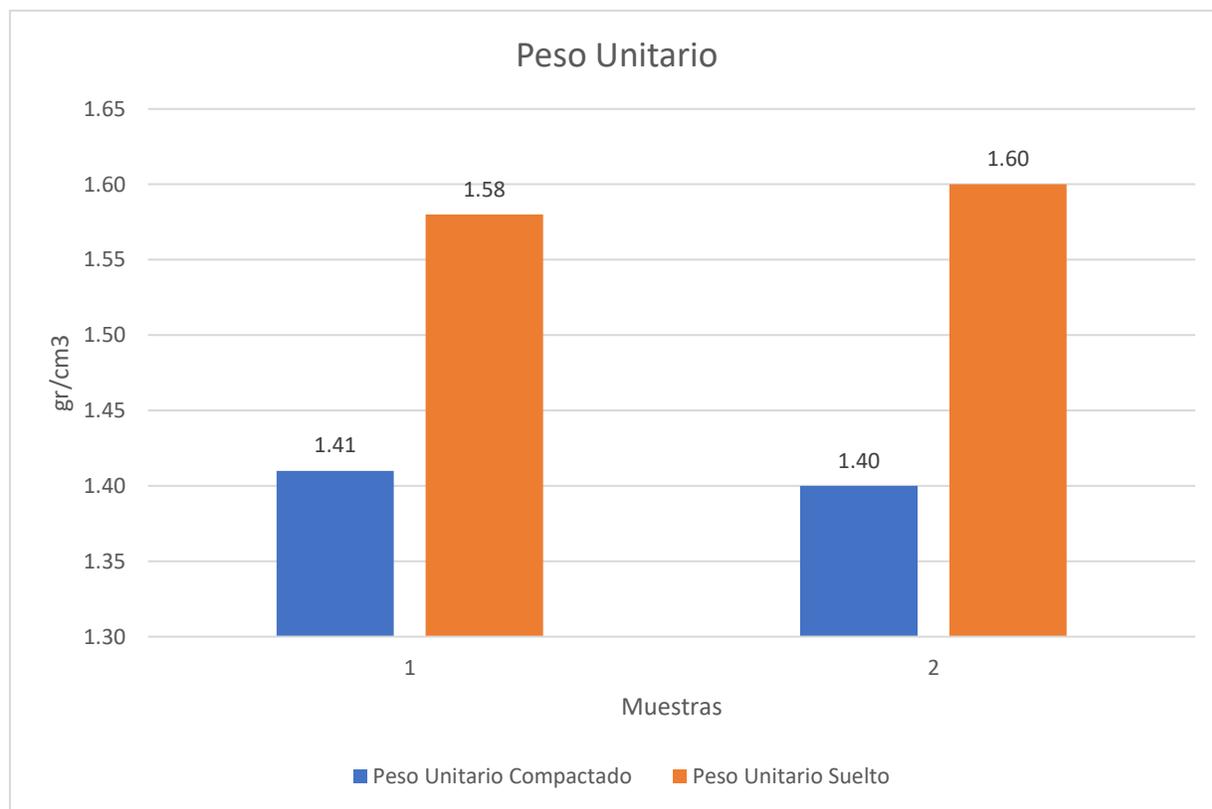
G = Peso del recipiente de medida más el agregado (gr.).

T = Peso del recipiente de medida (gr.).

V = Volumen del recipiente de medida (cm³).

Figura 105

Gráfico de la comparación del peso unitario del agregado de Cunyac.



Nota. Elaboración propia



B). Análisis de Ensayo

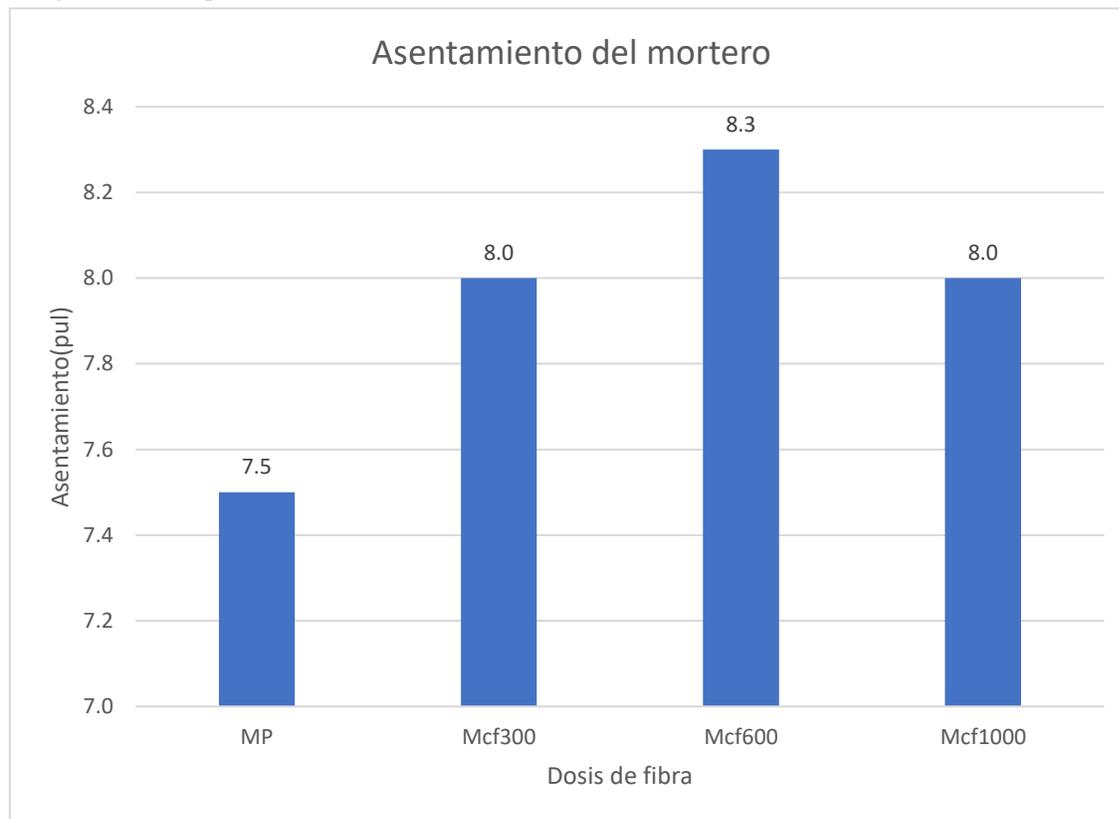
En los ensayos de peso unitario se obtuvieron los resultados de la siguiente manera: peso unitario suelto es de 1.58gr/cm³ y el peso unitario compactado es de 1.41gr/cm³.

En la norma no hay una especificación sobre los parámetros mínimos que debe tener el material para el uso del mortero.

3.6.5. Análisis para Ensayo de Fluidez del Mortero

Figura 106

Gráfico de comparación del asentamiento del mortero.



Nota. Elaboración propia



A). Análisis de Ensayo

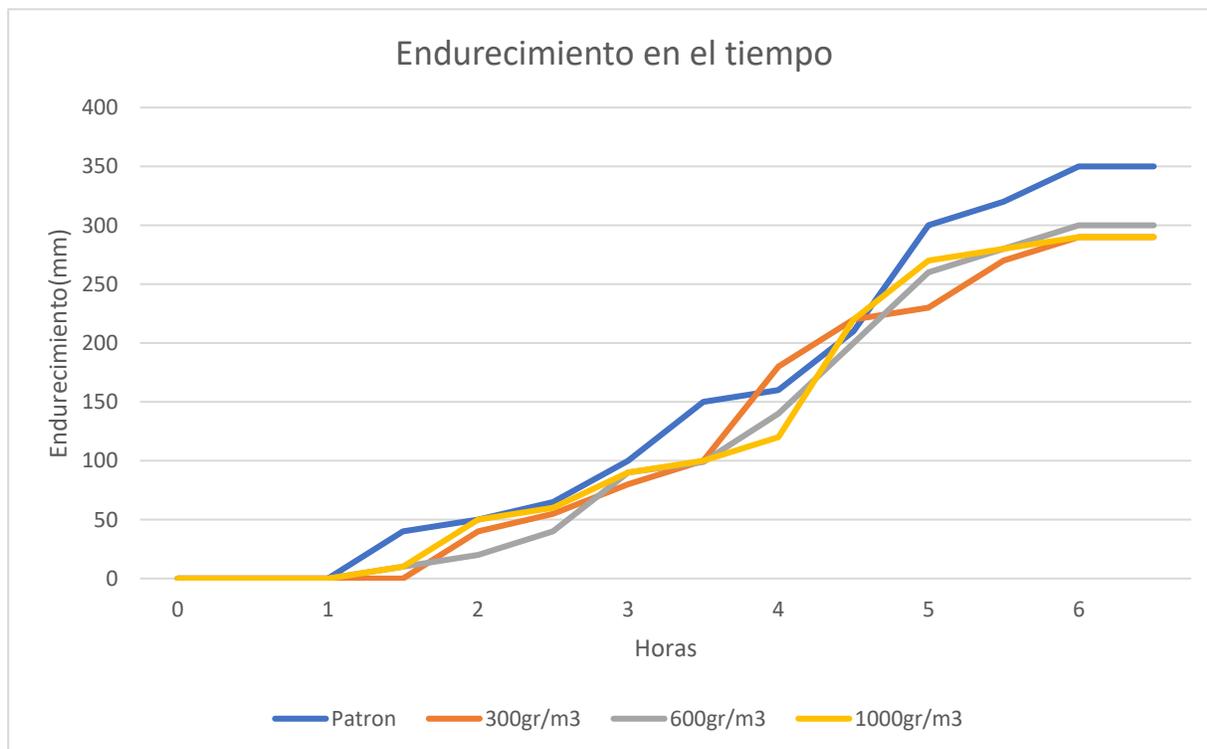
Conforme se aprecia, el asentamiento del mortero para los distintos tipos de concreto presento un comportamiento parabólico, en primera instancia el asentamiento se incrementa como efecto del incremento de la dosis de fibra, pero este fenómeno sólo ocurre hasta una dosis igual a 600 gramos por metro cúbico, luego de lo cual el asentamiento se reduce.

Según Osorio et al. (2007) este fenómeno se produce porque el contenido de humedad de la fibra es de $7,13 \pm 0,73\%$. También tiene una tasa de absorción de agua relativamente baja en comparación con el agregado.

3.6.6. Análisis para Ensayo de Tiempo de Fraguado de la Mezcla de Mortero

Figura 107

Endurecimiento en el tiempo.



Nota. Elaboración propia



A). Análisis del ensayo

Conforme se aprecia el endurecimiento del mortero es prácticamente uniforme para todas las dosis, observándose un crecimiento muy leve del mortero sin dosis de fibra.

3.6.7. Análisis para Ensayo por Contracción Plástica



Figura 108

Resumen para el análisis ANOVA.

Dosis	Ancho	Longitud
0	0.1	4.9
0	0.05	8.5
0	0.05	3.2
0	0.7	5.4
0	0.5	3
0	0.4	1.9
0	0.5	2.1
0	0.6	2.3
300	0.3	7.1
300	0.25	3.3
300	0.1	1.4
300	0.1	4.6
300	0.1	2.1
300	0.05	2.8
300	0.1	1.9
300	0.1	1.3
300	0.1	1.6
600	0	0
600	0	0
600	0	0
600	0	0
1000	0	0
1000	0	0

Nota. Elaboración propia



Que nos sirve para plantear el análisis ANOVA que se detalla a continuación:

Tabla 14

Matriz de correlación entre el ancho y la longitud de las grietas con la dosis de fibra.

	Dosis	Ancho	Longitud
Dosis	1	-0.639	-0.667
Ancho	-0.639	1	0.382
Long.	-0.667	0.382	1

Nota. Elaboración propia

Tabla 15

Análisis de varianza del ancho de la grieta.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados cuadrados	de Cuadrados medios	F	Pr>F
Modelo	1	0.437	0.437	15.909	0.001
Error	23	0.631	0.027		
Total, corregido	24				

Nota. Elaboración propia



Tabla 16

Análisis de varianza de la longitud de la grieta.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr>F
Modelo	1	58.094	58.094	18.401	0.000
Error	23	72.615	3.157		
Total, corregido	24	130.71			

Nota. Elaboración propia

A). Análisis del Ensayo

Conforme se aprecia en la tabla N°14 existe una alta correlación entre el ancho y longitud de la grieta con la dosis de fibra, esta correlación es negativa en ambos casos, significando esto último que cuanto más fibra se incrementa el mortero más se reducen tanto la longitud como el ancho de la grieta.

Conforme se aprecia en la tabla N°15, el efecto de la fibra en el ancho de la grieta es significativo para un nivel de confianza de 0.05. A continuación, se muestra el modelo matemático que expresa dicha relación:

$$\text{Ancho de grieta} = 0.31 - 0.0039 * \text{Dosis.}$$

Esto significa que, por cada 1% de fibra añadida al mortero, las grietas reducen su ancho en 0.0039 milímetros.



Igualmente, como se aprecia en la tabla N°16, se deduce que el efecto de la fibra es significativo en la longitud de la grieta, a continuación, se expresa la relación matemática correspondiente hallada a través de una regresión lineal, como parte del método ANOVA.

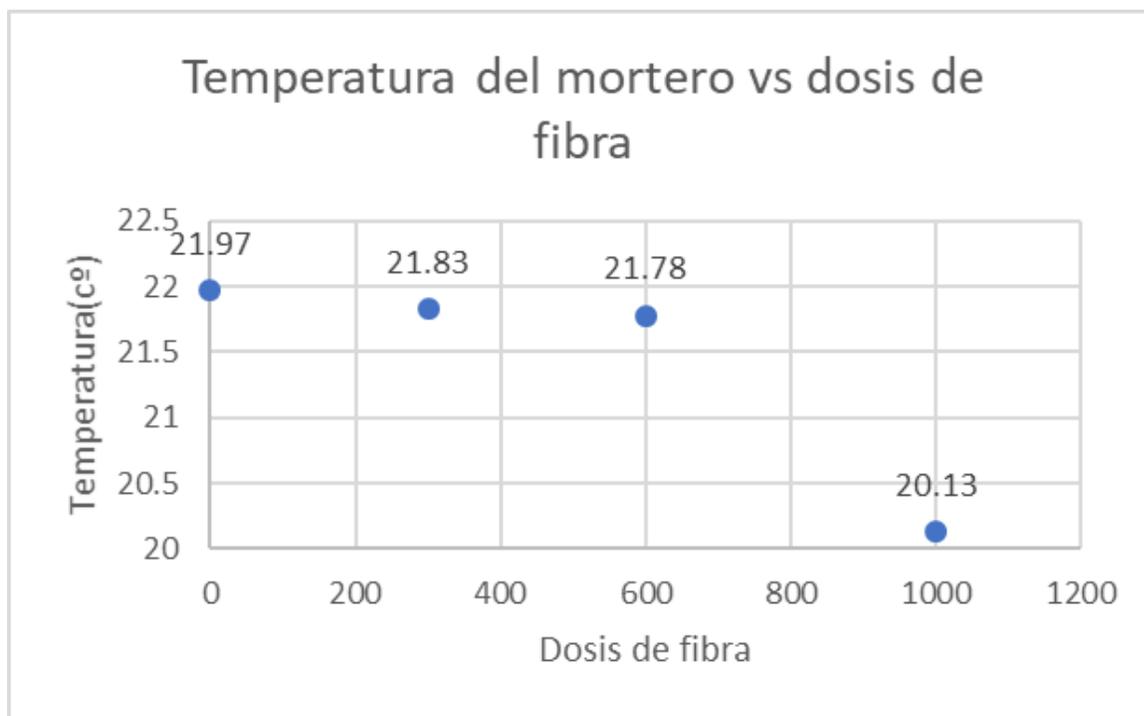
$$\text{Longitud de la grieta} = 3.92 - 0.045 * \text{Dosis.}$$

Esto significa que, por cada 1% de fibra añadida al mortero, este reduce la longitud de sus grietas en 0.045 mm.

3.6.8. Análisis para Ensayo de Temperatura del Mortero

Figura 109

Temperatura del mortero vs dosis de fibra.



Nota. Elaboración propia



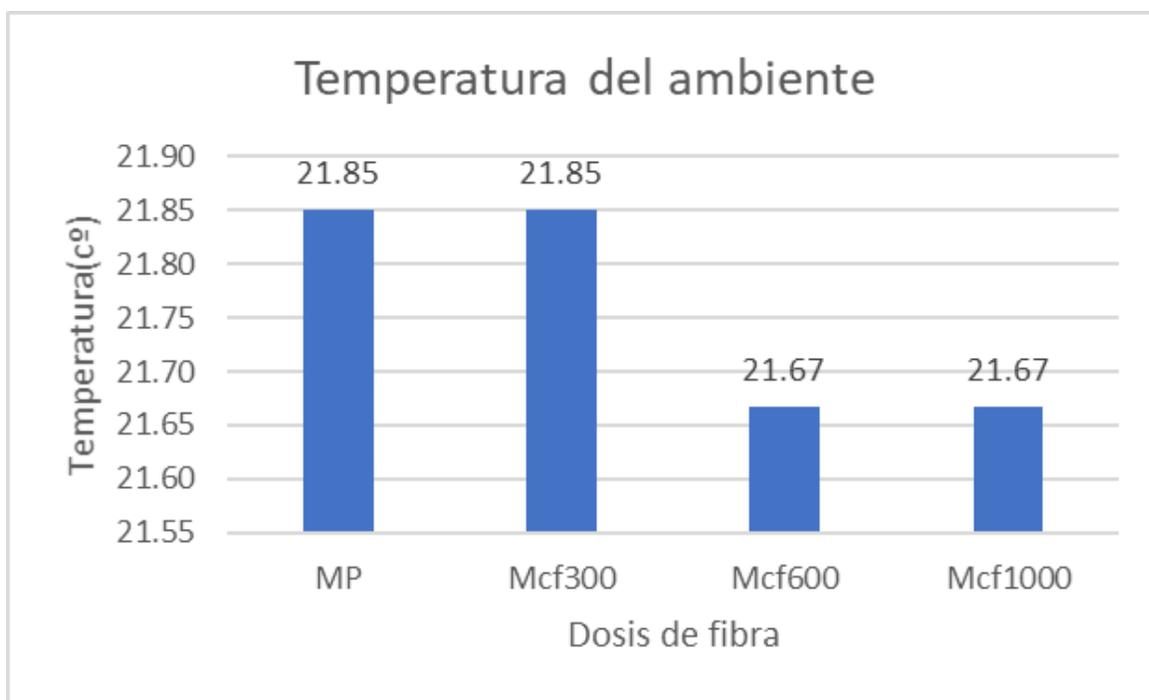
A). Análisis del ensayo

Conforme se aprecia la temperatura del mortero es prácticamente uniforme para todas las dosis, observándose una disminución muy leve cuando se aplica la dosis de 1000.

3.6.9. Análisis para Ensayo de Temperatura del Ambiente

Figura 110

Temperatura del Ambiente.



Nota. Elaboración propia

A). Análisis del ensayo

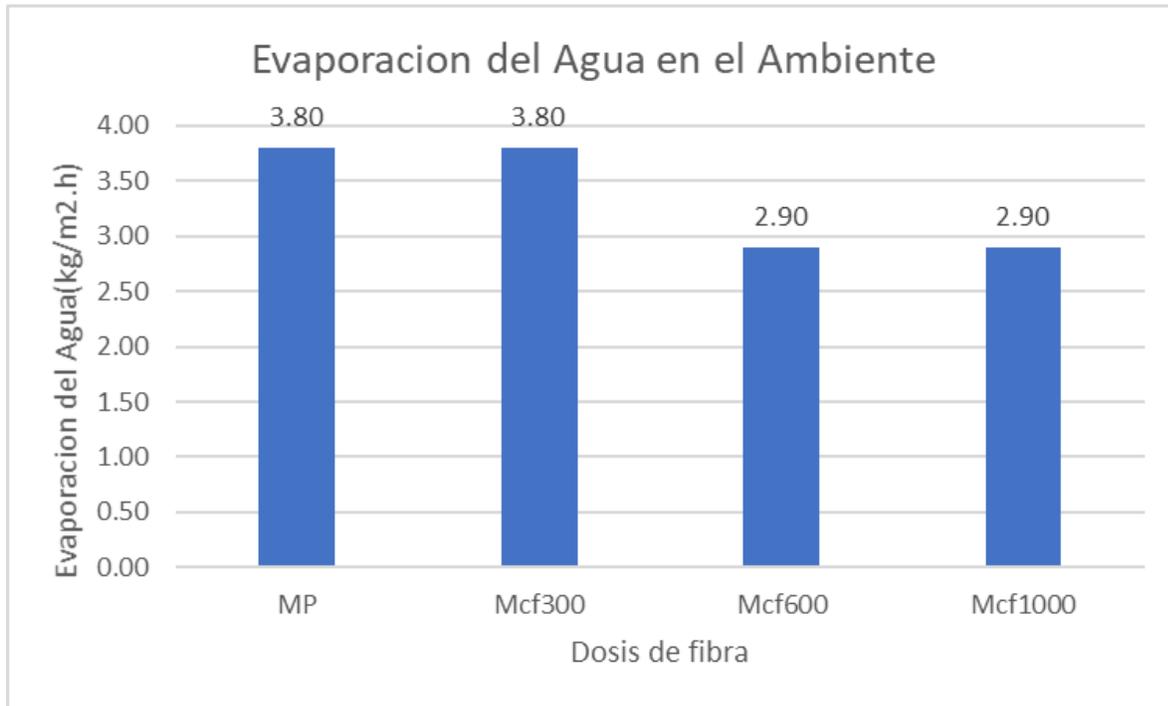
Conforme se aprecia la temperatura del ambiente es prácticamente uniforme para todas las dosis.



3.6.10. Análisis para Ensayo de Evaporación del Agua

Figura 111

Evaporación del agua en el ambiente.



Nota. Elaboración propia

A). Análisis del ensayo

Conforme se aprecia la evaporación promedio del agua es $3.35\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$.

La norma ASTM-C1579 (2013) nos da un parámetro mínimo que debe alcanzar que es de $1.0\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$.

3.6.11. Análisis para Ensayo de Resistencia a Compresión

A). Cálculo del ensayo

Los cálculos se realizaron de acuerdo a la norma MTC E.609 (2016) y los resultados se procesaron con la siguiente ecuación.



Ecuación de la resistencia a compresión.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (20)$$

Donde:

$f'c$ = es la resistencia a la compresión en MPa.

P = es la máxima total en N.

A = es el área de la superficie de carga en mm.



Figura 112

Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.

Dosis	Resistencia
0	141.8
0	146.4
0	118.5
0	150
0	141.4
0	135.9
300	121.5
300	106.3
300	117.7
300	120.1
300	124.3
300	132
600	141.1
600	137.4
600	120.5
600	112.2
600	132.5
600	121.5
1000	140.2
1000	141
1000	127.5
1000	129.9
1000	131.4

Nota. Elaboración propia



Figura 113

Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.

Dosis	Resistencia
0	127.82
0	121.19
0	138.74
0	131.22
0	152.00
0	156.63
300	72.02
300	100.66
300	108.89
300	88.77
300	120.78
300	108.01
600	119.85
600	88.31
600	119.64
600	95.23
600	81.32
600	96.45
1000	157.48
1000	100.73
1000	107.61
1000	109.45
1000	114.13

Nota. Elaboración propia



Figura 114

Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.

Dosis	Resistencia
0	166.38
0	161.81
0	164.3
0	178.91
0	168.00
0	170.45
300	167.01
300	164.14
300	174.47
300	174.39
300	164.81
300	179.42
600	178.27
600	176.55
600	181.19
600	178.69
600	176.48
600	167.56
1000	176.38
1000	189.77
1000	187.59
1000	181.73
1000	171.33

Nota. Elaboración propia



Tabla 17

Matriz de correlación entre resistencia compresiva, edad y dosis.

	Edad	Dosis	Edad*Dosis	Resistencia
Edad	1	0	0.518	0.703
Dosis	0	1	0.754	-0.026
Edad*Dosis	0.518	0.754	1	0.387
Resistencia	0.703	0.026	0.387	1

Nota. Elaboración propia

Tabla 18

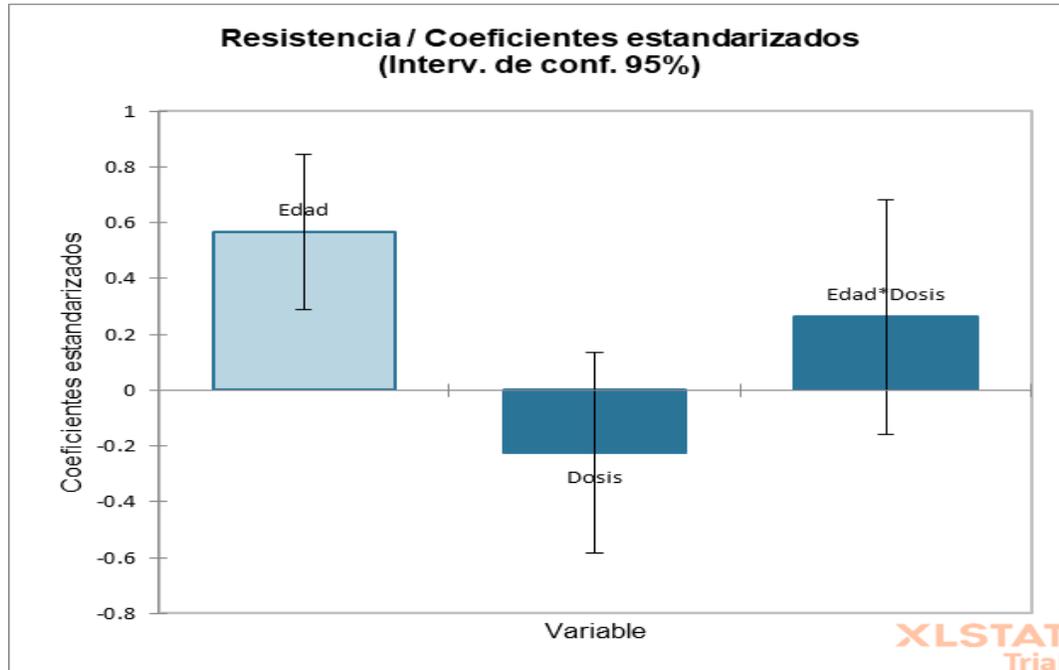
Análisis de varianza de la dosis de fibra con la resistencia y la edad.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr> t 	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Intercepción	108.206	8.875	12.192	<0.0001	90.496	125.916
Edad	1.96	0.479	4.09	0	1.004	2.916
Dosis	-0.018	0.015	-1.243	0.218	-0.048	0.011
Edad*Dosis	0.001	0.001	1.246	0.217	-0.001	0.003

Nota. Elaboración propia

Figura 115

Coefficientes estandarizados del ANOVA para la resistencia en función de la edad y la dosis de fibra.



Nota. Elaboración propia

B). Análisis del Ensayo

Conforme se aprecia en la tabla N.º 17, la correlación entre la resistencia y la edad es muy alta; sin embargo, la correlación de la dosis de fibra con la resistencia a la compresión es muy baja, pudiendo despreciarse.

De la tabla N.º 18, se aprecia que únicamente la edad de fraguado del mortero ejerce un papel significativo en la resistencia del mortero, siendo evidente también que la dosis de fibra no es significativa para el tipo de resistencia.

Como ya se mencionó, únicamente la edad es significativa en el desempeño de la resistencia del mortero.



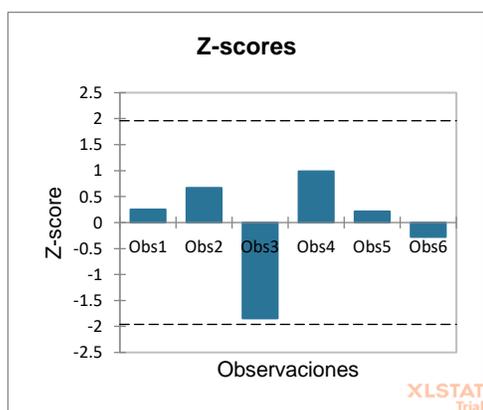
Según Juárez (2002) la razón de este fenómeno es que las fibras pierden humedad en la matriz del cemento, lo que provoca contracción y afecta gravemente la adhesión entre las fibras y la matriz.

C). Cálculo de valores atípicos según la prueba de Grubbs

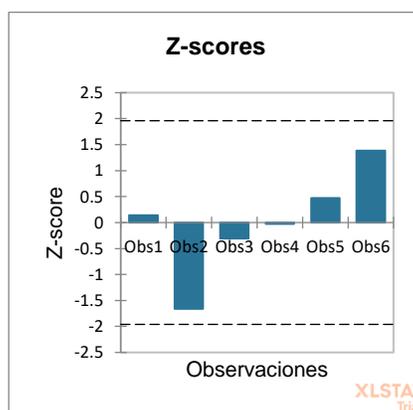
Figura 116

Valores atípicos para resistencia a la compresión 7 días.

0

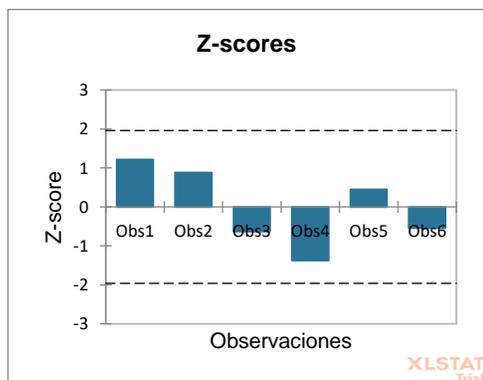


300



No hay atípicos

600



1000

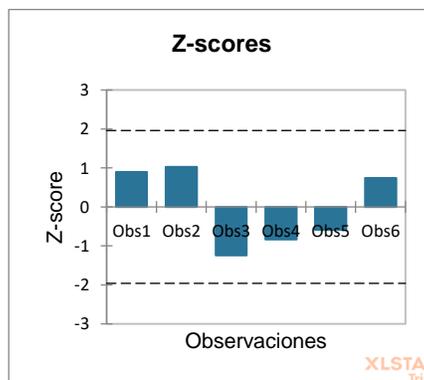
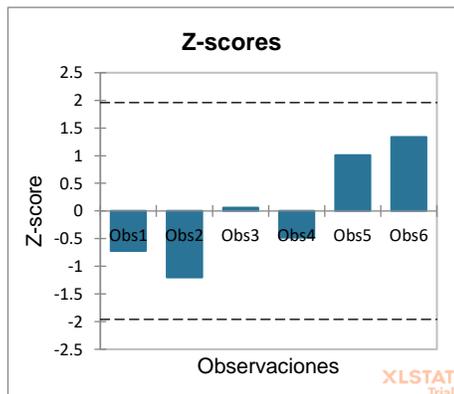




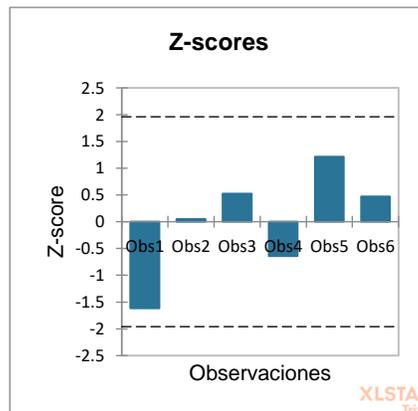
Figura 117

Valores atípicos para resistencia a la compresión 14 días.

0

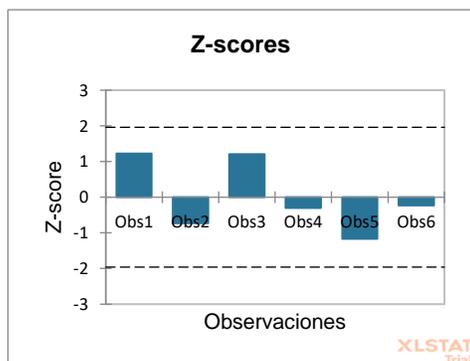


300



No hay atípicos

600



1000

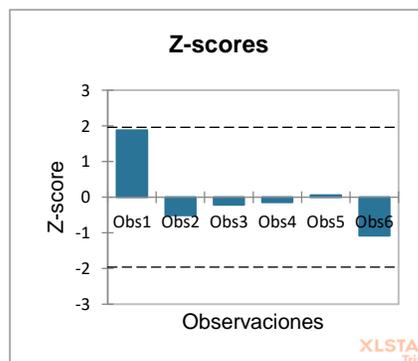
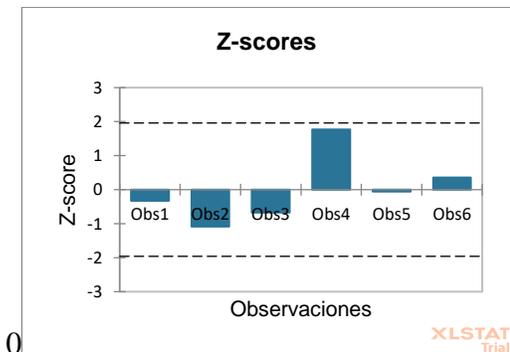


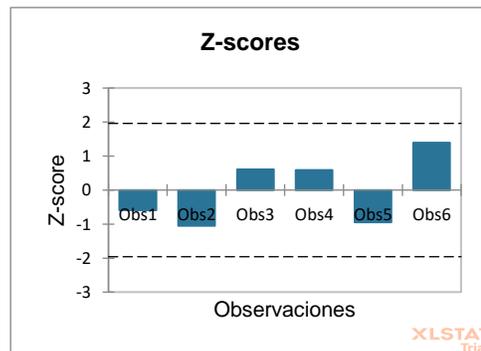


Figura 118

Valores atípicos para resistencia a la compresión 28 días.

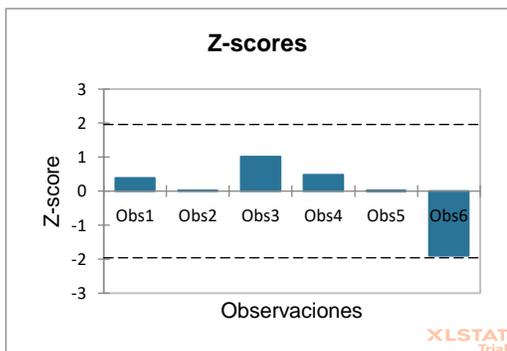


300

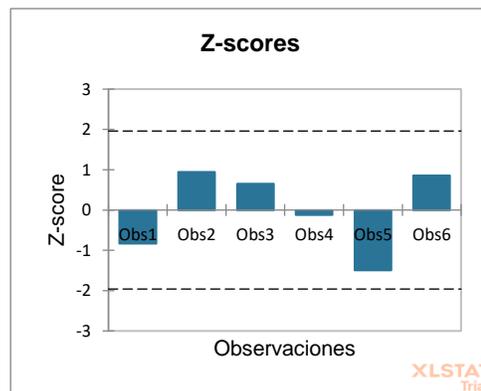


No hay atípicos

600



1000

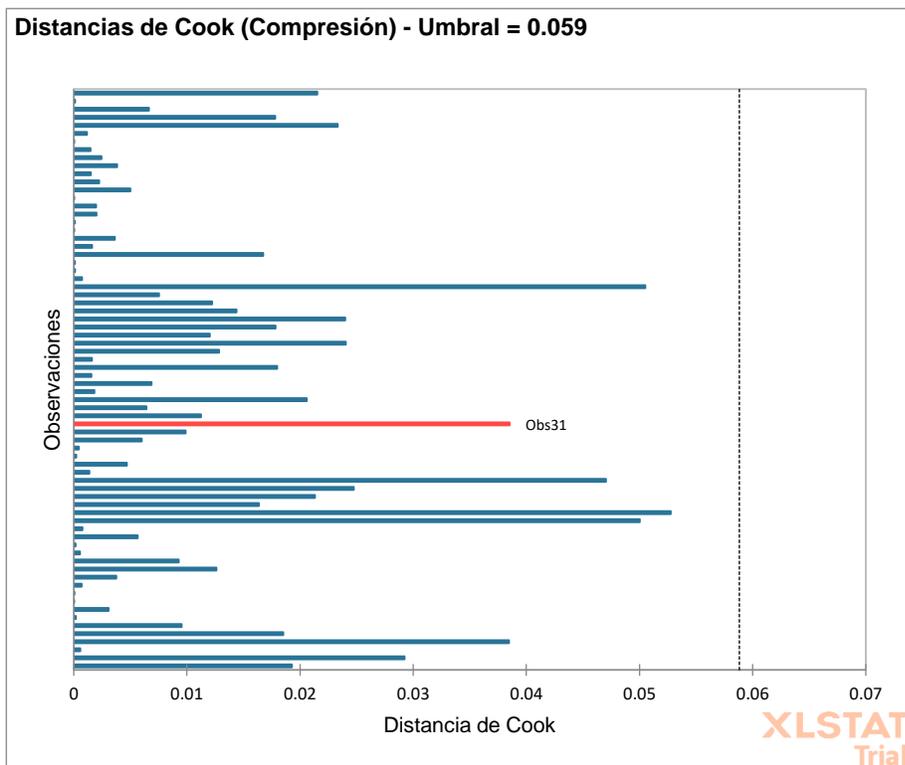




d). Distancias de Cook

Figura 119

Atípicos en la regresión general del ANOVA.



- **Análisis del ensayo**

Conforme se observa, ningún valor supera la distancia de Cook, como para ser considerado atípico y ser eliminado de los cálculos.

3.6.12. Análisis para Ensayo de Resistencia a la Flexión

A). Cálculo del ensayo

Los cálculos se realizaron de acuerdo a la norma ASTM-C1579 (2013) con los resultados obtenidos del ensayo de laboratorio se procedió con la siguiente ecuación:



Ecuación de módulo de rotura.

$$R = \frac{3PL}{2BD^2} \quad (21)$$

Donde:

R = Módulo de rotura (PSI o MPa (*lb/pulg²*)).

P = Máxima carga aplicada, indicada por la máquina de ensayo (lbf o N).

L = Longitud entre apoyos (pulg. o mm)

B = Ancho promedio del espécimen, a la fractura (pulg. o mm)

D = Altura promedio del espécimen, a la fractura (pulg. o mm)



Figura 120

Resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días

Dosis.	Flexión(kg/cm ²).
0	55.72
0	51.67
0	56.89
0	49.29
0	53.53
0	49.03
300	53.59
300	51.68
300	52.68
300	51.34
300	55.56
300	49.02
600	57.94
600	55.68
600	54.75
600	51.22
600	46.74
600	51.16
1000	49.91
1000	52.46
1000	51.51
1000	55.05
1000	51.80

Nota. Elaboración propia



Figura 121

Resumen de los resultados del ensayo de resistencia la flexión a los 14 días.

Dosis	Flexión(kg/cm ²)
0	54.04
0	57.00
0	57.95
0	55.87
0	61.40
0	54.91
300	58.71
300	61.15
300	57.58
300	60.74
300	59.35
300	71.47
600	58.73
600	60.33
600	56.20
600	57.59
600	57.22
600	59.45
1000	60.60
1000	58.39
1000	66.62
1000	59.77
1000	61.45

Nota. Elaboración propia



Figura 122

Resumen de los resultados del ensayo de resistencia la flexión a los 28 días.

Dosis	Flexión(kg/cm ²)
0	55.60
0	53.80
0	58.12
0	60.19
0	60.55
0	56.17
300	55.60
300	53.80
300	58.12
300	60.19
300	60.55
300	56.17
600	55.47
600	51.59
600	42.35
600	54.94
600	52.94
600	51.91
1000	63.98
1000	62.06
1000	61.10
1000	60.80
1000	63.43

Nota. Elaboración propia



Tabla 19

Matriz de correlación de la dosis de fibra con los días de curado y la flexión.

	Dosis	días	Dosis*días	Flexión
Dosis	1	0.000	0.754	0.157
días	0.000	1	0.518	0.287
Dosis*días	0.754	0.518	1	0.297
Flexión	0.157	0.287	0.297	1

Nota. Elaboración propia

Tabla 20

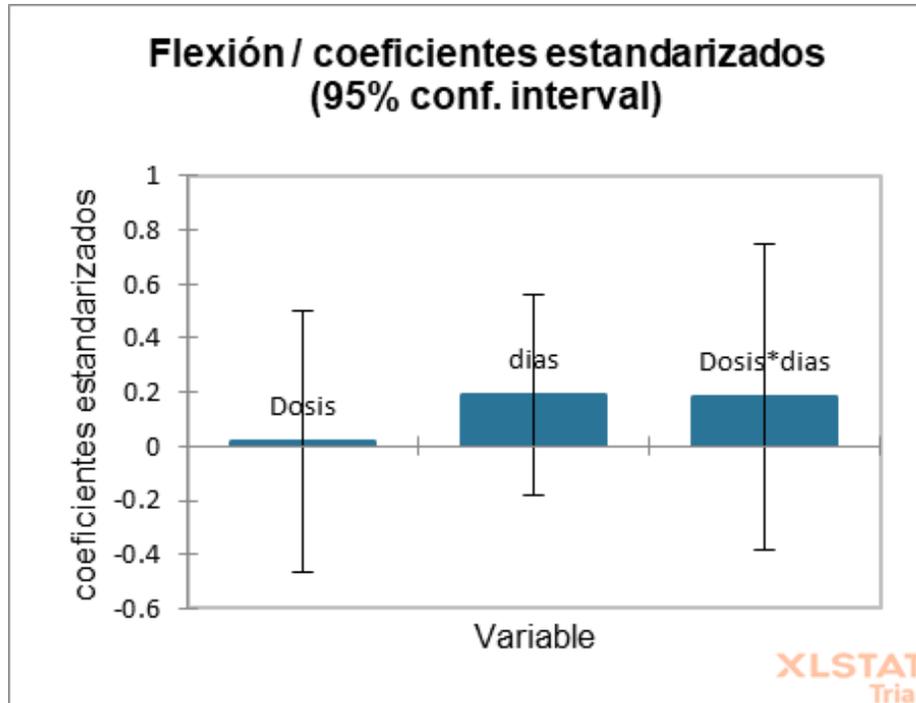
Análisis ANOVA de la dosis de fibra y el tiempo de curado, con la flexión.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr> t 	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Intercepción	53.749	1.843	29.167	<0.0001	50.072	57.426
Dosis	0.000	0.003	0.076	0.940	-0.006	0.006
Días	0.103	0.100	1.034	0.305	-0.096	0.301
Dosis*días	0	0	0.648	0.519	0	0

Nota. Elaboración propia

Figura 123

Coefficientes estandarizados de la regresión ANOVA.



Nota. Elaboración propia

B). Análisis del Ensayo

Conforme se aprecia en la tabla N.19, existe una correlación leve entre la dosis de fibra aplicada al cortero y la resistencia a la flexión. Asimismo, cuando interactúan la dosis de fibra con los días de curado, la correlación entre la fibra y la flexión se vuelve más fuerte. Esto quiere decir que la fibra necesita de más tiempo para desarrollar su efecto de refuerzo.

Conforme se detalla en la tabla N.20, la dosis de fibra sólo se vuelve significativa para el incremento de la resistencia a la flexión cuantos más días de curado se presenta, siendo su efecto muy débil.



Conforme se aprecia en la figura 123, según solamente cuando la dosis interactúa con el número de días de curado, entonces se aprecia un efecto sobre la resistencia a la flexión del mortero.



CAPITULO IV: Resultados de la Investigación

4.1. Resultados Respecto a los Objetivos Específicos

4.1.1. *Resultados para Determinación de la Fluidéz*

Tabla 21

Resultados del ensayo de fluidez por el método de slump.

Ensayo de Fluidéz por el Método Slump		
Muestra	Slump	
Mortero Patrón	7.5	Pulg.
Mortero + 300gr/m ³ de fibra de paca	8.0	Pulg.
Mortero + 600gr/m ³ de fibra de paca	8.3	Pulg.
Mortero + 1000gr/m ³ de fibra de paca	8.0	Pulg.

Nota. Elaboración propia



Tabla 22

Variación porcentual del ensayo de fluidez por el método de slump.

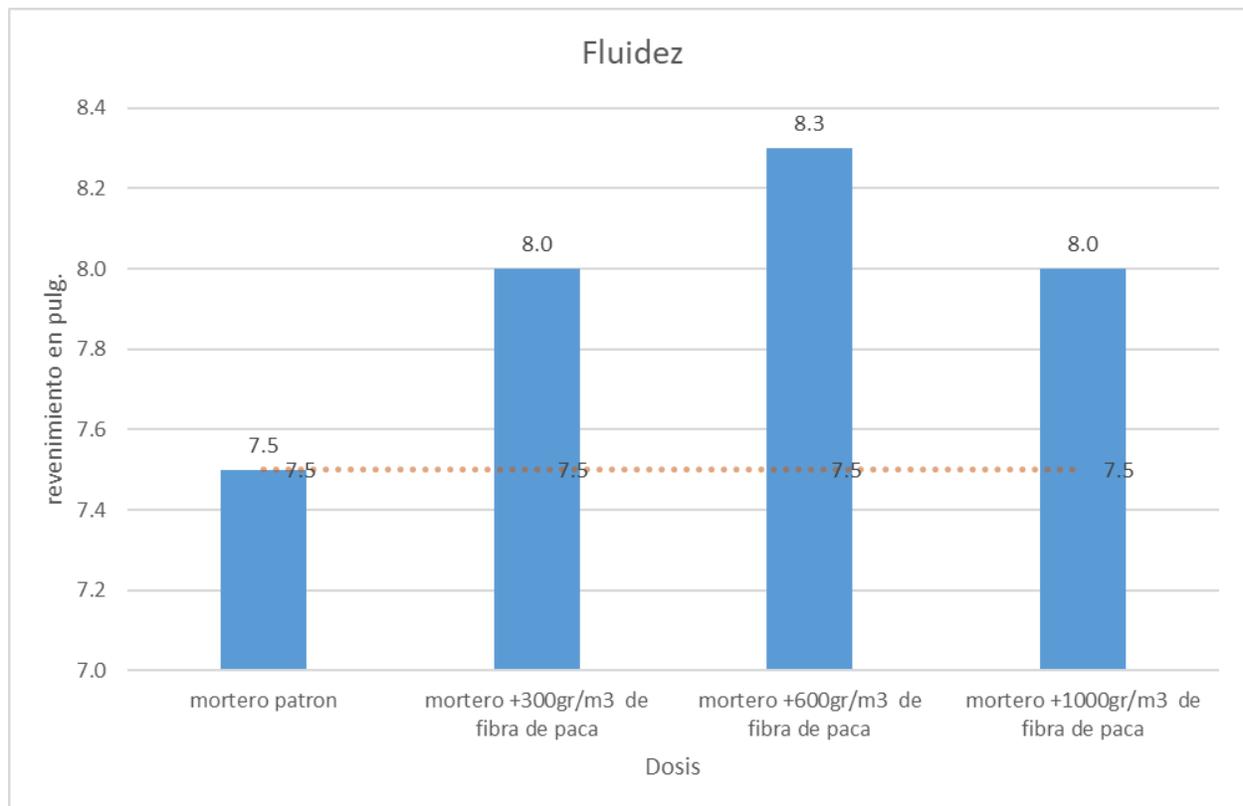
Identificación	Dosis (kg/m³)	Variación Porcentual de Fluidez (%)
MP	0	100.00%
MPCF3	300	106.25%
MPCF6	600	109.64%
MPCF10	1000	106.25%

Nota. Elaboración propia



Figura 124

Resultados de la comparación para la determinación de la fluidez de un mortero adicionado con fibra de paca con el mortero patrón.



Nota. Elaboración propia

La determinación de la fluidez para la consistencia en relación de un modelo patrón y sus respectivas dosificaciones con fibra de paca nos muestran que un mortero añadido con 300gr, 600gr y 1000gr resulta más fluido.

4.1.2. Resultados para Determinación de la Contracción Plástica



Tabla 23

Resultados de la longitud total y ancho promedio del ensayo de contracción plástica.

Identificación	Dosis fibra(gr/m3)	Longitud total(cm)	Ancho promedio(mm)
Mortero Patrón	0	31.3	0.36
Mortero con fibra de 300gr/m3	300	24.5	0.13
Mortero con fibra de 600gr/m3	600	0	0
Mortero con fibra de 1000gr/m3	1000	0	0

Nota. Elaboración propia

Tabla 24

Variación porcentual de la longitud total y ancho promedio del ensayo de contracción plástica.

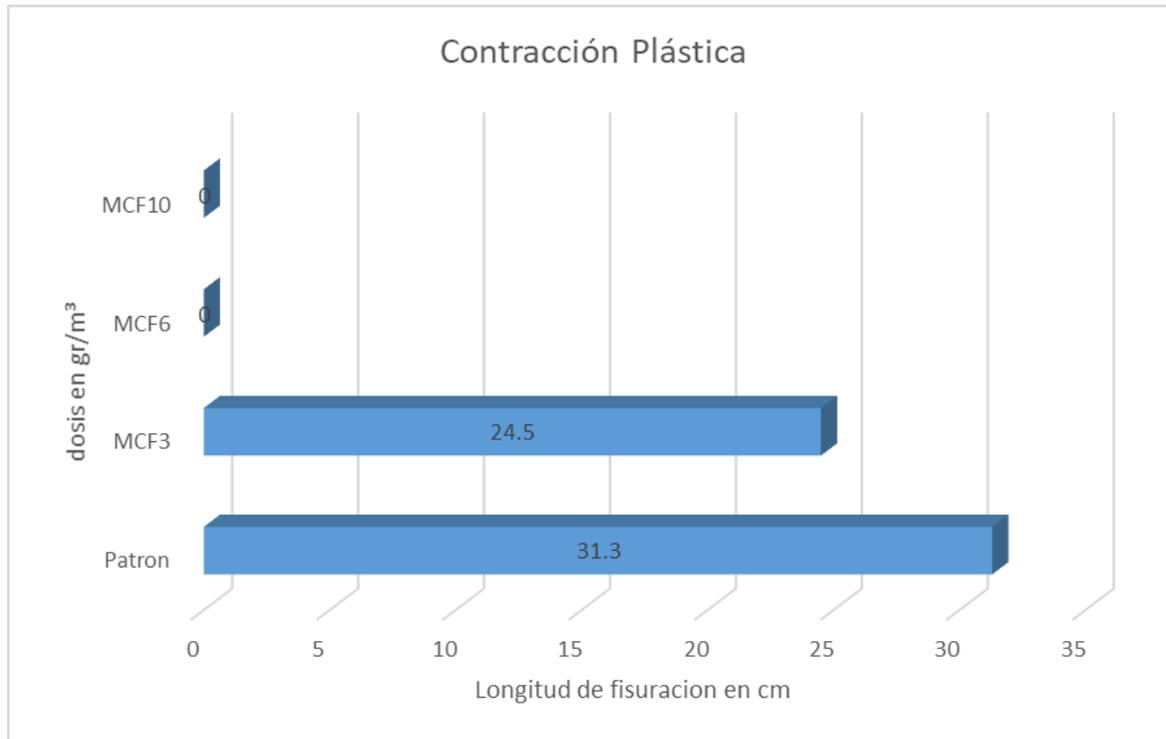
Identificación	Dosis (kg/m3)	Variación Porcentual de Longitud de Fisura (%)	Variación Porcentual de Ancho de Fisura (%)
<i>MP</i>	<i>0</i>	<i>100.00%</i>	<i>100.00%</i>
<i>MPCF3</i>	<i>300</i>	<i>78.27%</i>	<i>36.11%</i>
<i>MPCF6</i>	<i>600</i>	<i>00.00%</i>	<i>00.00%</i>
<i>MPCF10</i>	<i>1000</i>	<i>00.00%</i>	<i>00.00%</i>

Nota. Elaboración propia



Figura 125

Resultados de la comparación para la determinación de la longitud de fisura de un mortero adicionado con fibra de paca con el mortero patrón.

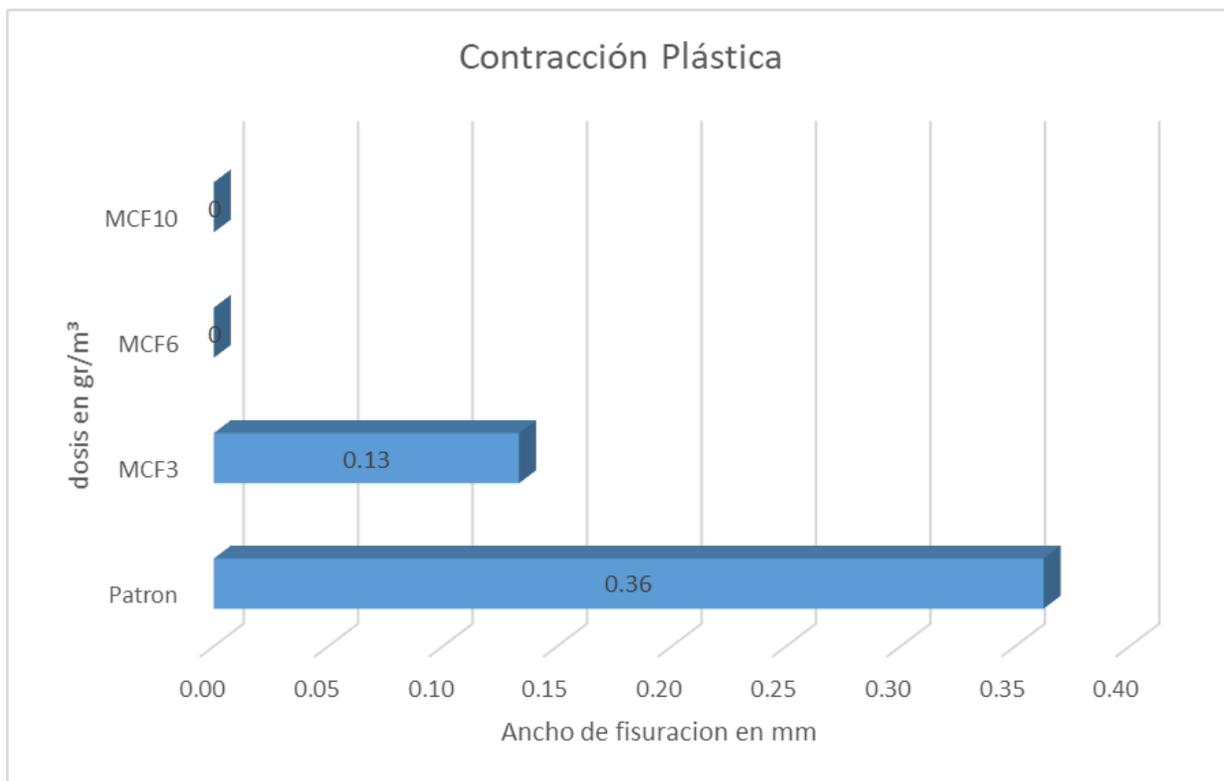


Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la contracción plástica, específicamente en la longitud de fisuración podemos decir que nuestra muestra sin añadido tiene una mayor longitud de fisura en relaciona a las demás muestras con sus dosificaciones correspondientes.

Figura 126

Resultados de la comparación para la determinación del ancho de fisura de un mortero adicionado con fibra de paca con el mortero patrón.



Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la contracción plástica, específicamente en el ancho de fisuración podemos decir que nuestra muestra sin añadido tiene una mayor apertura de fisura en relaciona a las demás muestras con sus dosificaciones correspondientes.

4.1.3. Resultados para Determinación de la Resistencia a la Compresión



Tabla 25

Resultados de los promedios de la resistencia a la compresión.

Dosis(gr/m3)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
0	139.00	137.93	168.31
300	120.32	99.86	170.71
600	127.53	100.13	176.46
1000	134.88	112.73	182.65

Nota. Elaboración propia

Tabla 26

Variación porcentual de la resistencia a la compresión.

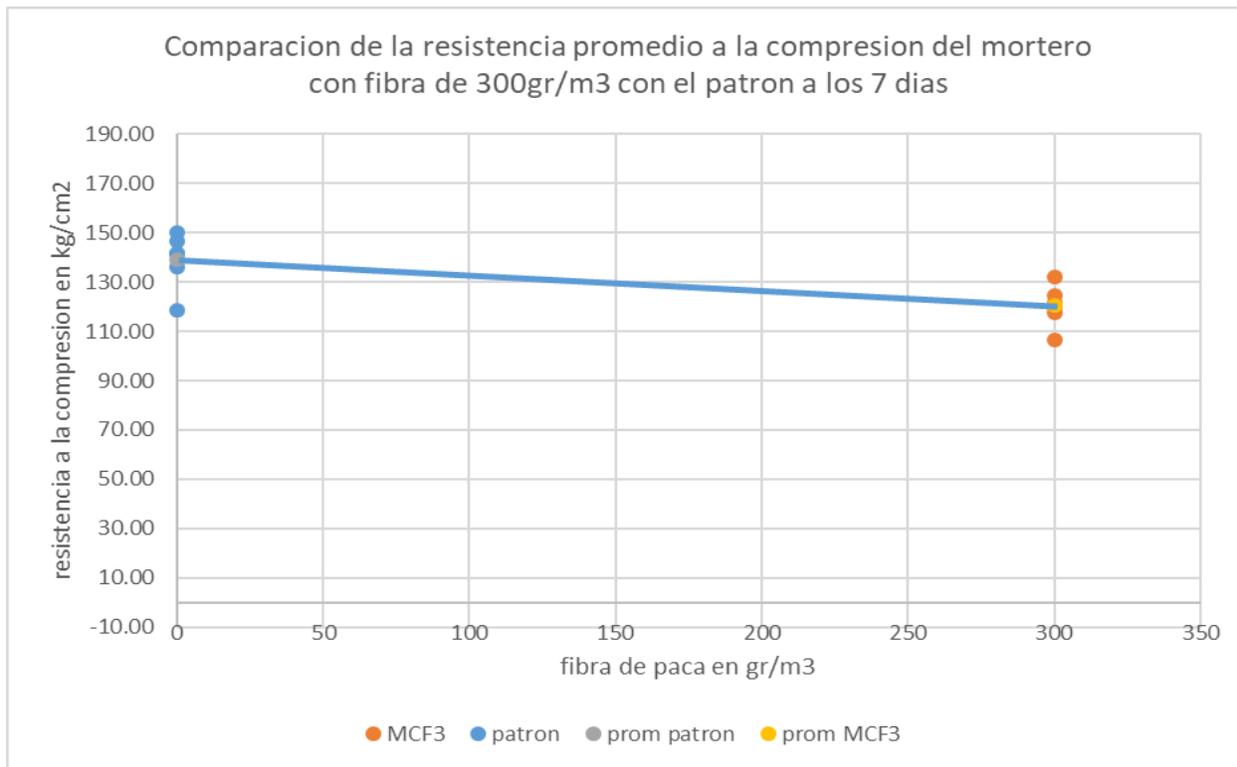
Identificación	Dosis (kg/m3)	Variación Porcentual a los 7 días (%)	Variación Porcentual a los 14 días (%)	Variación Porcentual a los 28 días (%)
MP	0	100.00%	100.00%	100.00%
MPCF3	300	86.56%	72.40%	101.41%
MPCF6	600	91.75%	72.59%	104.62%
MPCF10	1000	97.04%	81.73%	107.85%

Nota. Elaboración propia



Figura 127

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.

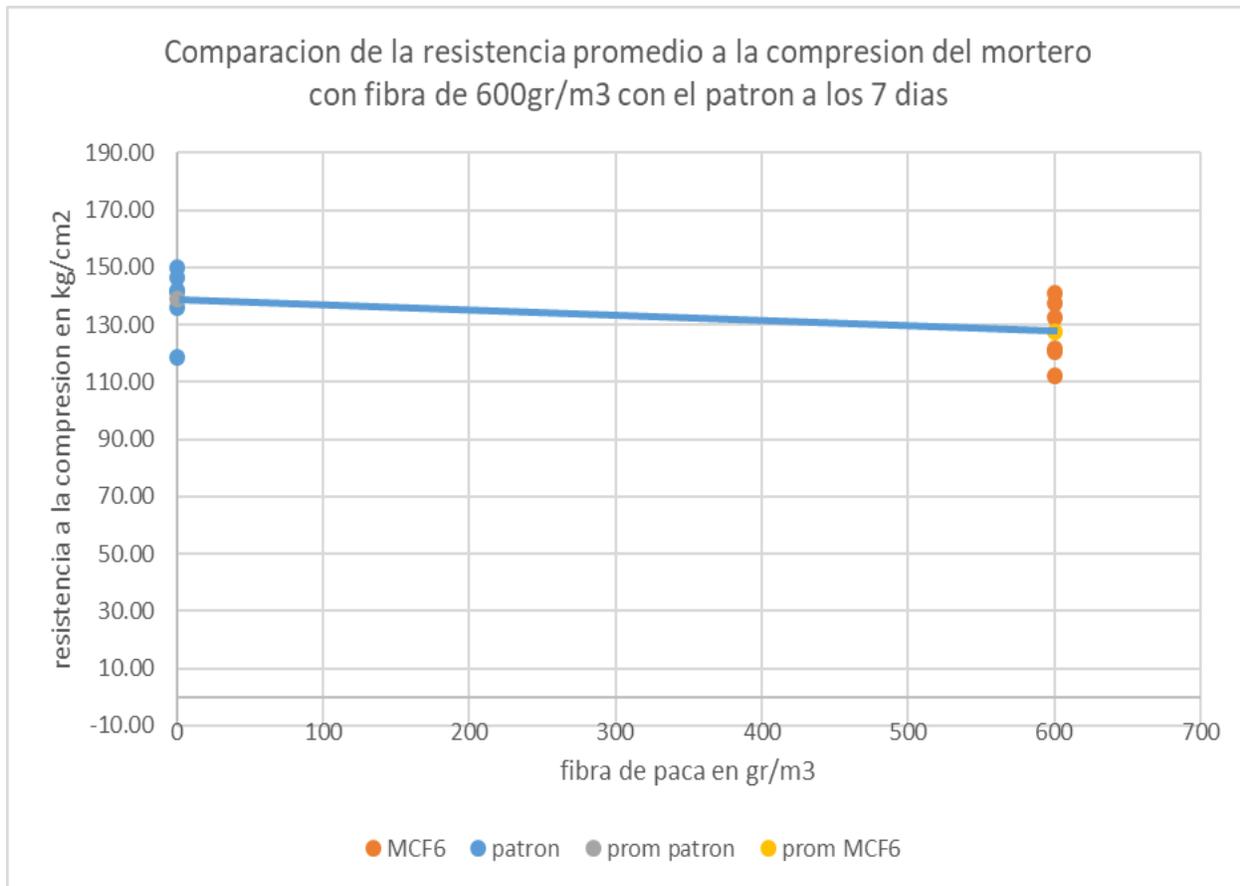


Nota. Elaboración propia



Figura 128

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.

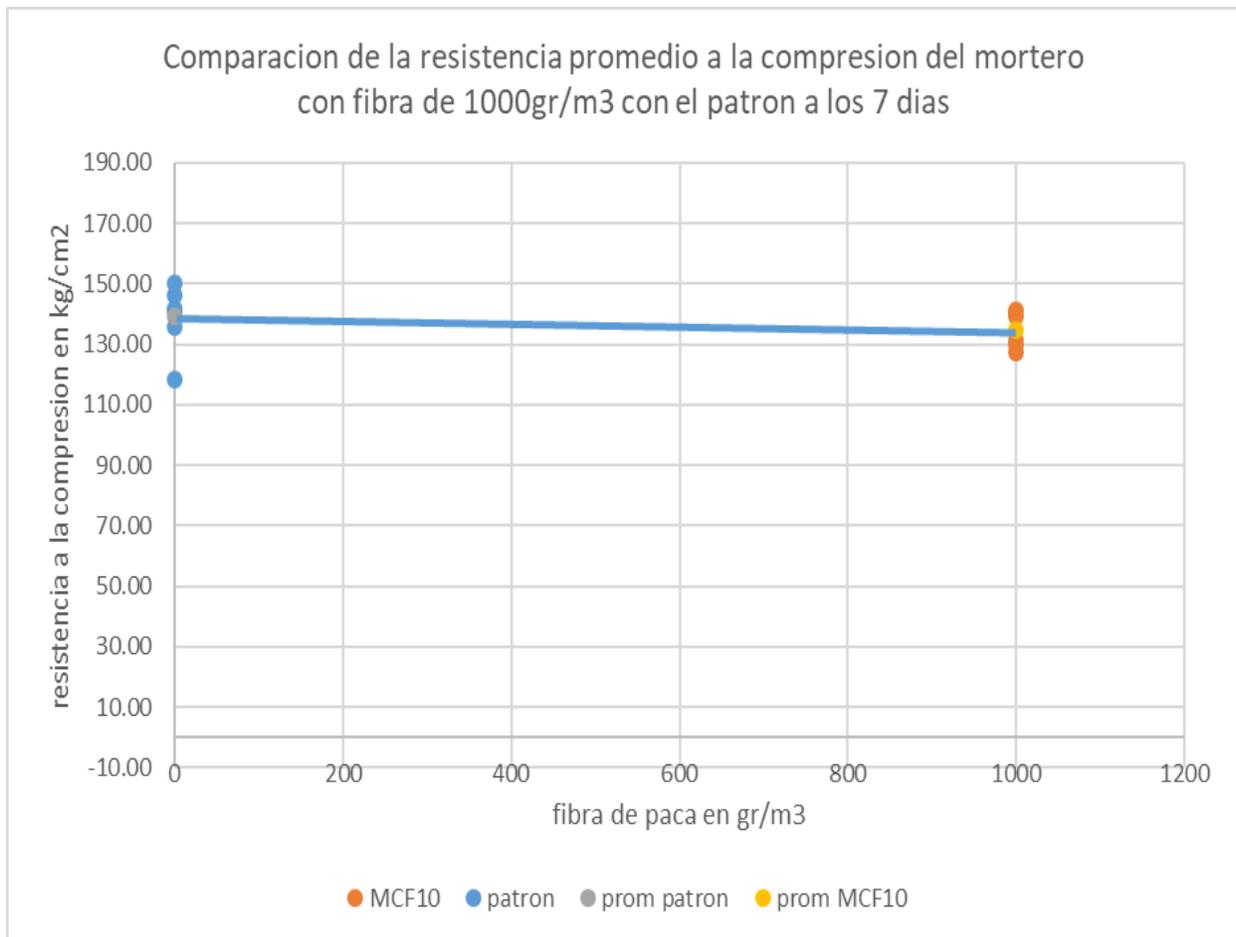


Nota. Elaboración propia



Figura 129

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.



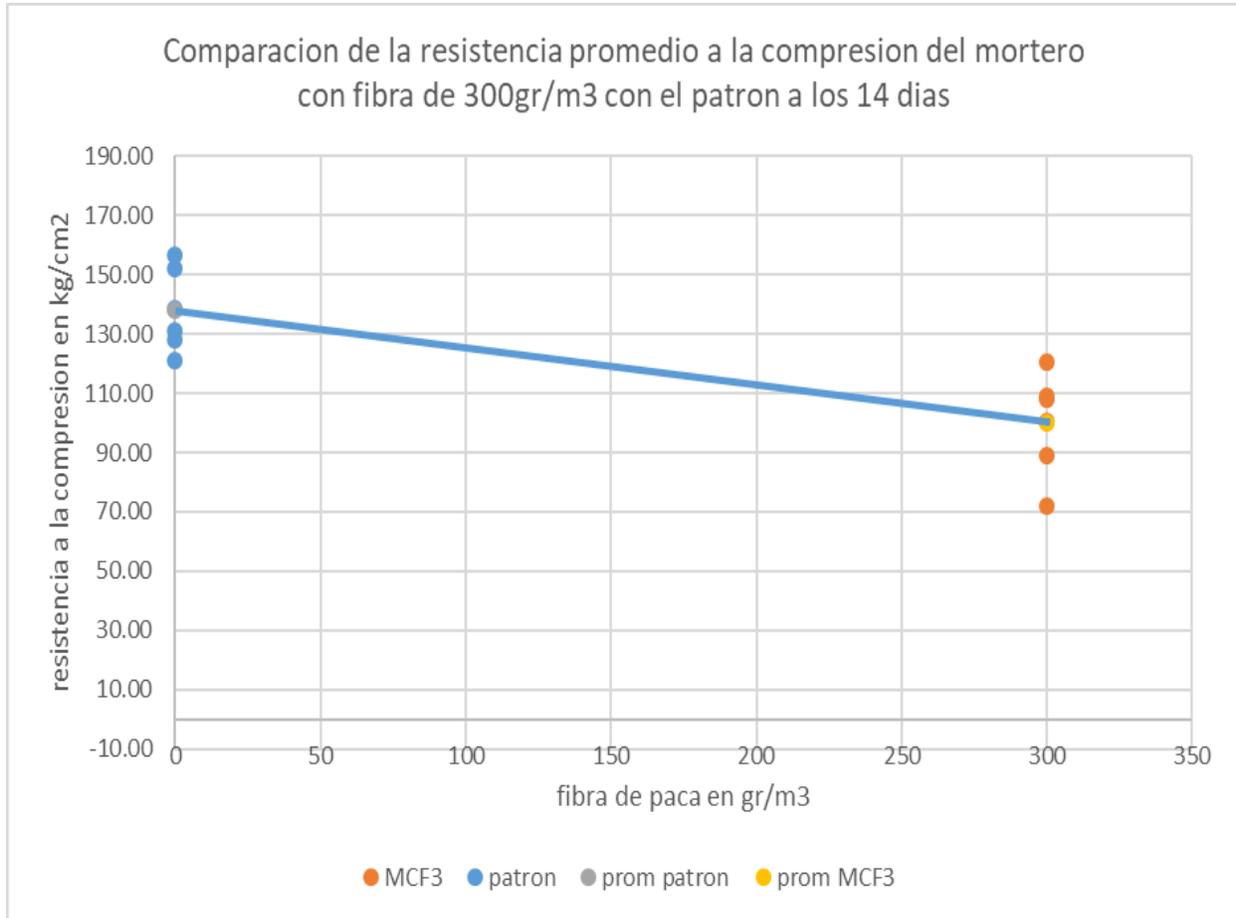
Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la resistencia a la compresión del mortero se puede decir que; a mayor cantidad de fibra de paca añadida en peso de volumen disminuye la resistencia del mortero de forma lineal a los 7 días.



Figura 130

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.

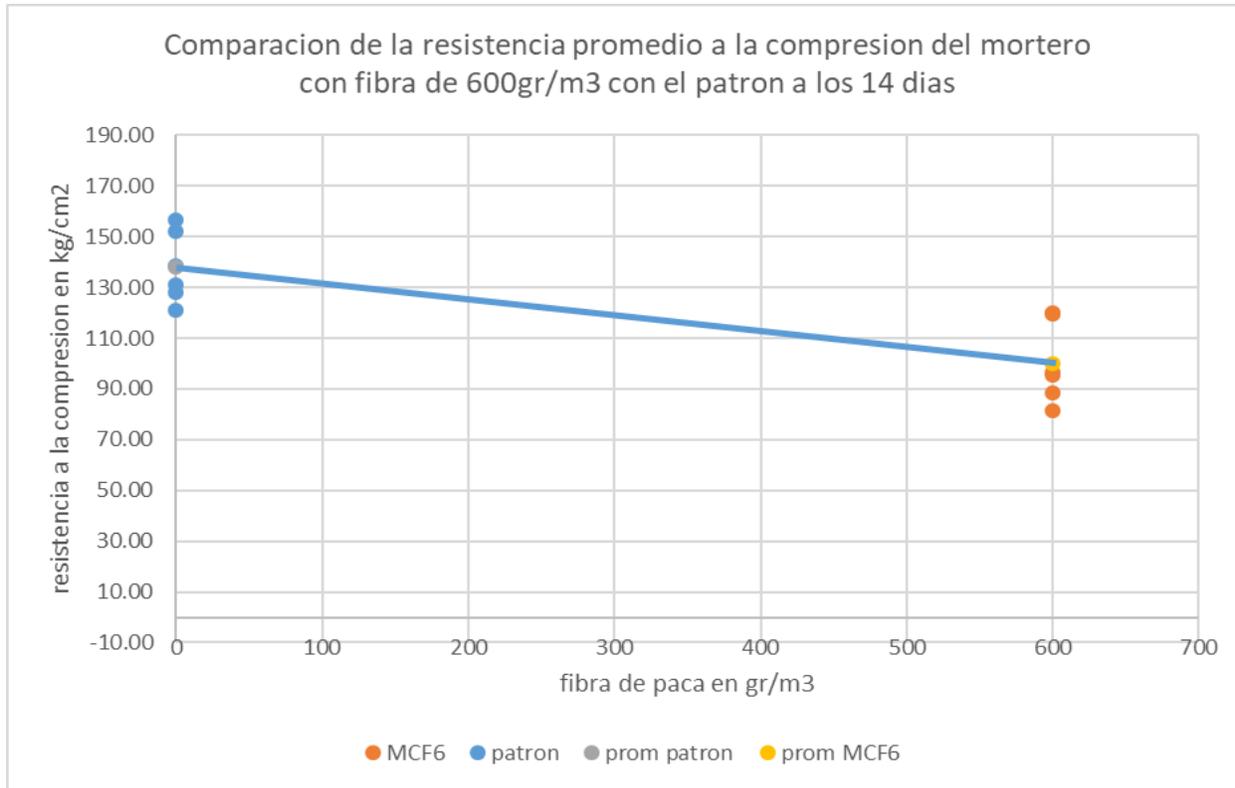


Nota. Elaboración propia



Figura 131

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.

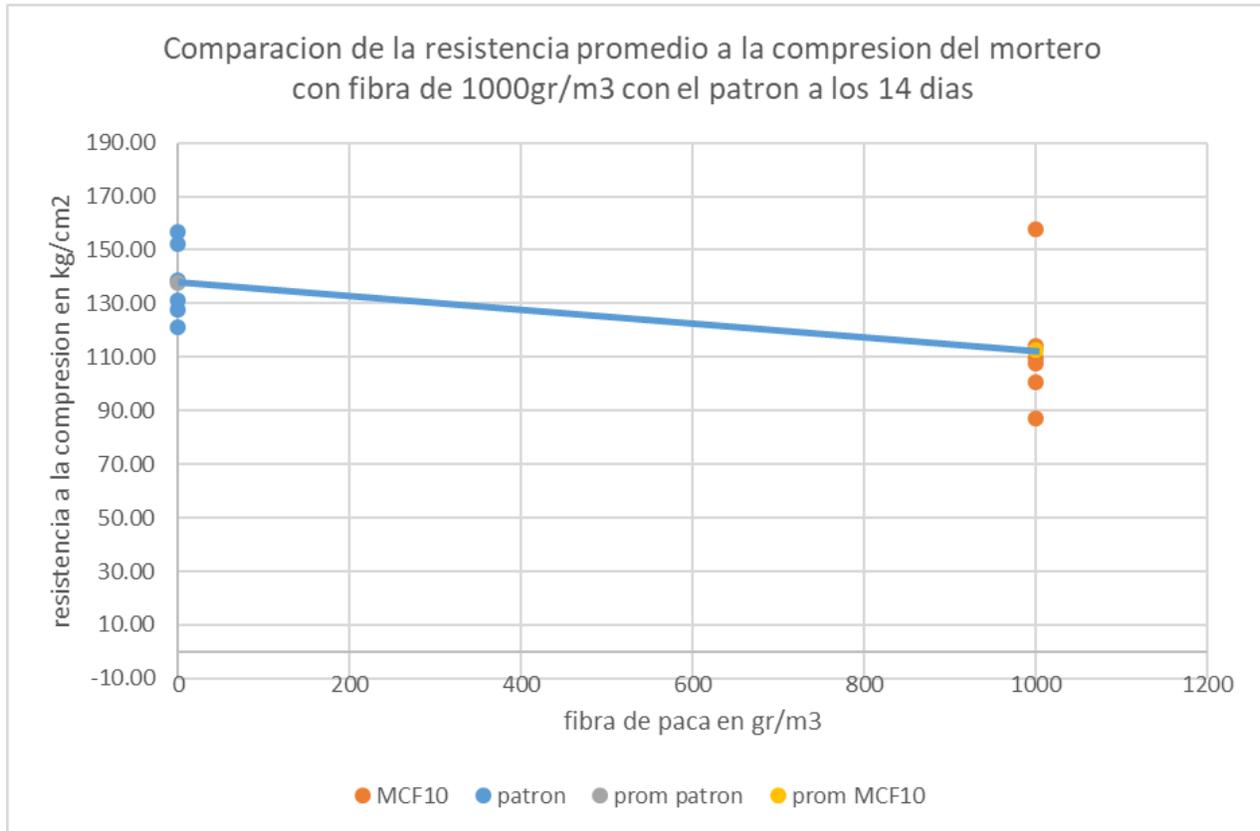


Nota. Elaboración propia



Figura 132

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.



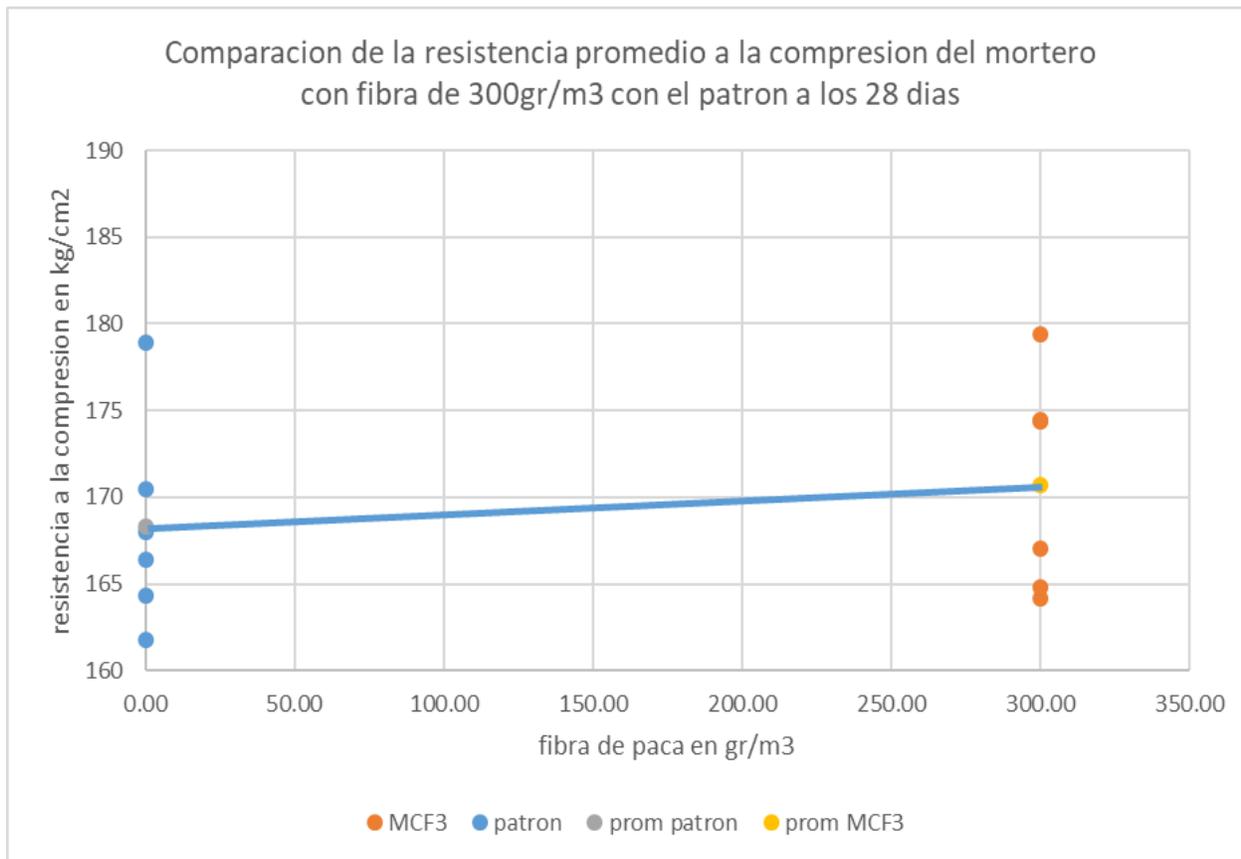
Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la resistencia a la compresión del mortero se puede decir que; a mayor cantidad de fibra de paca añadida en peso de volumen disminuye la resistencia del mortero de forma lineal a los 14 días.



Figura 133

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.

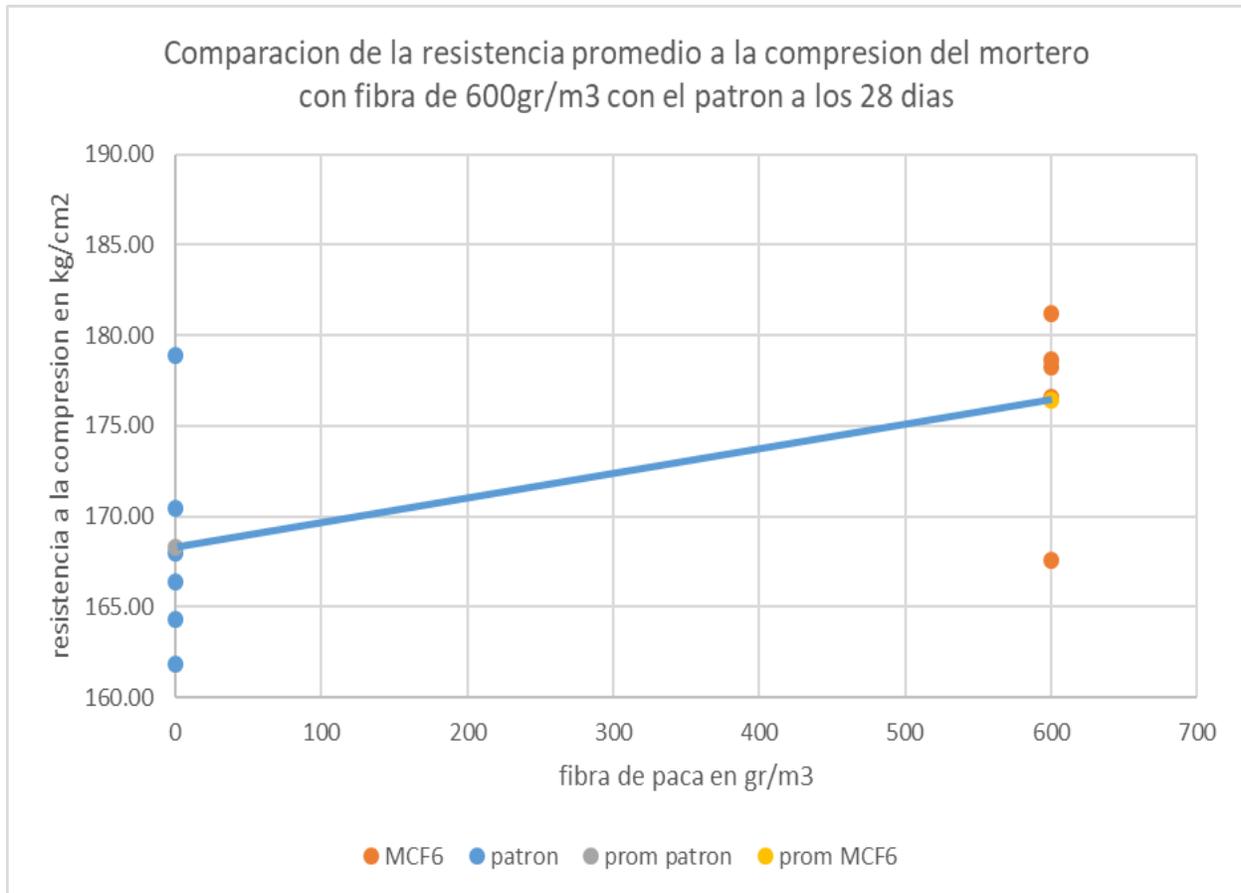


Nota. Elaboración propia



Figura 134

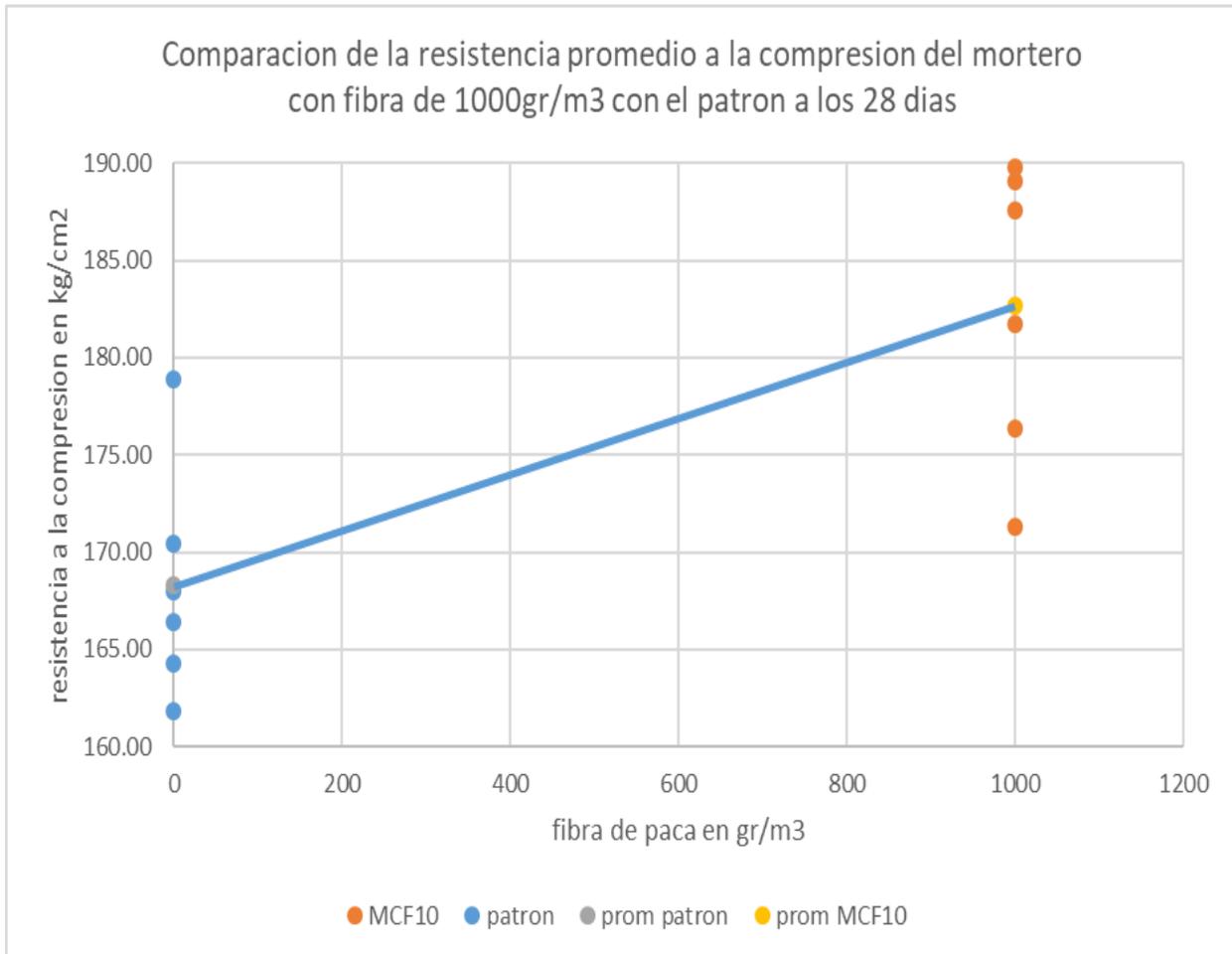
Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.



Nota. Elaboración propia

Figura 135

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la compresión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.



Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la resistencia a la compresión del mortero se puede decir que; a mayor cantidad de fibra de paca añadida en peso de volumen aumenta la resistencia del mortero de forma lineal a los 28 días.

4.1.4. Resultados para Determinación de la Resistencia a la Flexión



Tabla 27

Resultados de los promedios de la resistencia a la flexión.

Dosis(gr/m3)	Resistencia a la flexión (kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
0	52.67	56.86	52.69
300	52.31	61.50	52.31
600	52.92	58.25	52.92
1000	52.75	61.06	52.75

Nota. Elaboración propia

Tabla 28

Variación porcentual de la resistencia a la flexión

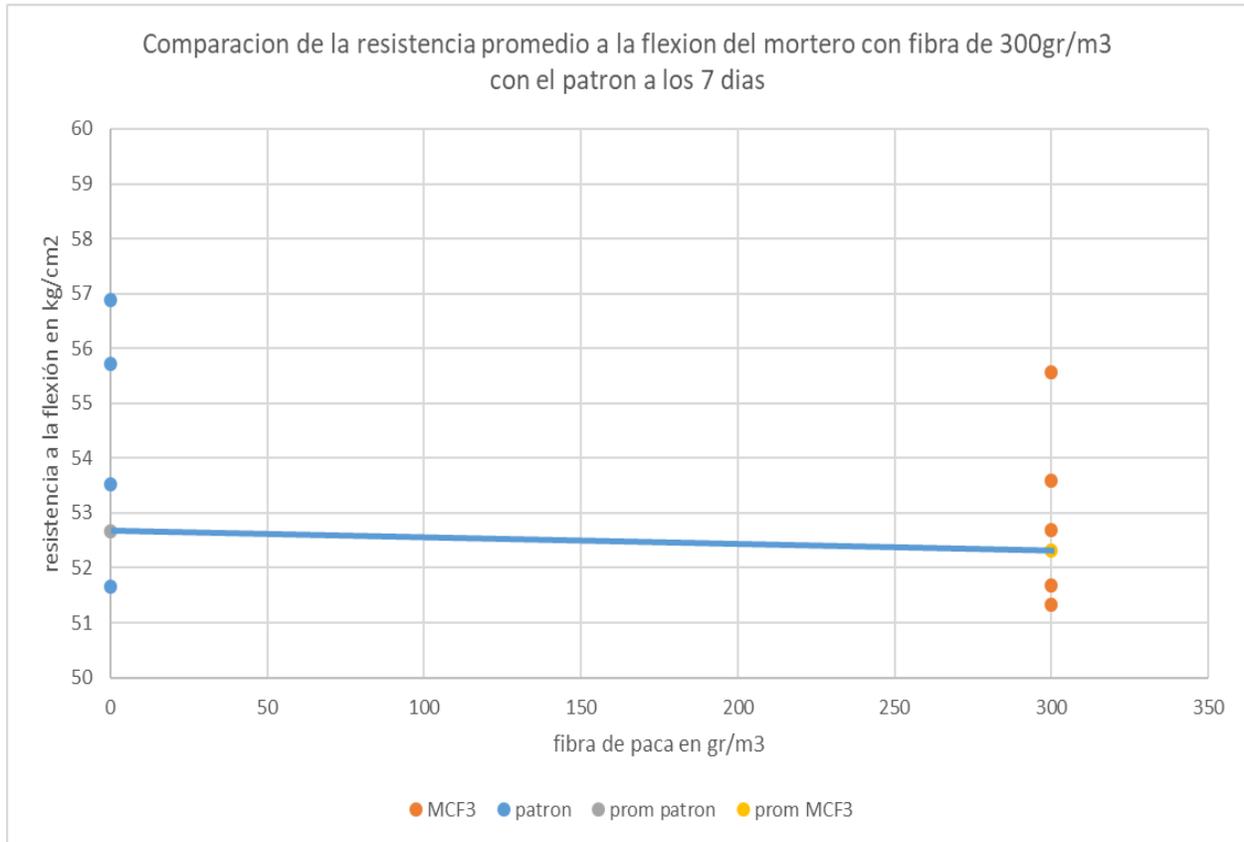
Identificación	Dosis (kg/m3)	Variación Porcentual a los 7 días (%)	Variación Porcentual a los 14 días (%)	Variación Porcentual a los 28 días (%)
MP	0	100.00%	100.00%	100.00%
MPCF3	300	99.32%	107.55%	99.28%
MPCF6	600	100.47%	102.39%	100.44%
MPCF10	1000	100.15%	106.88%	100.11%

Nota. Elaboración propia



Figura 136

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.

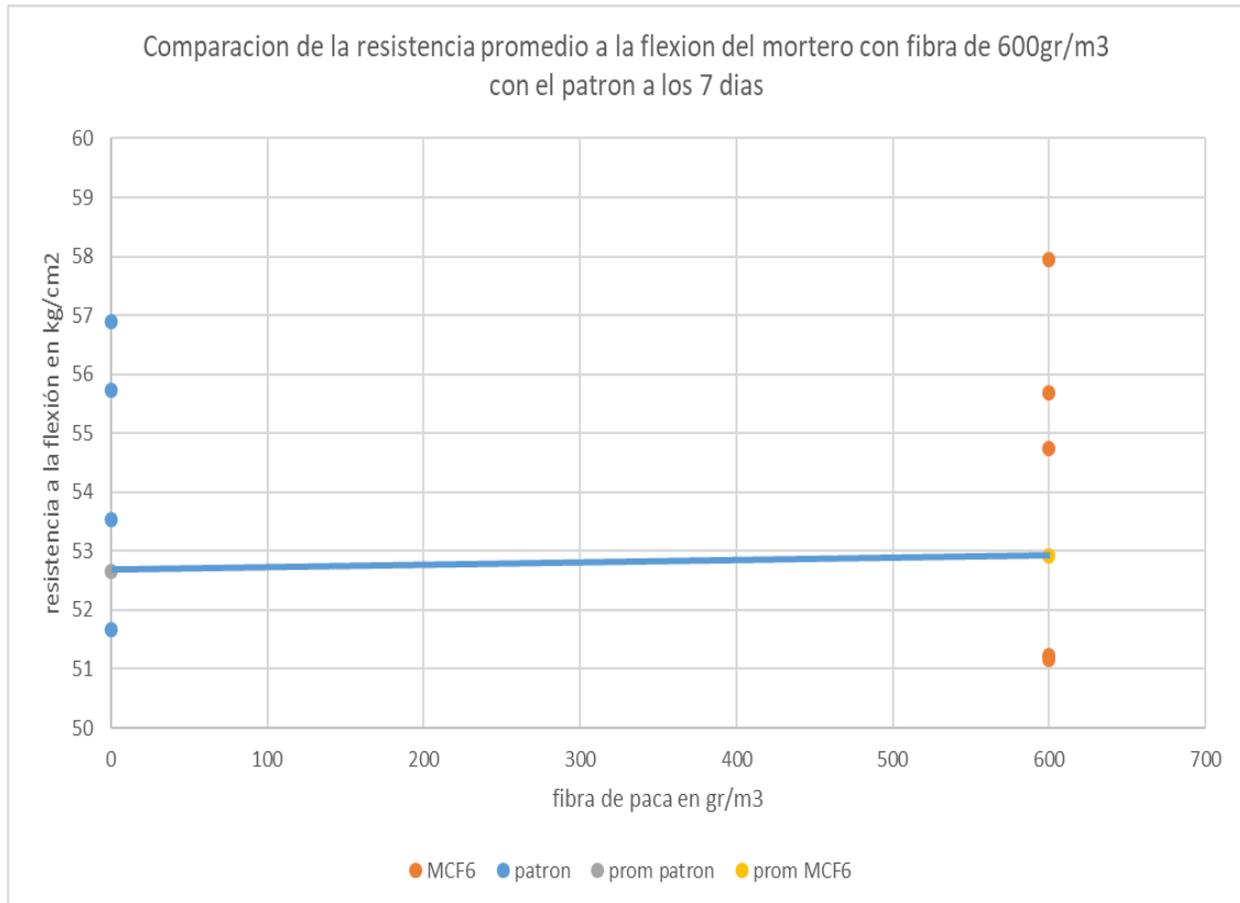


Nota. Elaboración propia



Figura 137

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.

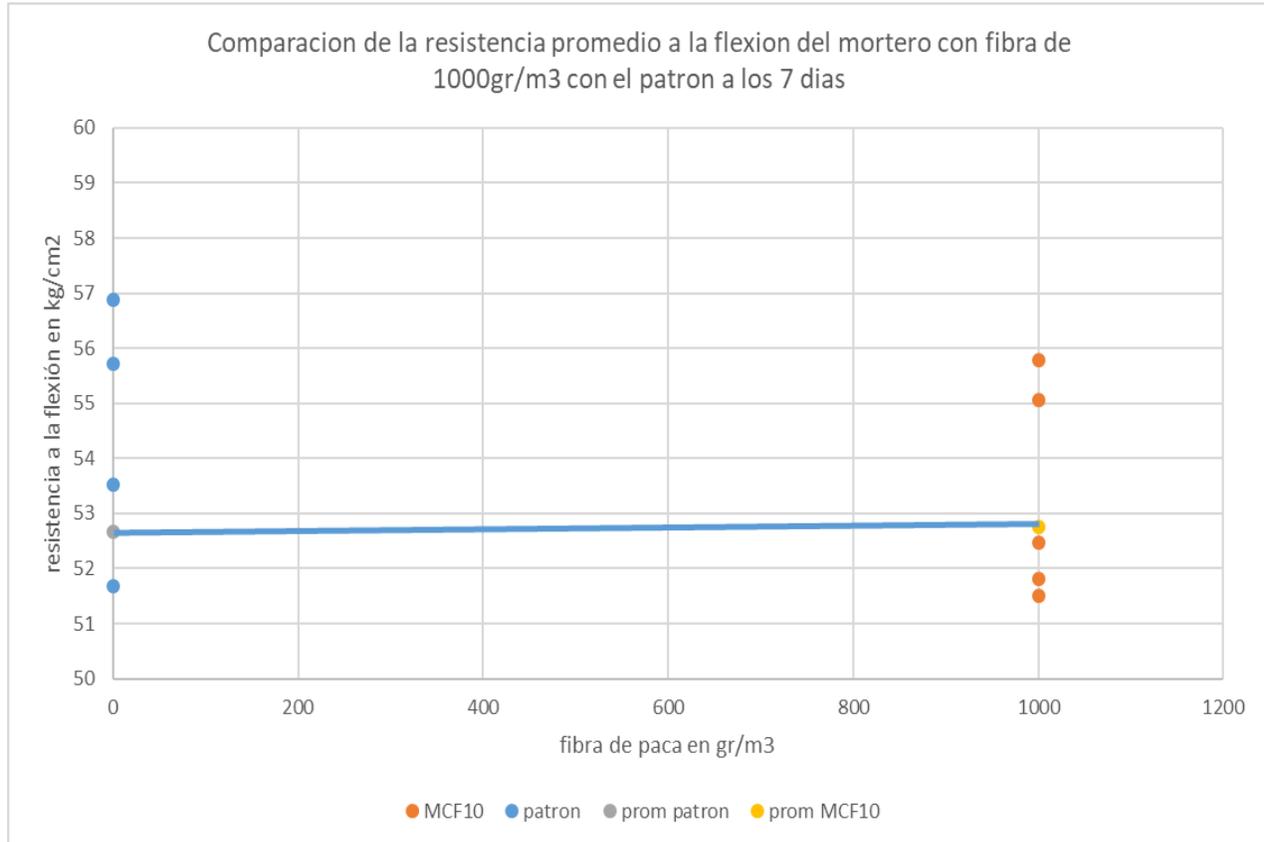


Nota. Elaboración propia



Figura 138

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 7 días.



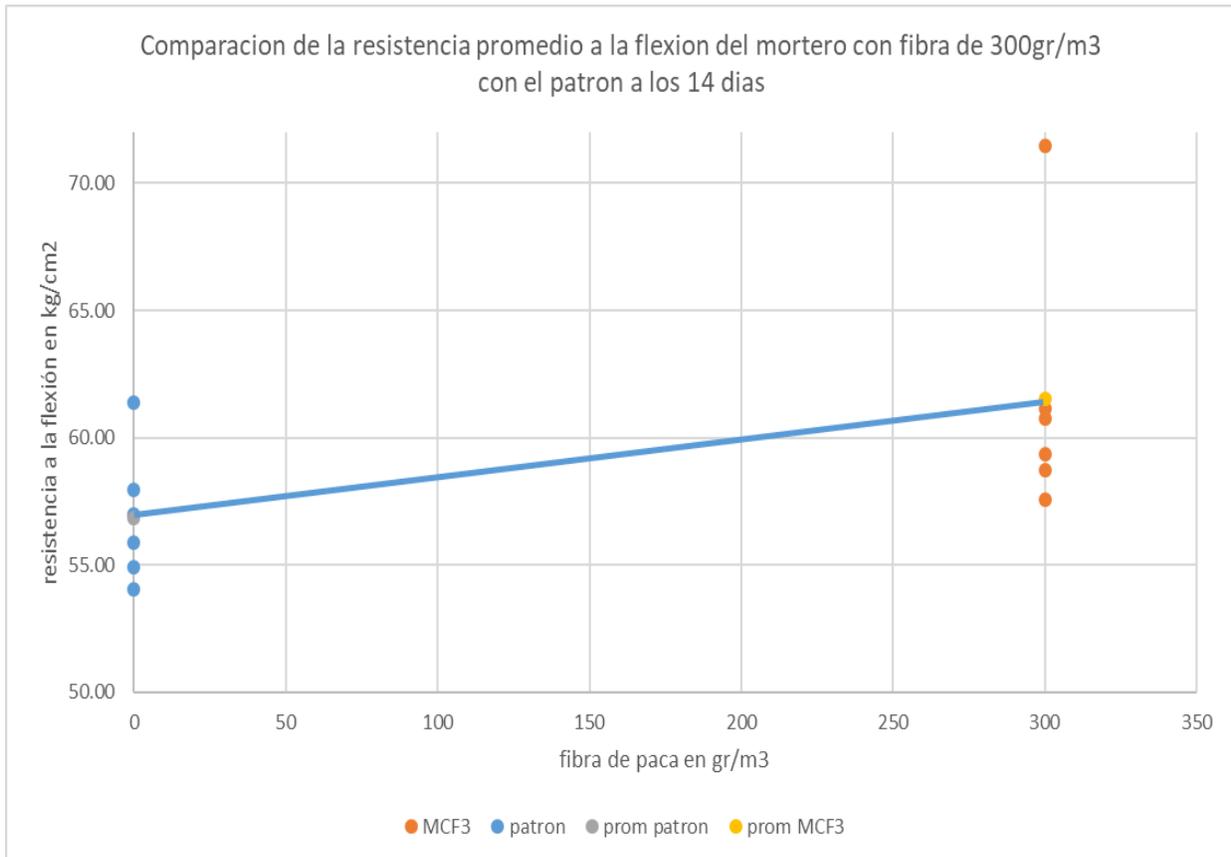
Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la resistencia a la flexión del mortero se puede decir que; a mayor cantidad de fibra de paca añadida en peso de volumen, disminuye la resistencia del mortero de forma lineal cuando se adiciona fibra de paca en 300gr/m³ y aumenta la resistencia cuando se adiciona fibra de paca en 600 y 1000gr/m³ a los 7 días.



Figura 139

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.

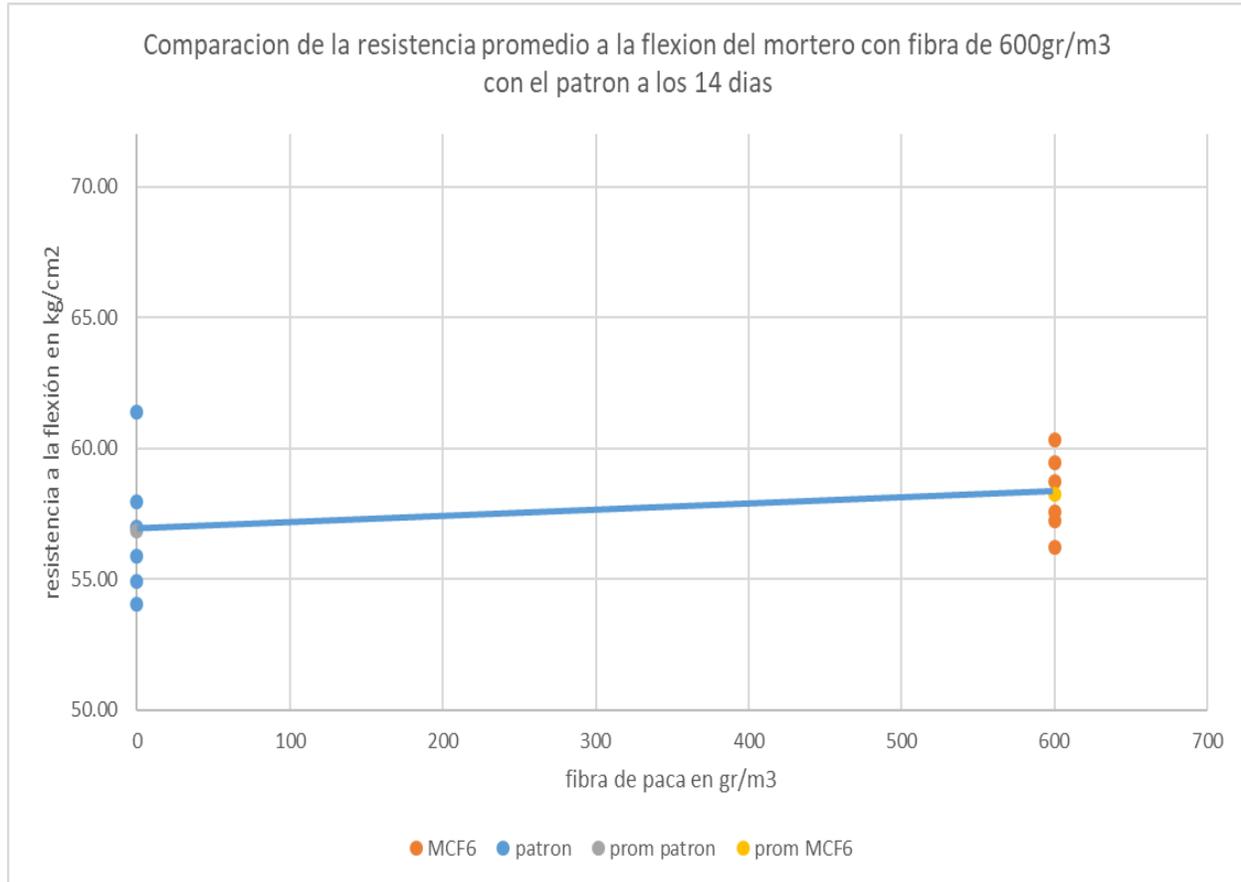


Nota. Elaboración propia



Figura 140

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.

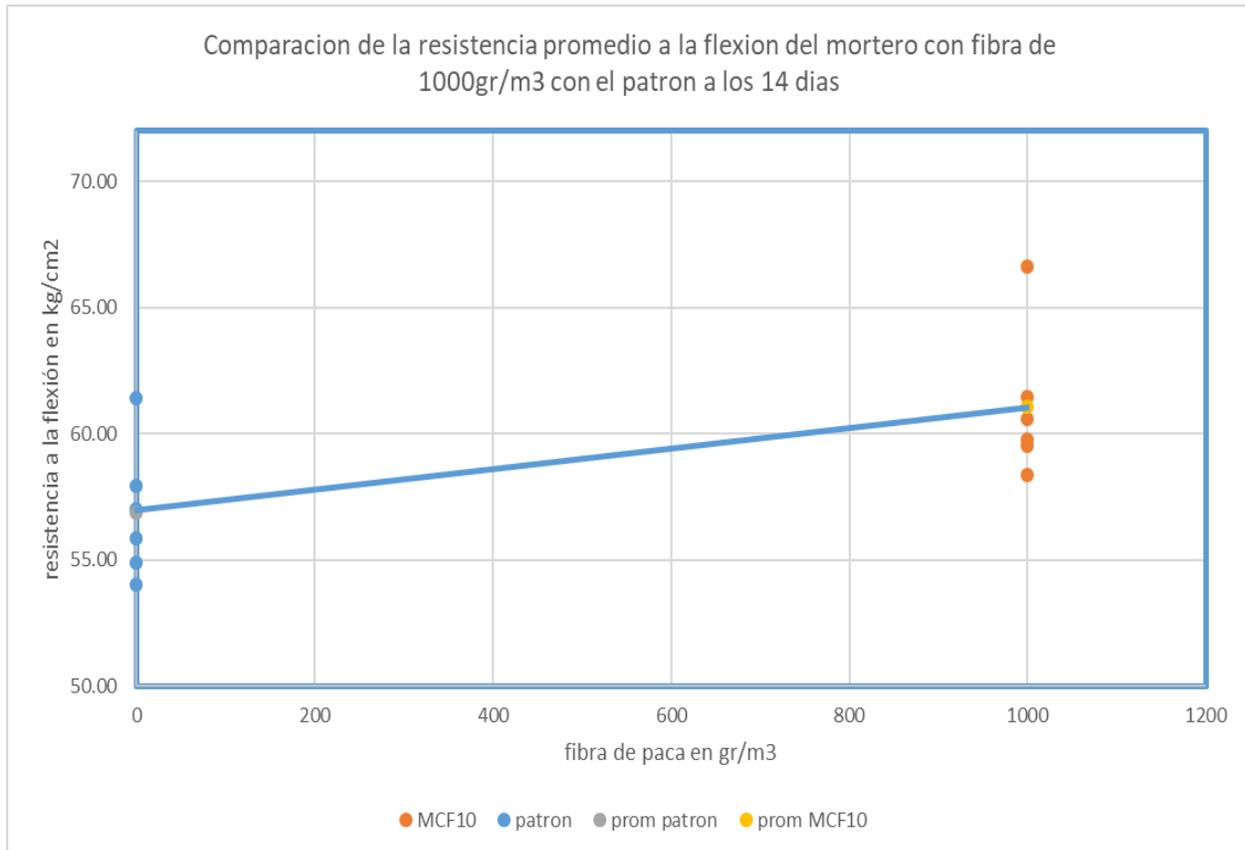


Nota. Elaboración propia



Figura 141

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 14 días.



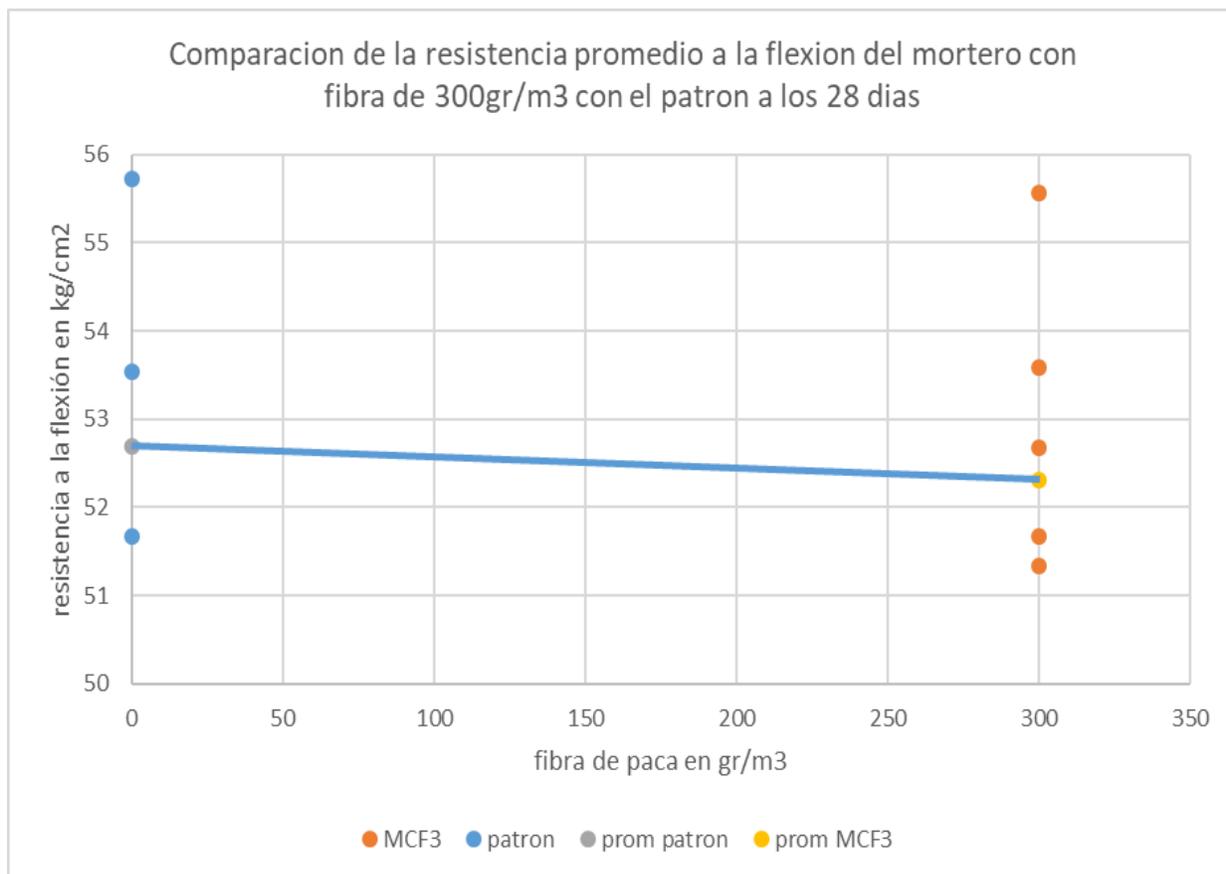
Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la resistencia a la flexión del mortero se puede decir que; a mayor cantidad de fibra de paca añadida en peso de volumen aumenta la resistencia del mortero de forma lineal a los 14 días.



Figura 142

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 300gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.

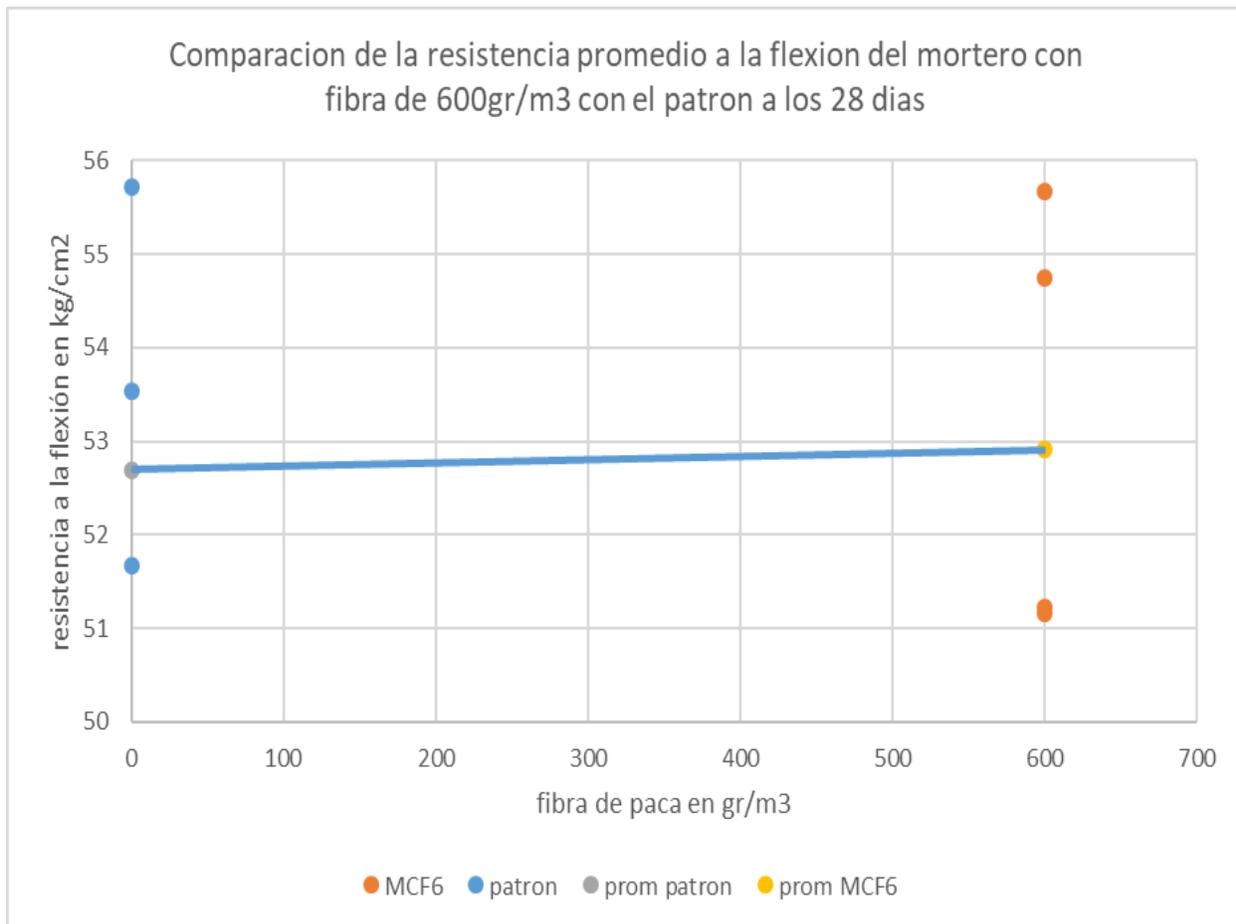


Nota. Elaboración propia



Figura 143

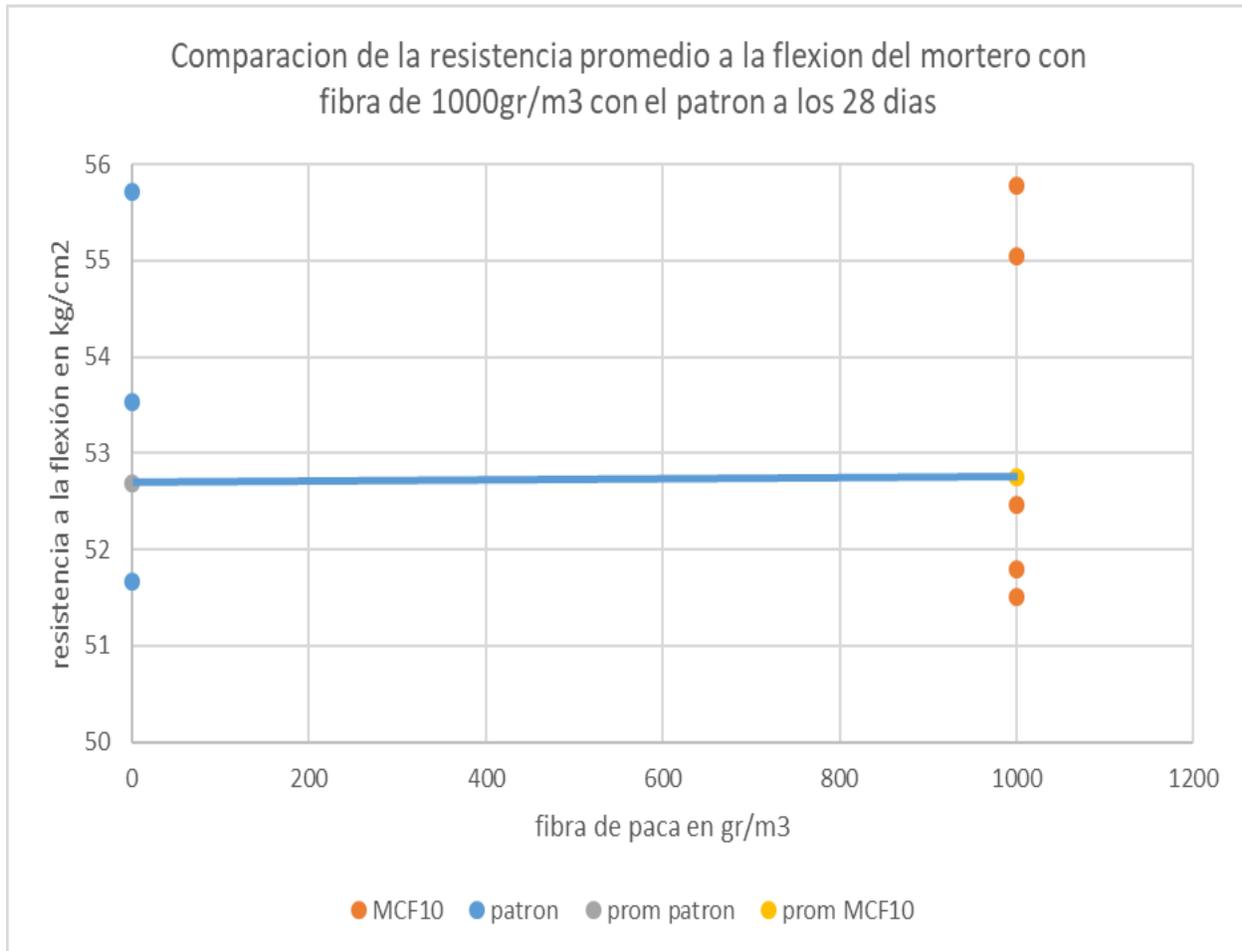
Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 600gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.



Nota. Elaboración propia

Figura 144

Resultados de la comparación de los promedios de la resistencia a la flexión del mortero adicionado con fibra de 1000gr/m³ con el mortero patrón a los 28 días.



Nota. Elaboración propia

En contestación a la determinación de la resistencia a la flexión del mortero se puede decir que; a mayor cantidad de fibra de paca añadida en peso de volumen, disminuye la resistencia del mortero de forma lineal cuando se adiciona fibra de paca en 300gr/m³ y aumenta la resistencia cuando se adiciona fibra de paca en 600 y 1000gr/m³ a los 28 días.



CAPÍTULO V: Discusión

5.1. Contraste de los Resultados Obtenidos Respecto a los Antecedentes o Referentes de Marco Teórico

En la figura 106 y pagina 140, muestra los resultados del ensayo de asentamiento donde se aprecia que el asentamiento se incrementa como efecto del incremento de la dosis de fibra. El mortero patrón tiene un asentamiento 7.5” mientras los morteros con adición de 300, 600 1000 gramos por metro cubico se tiene un asentamiento de 8.0”, 8.3” y 8.0” respectivamente. Este hecho, se confirma en los estudios realizados por Osorio et al. (2007) donde menciona que este fenómeno se produce porque el contenido de humedad de la fibra es de $7,13 \pm 0,73$. También tiene una tasa de absorción de agua relativamente baja en comparación con el agregado.

En la tabla 25 y pagina 170, se muestra los resultados del ensayo de la resistencia a compresion donde se aprecia que a medida que se incrementa la dosis de fibra de paca en 300, 600 y 1000 gramos por metro cubico disminuye la resistencia. Este hecho, se confirma en los estudios realizados por Juarez (2002) donde menciona que este fenómeno es que las fibras pierden humedad en la matriz del cemento, lo que provoca contracción y afecta gravemente la adhesión entre las fibras y la matriz y se incrementa la porosidad del concreto y la porosidad del concreto aumenta, lo que incide en la disminución de la resistencia mecánica.

Ramos, George utilizo el ichu (*Stipa ichu*) con nylon encontró que la resistencia sube más de 50%. En la presente tesis se ha utilizado fibra de Paca, en porcentajes de 300, 600 y 1000 gramos por metro cúbico, se encontró que únicamente la edad es significativa en el desempeño de la resistencia del mortero.

Huamani, Felipe y Monge, Luis utilizaron el contenido óptimo de la fibra de cabuya encontró que al agregar 4% de volumen seco de fibra de cabuya a la mezcla, aunque fue leve en



este caso, hubo una tendencia a aumentar la resistencia del hormigón. En la presente tesis se ha utilizado fibra de Paca, en porcentajes de 300, 600 y 1000 gramos por metro cúbico, se encontró que la fibra no tiene efecto sobre la resistencia.

Osorio, Jairo; Varón, Fredy; Jhonny, Herrera utilizaron fibras de bagazo de caña de azúcar encontraron resistencia a compresión a los 14 días de fraguado entre 8,6 y 16,88 MPa, estando por encima de probetas sin adición de fibras. En la presente tesis se ha utilizado fibra de Paca, en porcentajes de 300, 600 y 1000 gramos por metro cúbico, se encontró que la fibra únicamente la edad de fraguado del mortero ejerce un papel significativo en la resistencia del mortero.

Trujillo, Angie utilizo fibra de polipropileno, encontró que la resistencia sube en 7.18%. En la presente tesis se ha utilizado fibra de Paca, en porcentajes de 300, 600 y 1000 gramos por metro cúbico, se encontró que solo cuando interactúan la dosis de fibra con los días de curado, la correlación entre la fibra y la flexión se vuelve más fuerte.

Baca Massiel y Yépez Raphael Mauricio utilizaron fibra de caucho reciclado sustituyendo el peso del agregado en porcentajes, sí embargo la fibra de caucho reciclado disminuye la resistencia de compresión y flexión frente u aún mortero tradicional. En la presente tesis se ha utilizado fibra de Paca, en porcentajes de 300, 600 y 1000 gramos por metro cúbico, se encontró que la dosis de fibra sólo se vuelve significativa para el incremento de la resistencia a la flexión cuantos más días de curado se presenta, siendo su efecto muy débil.

5.2. Interpretación de los Resultados Encontrados en la Investigación.

Los resultados presentados del ensayo de contracción plástica, donde se evaluaron las fisuras generadas en paneles rectangulares de mortero con distintas dosificaciones de fibra de paca. El efecto de la fibra de paca en el ancho de la grieta es significativo para un nivel de confianza de



0.05. Esto significa que, por cada 1% de fibra añadida al mortero, las grietas reducen su ancho en 0.0039 milímetros.

Con respecto a la longitud de las fisuras que se generaron, los resultados muestran que igualmente, se deduce que el efecto de la fibra de paca es significativo en la longitud de la grieta. Esto nos da a entender que, por cada 1% de fibra añadida al mortero, este reduce la longitud de sus grietas en 0.045 mm.

Tal como muestra los resultados previos, las temperaturas registradas del mortero con las dosis de 0, 300, 600 y 1000gr/m³ de fibra de paca fueron de 21.97°C, 21.83°C, 21.78°C y 20.13°C. Conforme se aprecia la temperatura del mortero es prácticamente uniforme para todas las dosis, observándose una disminución muy leve cuando se aplica la dosis 1000gr/m³.

Los resultados presentados, nos muestran que únicamente la edad de fraguado del mortero ejerce un papel significativo en la resistencia del mortero, siendo evidente también que la dosis de fibra no es significativa para tipo de resistencia.

Los resultados presentados, nos muestran solamente cuando la dosis interactúa con el número de días de curado, entonces se aprecia un efecto sobre la resistencia a la flexión del mortero. Esto quiere decir que la fibra necesita de más tiempo para desarrollar su efecto de refuerzo.

5.3. Comentario de la demostración de la tesis.

¿las Propiedades físicas – mecánicas del mortero adicionado con fibra de paca son mayores que el mortero tradicional?

Las propiedades física y mecánicas del mortero adicionado con fibra de paca en sus diferentes dosis son parcialmente mayores que el mortero tradicional, ya que la fibra de paca



disminuye la resistencia a compresión y flexión a la temprana edad del curado solo con el tiempo de curado la resistencia tiene un aumento insignificante.

Sin embargo, hubo una disminución significativa en contracción plástica en la disminución del ancho de fisura y en la longitud de la fisura. Así como también en la fluidez del mortero resulto más fluido cuando se adiciona fibra de paca en sus diferentes dosis.

5.4. Aporte de la Investigación.

Se ha determinado que la fibra estudiada es un aditivo muy útil para reducir la contracción y las fisuras que esta presenta, esto puede servir para producir morteros más durables, ya que, al mitigar las fisuras, se evita que el agua ingrese a la masa del mortero y éste se empiece a degradar por ciclos de cambio de temperatura en el agua.



Conclusiones y Recomendaciones

Conclusión Hipótesis General

Se demostró parcialmente la hipótesis general de la investigación que refiere **“al evaluar comparativamente las propiedades física y mecánicas de los morteros adicionados con fibra de paca son mayores que el mortero tradicional”**. Como el resultado de los ensayos para determinar la resistencia a compresión y a flexión realizados no se demostró por que la correlación dosis de fibra con la resistencia es muy baja, tal como se muestra en la tabla N°17, pág. 152 y tabla N°19, pág. 162.

En los ensayos de contracción plástica se demostró que cuanto más fibra se incrementa el mortero más se reducen tanto la longitud como el ancho de la grieta, tal como se muestra en la tabla N°23, pag.167.

En los ensayos de fluidez se demostró que cuanto más se añade fibra de paca resulta más fluido, tal como se muestra en la tabla N°21, pág.164.

Conclusión de Sub Hipótesis 01

Se demostró la sub hipótesis 01 que refiere: **“Determinar en qué medida se altera la fluidez del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional, según la norma MTC E.705”**. Esto aumenta en relación al modelo patrón de la siguiente manera:

Para un añadido de 300gr de fibra de paca tiene un aumento de un 6.25% más en relación al modelo patrón.

Para un añadido de 600gr de fibra de paca tiene un aumento de un 9.64% más en relación al modelo Patrón.



Para un añadido de 1000gr de fibra de paca tiene un aumento de un 6.25% más en relación al modelo Patrón.

tal como se menciona en la tabla N.º 22, pág.165.

Conclusión de sub hipótesis 02

Se demostró la sub hipótesis 02 que refiere: **“Determinar en qué medida se altera la fisuración en la contracción plástica del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional, según la norma ASTM C1579-13”**. Esto aumenta en relación al modelo patrón de la siguiente manera:

Se observa que la muestra patrón está representada con 31.30cm de longitud de fisura.

Sin embargo, para un añadido de 300gr/m³ de fibra de paca está representada con 24.50cm de longitud de fisura, demostrando una disminución de 21.73% en relación a la muestra patrón.

Para un añadido de 600gr/m³ y 1000gr/m³ de fibra de paca no presentan longitud de fisura.

Se observa que la muestra patrón está representada con 0.36mm de ancho de fisura promedio.

Sin embargo, para un añadido de 300gr/m³ de fibra de paca está representada con 0.13mm de ancho de fisura, demostrando una disminución de 63.89% en relación a la muestra patrón.

Para un añadido de 600gr/m³ y 1000gr/m³ de fibra de paca no presentan ancho de fisura.

Tal como se menciona en la tabla N°23, pág.167 y tabla N°24, pág.167.

Conclusión sub hipótesis 03

No se demostró la sub hipótesis 03 que refiere: **“Determinar en qué medida varía la resistencia a la compresión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600**



g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional, según la norma MTC E.609 – 16". Esto disminuye en relación al modelo patrón de la siguiente manera:

Para un añadido de 300gr/m³ de fibra de paca para 7, 14, días de curado tenemos una disminución en la resistencia promedio en 13.44%, 27.60% y un aumento 1.41% a los 28 días de curado.

Para un añadido de 600gr/m³ de fibra de paca para 7, 14, días de curado tenemos una disminución en la resistencia promedio en 8.25%, 27.41% y un aumento 4.62% a los 28 días de curado.

Para un añadido de 1000gr/m³ de fibra de paca para 7, 14, días de curado tenemos una disminución en la resistencia promedio en 2.96%, 18.27% y un aumento 7.85% a los 28 días de curado.

Tal como se menciona en la tabla N°25, pág.170 y tabla N°26, pág.170.

Conclusión de sub hipótesis 04

No se demostró la sub hipótesis 04 que refiere: **“Determinar en qué medida varia la resistencia a la flexión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional, según la norma ASTM C293 – 02**". Esto disminuye en relación al modelo patrón de la siguiente manera:

Para un añadido de 300gr/m³ de fibra de paca para 7, 28, días de curado tenemos una disminución en la resistencia promedio en 0.68%, 0.72% y un aumento 7.55% a los 14 días de curado.



Para un añadido de 600gr/m³ de fibra de paca para 7, 14 y 28 días de curado tenemos un aumento en la resistencia promedio en 0.47%, 2.39% y 0.44%.

Para un añadido de 1000gr/m³ de fibra de paca para 7, 14 y 28 días de curado tenemos un aumento en la resistencia promedio en 0.15%, 6.88% y 0.11%.

Tal como se menciona en la tabla N°27, pág.180 y tabla N°28, pág.180.

Recomendaciones

Recomendación 01

Se recomienda hacer una correlación en dosis en un rango de 900gr/m³ y 1500gr/m³ para encontrar el valor máximo de la curva.

Recomendación 02

Se recomienda tener cuidado en el manejo de los especímenes como la compactación y el tiempo de que se demora para el momento de ensayo siempre teniendo en cuenta las tolerancias de edad de ensayo de los especímenes para que no altera la resistencia.

Recomendación 03

Se recomienda hacer una investigación añadiendo otro tipo de sustancia junto con la dosis de fibra de paca al mortero para encontrar una mejor resistencia del mortero.



Referencias

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Aceros Arequipa. (2010). *Manual del Maestro Constructor*. Lima: Motiva S.A.
<http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/arena-gruesa.html>
- ACI 224.1R-93. (1993). *Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigon*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
<https://www.studocu.com/cl/document/universidad-de-chile/hormigon-estructural/aci-224/11571430>
- ACI 318S-08. (2008). *Riquisitos de Reglamento para Concreto Estructural(ACI 318S-08) y comentario*. https://www.academia.edu/19806312/ACI_318_08_Espa%C3%B1ol
- Arbelaez, A. (1997). *Morteros reforzados con fibra de bambu*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellin. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/39952>
- ASTM C-1116. (2007). *Standard Specification for Fiber - Reinforced Concrete*. EE.UU.
- ASTM C293-02. (2002). *metodo de ensayo estandar para resistencia a la flexion(usando una viga simple con carga al centro del claro)*.
- ASTM-C1579-13. (2013). *Metodo de prueba estandar para Evaluacion del agrietamiento por contraccion plastica de fibra restringida concreto reforzado(usando un inserto de forma de acero)*. <https://vdocuments.mx/astm-c1579.html?page=7>
- ASTM-C1579-13. (Abril de 2013). *Metodo de prueba estandar para Evaluacion del agrietamiento por contraccion plastica de fibra restringida concreto reforzado(usando un inserto de forma de acero)*. <https://vdocuments.mx/astm-c1579.html?page=7>
- ASTM-C403M-16. (2017). *Método de prueba estándar para Tiempo de fraguado de mezclas de concreto por resistencia a la penetracion*. <https://toaz.info/doc-view-2>
- Baca, M., & Yopez, M. (2022). *"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado"*



en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021". tesis de pregrado, universidad andina del cusco, cusco.

Bejarano, D. F. (2019). *Estudio de la Resistencia Mecanica del Concreto Reforzado con Fibras de Guadua Angustifolia Kunt.* Universidad Catolica de Colombia, Bogota.

CCORI SALAZAR, G. (2016). *Laboratorio de tecnología del concreto – granulometria agregado fino.* Universidad Andina del Cusco, Cusco.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-andina-del-cusco/materiales-de-construccion/informe-granulometria-agregado-fino/5156167>

Comite ACI 318 Reglamento estructural para edificaciones. (2008). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentario.*

Damiani, C. (2011). *concretos en climas frios.*

<http://carlosdamiani.blogspot.com/2011/05/concretos-en-climas-frios.html>

E. Harmsen, T. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (Tercera Edicion ed.). Lima.

E.070. (2006). *Norma Tecnica E.070 Albañeria.* <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>

Hernandez Sampieri, R., Hernandez Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2014). *Metodologia de la Investigacion.* mexico: McGRAW-HILL / Intramericana Editores, S.A. de C.V.

Huamani, F., & Monge, E. L. (2018). *Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concreto de $f_c''=175\text{kg/cm}^2$ y $f_c''= 210\text{kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes.* Huancavelica, peru.

Juarez, C. A. (2002). *Concretos Base Cemento Portland Reforzados Con Fibras Naturales (Agave Lecheguilla), Como Materiales Para Construccion En Mexico.* Monterrey: Universidad Autonoma de Nueva León. <http://eprints.uanl.mx/5833/1/1020150648.pdf>

Kosmatka, S., Kerkhoff, B. P., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto.* portland Cement Association.



Moreno M., L. E., Trujillo, E. E., & Osorio, L. R. (2007). *Estudio de las características físicas de haces de fibra de Guadua Angustifolia*. *Csientia et Technica*, XIII(34), 613 -618.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934104>

MTC E 215. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.

MTC E.203. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.

MTC E.204. (2016). *Manual de Ensayo de Mtariales*.

MTC E.609. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.

MTC E.609. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.

MTC E.705. (s.f.). *Asentamiento del concreto (slump)*.

https://www.academia.edu/12268748/Resumen_ASTM_C143

NTP 400.022 -2013. (2013). *Metodo de ensayo normalizado para la densidad relativa(peso especifico y absorcion del agregado fino. 3ª Edicion*. Lima, peru.

Osorio Saraz, J. A., Varón Aristizabal, F., & Herrera Mejía, J. A. (2007). *Comportamiento Mecánico Del Concreto Reforzado Con Fibras De Bagazo De Caña De Azúcar*. *DYNA*, 69-79. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v74n153/a08v74n153.pdf>

Ramos, L. G. (2020). *Comparación de la Influencia del Uso de Ichu (Stipa Ichu) con Nylon en la Resistencia a Tracción Indirecta y a la Flexión del Concreto en Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11351/ICrava%C3%B1g.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

San Bartolomé, Á. (2005). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañería Informe Final (Capítulos 1 a 10)*. Lima: Sencico.
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=201>

San Bartolome, A., & Castro, A. (2005). *Reparacion de un muro de albañería confinada*.
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/04/Reparaci%C3%B3n-Muro-Confinado-.pdf>



Sanchez De Guzman, D. (1987). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogota: Bhandar Editores.

TAYTA ferreteria, m. y. (2021). *Consejo de construcción: ten cuidado al elegir los materiales de construcción*. <https://www.taytaconstrucciones.com/2021/04/02/consejo-de-construccion-ten-cuidado-al-elegir-los-materiales-de-construccion/>

Tecnología de concreto UAP-KELMER. (s.f.).

<https://tecnologiadelconcretouapkelmer.blogspot.com/p/semana-4.html>

Tecnologo en Obras Civiles. (s.f.). *Ensayos de Concreto [Fotografías]*. Tecnologo en Obras Civiles: <http://senaobrasciviles1.blogspot.com/p/pruebas-realizadas-al-concret.html>

Texdelta. (2014). *Aplicaciones y Ventajas del uso de Fibras de polipropileno*.

<https://texdelta.com/blog/aplicaciones-y-ventajas-del-uso-de-fibras-de-polipropileno/>

Trujillo. (2018). *Influencia de la Fibra de Polipropileno en las Propiedades de un Mortero de Reparación en Estado Fresco y Endurecido(Tesis de Pregrado)*. Universidad Privada del Norte, Trujillo. <https://hdl.handle.net/11537/13749>

Trujillo, A. L. (2018). *Influencia de la Fibra de Polipropileno en las Propiedades de un Mortero de Reparación en Estado Fresco y Endurecido(Tesis de Pregrado)*. Universidad Privada del Norte, Trujillo. <https://hdl.handle.net/11537/13749>

Ximena, L. (2021). *Diversidad de Bambues*.



Apéndice

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MORTEROS, ADICIONADOS CON FIBRAS DE PACA FRENTE A UN MORTERO TRADICIONAL”.							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN DE OPERACIONES		RECOLECCIÓN DE DATOS	
				DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
PG: ¿Cuál es la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de morteros, adicionados con fibra de paca frente a un mortero tradicional?	OG: Evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de morteros , adicionados con fibras de paca frente a un mortero tradicional.	HG: Al evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas del mortero adicionados con fibra de paca son mayores que el mortero tradicional.	VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Mortero adicionado con fibra de paca.	Paca	Volumen, peso y porcentaje	Diseño de mezcla	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
				Cemento	Volumen y peso	Diseño de mezcla	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
PE1: ¿En qué medida se altera la fluidez del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m3; 600 g/m3 y 1000 g/m3 frente a un mortero tradicional?	OE1: Determinar en qué medida se altera la fluidez del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m3; 600 g/m3 y 1000 g/m3 frente a un mortero tradicional. Según la norma (MTC E.705).	HE1: La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta significativamente la fluidez del mortero.	VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Mortero adicionado con fibra de paca.	Agregado grueso	Volumen y peso	Diseño de mezcla	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
				Agregado fino	Volumen y peso	Diseño de mezcla	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
				Agua	Porcentaje volumen y	Diseño de mezcla	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete



PE2: ¿En qué medida se altera la fisuración en la contracción plástica del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional?

OE2: Determinar en qué medida se altera la fisuración en la contracción plástica del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (ASTM-C1579-13, 2013).

HE2: La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta la contracción plástica del mortero

**VARIABLE
DEPENDIENTE (Y):**
Propiedades físicas y
mecánicas

Consistencia

Revenimiento de la muestra en pulg.

Ensayo de laboratorio

Fichas de Laboratorio
Fichas de Gabinete

PE3: ¿En qué medida varía la resistencia a la compresión del mortero con la adición de fibras de paca 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional?

OE3: Determinar en qué medida varía la resistencia a la compresión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m³; 600 g/m³ y 1000 g/m³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (MTC E.609, 2016).

HE3: La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta la resistencia a la compresión del mortero.

Fisuras

Reducción de ancho y longitud en cm

Ensayo de laboratorio

Fichas de Laboratorio
Fichas de Gabinete



PE4: ¿En qué medida varia la resistencia a la flexión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m ³ ; 600 g/m ³ y 1000g/m ³ frente a un mortero tradicional?	OE4: Determinar en qué medida varia la resistencia a la flexión del mortero con la adición de fibras de paca en 300 g/m ³ ; 600 g/m ³ y 1000 g/m ³ frente a un mortero tradicional. Según la norma (ASTM C293-02, 2002).	HE4: La adición de fibra de paca en sus diferentes dosis afecta la resistencia a la flexión del mortero		Resistencia a la compresión	Resistencia en tiempo	Ensayo a compresión	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete
				Resistencia a la flexión	Resistencia en tiempo	Ensayo a flexión	Fichas de Laboratorio Fichas de Gabinete



Anexos

Anexo A: Certificado de los ensayos de laboratorio



CORPORACION
AYAR S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CORPORACION AYAR S.A.C.

CERTIFICADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

La gerencia de Corporación Ayar S.A.C. Laboratorio de suelos,
Materiales y Concreto.

CERTIFICA:

Que, el sr. **DANIEL CONDORI TURPO**, identificado con DNI N.º
42505592, estudiante de la escuela profesional de ingeniería civil de la
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ha realizado sus ensayos de
laboratorio de su tesis “EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MORTEROS,
ADICIONADOS CON FIBRAS FRENTE A UN MORTERO
TRADICIONAL” a partir del 13 de febrero del 2023 al 21 de abril del 2023.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado, para los fines que
crea conveniente.

Cusco, 23 de abril del 2023



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ing. Milani E. Bozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIP, 142088

Jr. Pisac Mza. A lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - Perú
Cel. 994739437, Tel. 084-235370, WEB: www.ayar.pe



Anexo B: Certificación de la Calibración de los Instrumentos de Ingeniería

Anexo B1: Prensa de Concreto



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
EN LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC061 - F - 2022

Página 1 de 3

<p>1. Expediente</p>	<p>220166</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
<p>2. Solicitante</p>	<p>CORPORACION AYAR S.A.C.</p>	<p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p>
<p>3. Dirección</p>	<p>Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO</p>	<p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<p>4. Equipo</p>	<p>PRESA DE CONCRETO</p>	<p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p>
<p>Capacidad</p>	<p>100000 kgf</p>	<p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<p>Marca</p>	<p>ELE INTERNATIONAL</p>	
<p>Modelo</p>	<p>36-0690/06</p>	
<p>Número de Serie</p>	<p>130500076</p>	
<p>Procedencia</p>	<p>U.S.A.</p>	
<p>Identificación</p>	<p>NO INDICA</p>	
<p>Indicación</p>	<p>DIGITAL</p>	
<p>Marca</p>	<p>ELE INTERNATIONAL</p>	
<p>Modelo</p>	<p>ADR TOUCH HEAD</p>	
<p>Número de Serie</p>	<p>1887-1-00116</p>	
<p>Resolución</p>	<p>1 kgf</p>	
<p>Ubicación</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES</p>	
<p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>2022-10-25</p>	
<p>6. Fecha de Emisión</p>	<p>2022-10-31</p>	

Jefe del Laboratorio



Firmado digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.10.31
18:04:41 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 3535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



Anexo B2: Prensa CBR.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 257 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	210579	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.	<p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
3. Dirección	Jr. Pisac Mza. A Lote 17 Urb. Manuel Prado, Cusco - Cusco - CUSCO	
4. Equipo	PRESNA CBR	
Capacidad	10000 lbf	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PS-9	
Número de Serie	10159	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	COLOMBIA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS	
5. Indicador	ANALÓGICO	
Marca	BAKER	
Número de Serie	YFF7390	
División de Escala / Resolución	0,0001 pulg.	
6. Fecha de Calibración	2021-10-19	

<p>Fecha de Emisión</p> <p>2021-10-27</p>	<p>Jefe del Laboratorio de Metrología</p>	<p>Sello</p> <p>Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.10.27 18:49:09 -05'00'</p>
---	---	--

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. FI lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



Anexo B3: Horno



METCAL

RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES.
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC047 - T - 2022

Página 1 de 6

<p>1. Expediente 220166</p> <p>2. Solicitante CORPORACION AYAR S.A.C.</p> <p>3. Dirección Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO</p> <p>4. Equipo HORNO</p> <p style="margin-left: 20px;">Alcance Máximo De 0 °C a 200 °C</p> <p style="margin-left: 20px;">Marca PINZUAR</p> <p style="margin-left: 20px;">Modelo PG-190</p> <p style="margin-left: 20px;">Número de Serie 166</p> <p style="margin-left: 20px;">Procedencia COLOMBIA</p> <p style="margin-left: 20px;">Identificación NO INDICA</p> <p style="margin-left: 20px;">Ubicación LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="font-size: x-small;">Descripción</th> <th style="font-size: x-small;">Controlador / Selector</th> <th style="font-size: x-small;">Instrumento de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: x-small;">Alcance</td> <td style="font-size: x-small;">0 °C a 200 °C</td> <td style="font-size: x-small;">0 °C a 200 °C</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">División de escala / Resolución</td> <td style="font-size: x-small;">0,1 °C</td> <td style="font-size: x-small;">0,1 °C</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Tipo</td> <td style="font-size: x-small;">CONTROLADOR DIGITAL</td> <td style="font-size: x-small;">TERMÓMETRO DIGITAL</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición	Alcance	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C	División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C	Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL
Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición												
Alcance	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C												
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C												
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL												
<p>5. Fecha de Calibración 2022-10-26</p> <p>6. Fecha de Emisión 2022-10-31</p>														

JEFE DE LABORATORIO



Firmado digitalmente por Angel Perez

Fecha: 2022.10.31 18:31:00 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5033 - LBS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 9511 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



Anexo B4: Balanza Electrónica con capacidad máxima de 30 000g.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20607978892

Metrología & calibración
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC124 - M - 2022

Página 1 de 4

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo de medición</p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad Máxima</p> <p style="padding-left: 20px;">División de escala (d)</p> <p style="padding-left: 20px;">Div. de verificación (e)</p> <p style="padding-left: 20px;">Clase de exactitud</p> <p style="padding-left: 20px;">Marca</p> <p style="padding-left: 20px;">Modelo</p> <p style="padding-left: 20px;">Número de Serie</p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad mínima</p> <p style="padding-left: 20px;">Procedencia</p> <p style="padding-left: 20px;">Identificación</p> <p style="padding-left: 20px;">Ubicación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p> <p>6. Fecha de Emisión</p>	<p>220166</p> <p>CORPORACION AYAR S.A.C.</p> <p>Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO</p> <p>BALANZA ELECTRÓNICA</p> <p>30 000 g</p> <p>1 g</p> <p>10 g</p> <p>III</p> <p>OHAUS</p> <p>R31P30</p> <p>8336030047</p> <p>20 g</p> <p>U.S.A.</p> <p>NO INDICA</p> <p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES</p> <p>2022-10-26</p> <p>2022-10-31</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
---	--	--

JEFE DE LABORATORIO



Firmado digitalmente por Angel Perez

Fecha: 2022.10.31 18:28:29 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL: 955 730 951; 913 100 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



Anexo B5: Balanza Electrónica con capacidad máxima de 300g.



METCAL
RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERIA CIVIL

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC123 - M - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220166	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	300 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	TA302	
Número de Serie	B420595346	
Capacidad mínima	0,2 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2022-10-26	
6. Fecha de Emisión	2022-10-31	

JEFE DE LABORATORIO



Firmado digitalmente por
Angel Perez
Fecha:
2022.10.31
18:27:08 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMIRAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL: 985 730 9311 913 190 979

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE