

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Influencia de adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay, 2023

Asesor:

Ph.D. Vásquez Ramírez, Abbon Alex

Autor:

Molina Perez, Jhoel Milton

Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2025



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 008

En la ciudad de Abancay año 2025 en el mes de febrero día viernes del 14 siendo las 03:00 pm, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0132-2025-EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 05 de febrero del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante :	Ing. Gamarra Mota, Rubén
Replicante :	Dra. Vera Teves, Rosa Marina

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

"Influencia de adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería-Abancay, 2023"

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Molina Perez, Jhoel Milton

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Molina Perez, Jhoel Milton	Aprobado

Siendo las 4:45 de la tarde concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

Dictaminante: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Replicante: Dra. Vera Teves, Rosa Marina

Abancay 18 de febrero del 2025

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 311.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*): Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAI.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: ...

Influencia de adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería-Abancay, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	17%	2%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
4	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
10	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Molina Perez, Jhoel Milton
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 70900916
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0003-0040-1453
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Ph.D Vásquez Ramírez, Abbon Alex
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 06532658
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0001-7299-5367
Datos de la Investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería Civil
Línea de Investigación	: Gestión de la infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 2023-2024
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 19%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a Dios por darme la vida, a mis padres Yrene Martha Pérez Ramos, Hugo Molina Chiclla por su apoyo y amor incondicional, a mi hermana Miriam por sus consejos y enseñanzas, a mi sobrina Andrea por ser parte de mi progreso profesional.

Jhoel Milton Molina Perez

Agradecimientos

Agradezco a Dios por hacer posible de que siga con vida, por cuidarme y darme salud.

A mi familia, por acompañarme y apoyarme incondicionalmente en todo este proceso, quienes son el soporte de todos mis logros y son el motivo y la razón de crecer profesionalmente y personalmente.

A Maria Ines Zuloaga Gaspar por apoyarme y estar en los buenos y malos momentos, quien me impulsa a seguir esforzándome y cumplir mis metas y objetivos.

A mis amigos y docentes que fueron parte de mi desarrollo profesional, que me acompañaron en todo este proceso compartiendo sus conocimientos.

A mi asesor de tesis Ph.D. Abbon Alex Vásquez Ramírez, por su apoyo y compromiso para llevar a cabo esta presente tesis.

Jhoel Milton Molina Perez

Resumen

La presente tesis tiene el objetivo de determinar la influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según la norma E.070 de albañilería para muros no portantes; se empleó una metodología tipo aplicada, de nivel explicativa-exploratoria y de diseño experimental, donde, se fabricaron bloques de concreto aplicando las dosificaciones: patrón, 0.06%, 0.12%, 0.24% y 0.48% de adición de fibra de polipropileno, posteriormente fueron ensayadas; obteniendo de cada dosificación los siguientes resultados: la variación dimensional en la longitud obtuvo un incremento de 0.09%, el ancho disminuyó en un 0.05% y la altura disminuyó en un 0.07% respecto al patrón; el alabeo obtuvo una disminución de 0.26% en relación al patrón; la absorción incremento en un 0.6% sobre el patrón; la humedad natural disminuyó en un 0.99% respecto al patrón; el área de vacíos en unidades perforadas disminuyó en un 0.78% referente al patrón, la resistencia a compresión disminuyó en un 3.71kg/cm² en relación al patrón, la resistencia a flexión incremento en un 3.15kg/cm² en relación al patrón. Concluyo, que la fibra de polipropileno influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, cumpliendo con los parámetros de la norma E0.70 de albañilería para muros no portantes, determinando que la fibra de polipropileno es recomendada para el uso de bloques de concreto para muros no portantes.

Palabra clave: Bloque de concreto, Fibra de polipropileno, Albañilería, Propiedades físicas del bloque de concreto, Propiedades mecánicas del bloque de concreto.

Abstract

The objective of this thesis is to determine the influence of the polypropylene fiber on the physical and mechanical properties of the concrete block, according to the masonry standard E.070; An applied methodology was used, with an explanatory-exploratory level and an experimental design, where concrete blocks were manufactured applying the dosages: pattern, 0.06%, 0.12%, 0.24% and 0.48% addition of polypropylene fiber, subsequently they were tested. ; Obtaining the following results for each dosage: the dimensional variation in length obtained an increase of 0.09%, width decreased 0.05% and height decreased 0.07% compared to the pattern; the warping obtained a decrease of 0.26% in relation to the pattern; absorption increased by 0.6% compared to the pattern; natural humidity decreased by 0.99% compared to the pattern; The void area in the perforated units decreased by 0.78% compared to the pattern, the compressive strength decreased by 3.71 kg/cm² relative to the pattern and the flexural strength increased by 3.15 kg /cm² in relation to the pattern.

Thus, concluding that the polypropylene fiber significantly influences the physical and mechanical properties of the concrete block, likewise, it complies with the parameters of the masonry standard E0.70 for non-bearing walls, determining that the polypropylene fiber is recommended for use of concrete blocks for non-bearing walls.

Keyword: Concrete block, Polypropylene fiber, Masonry, Physical properties of concrete block, Mechanical properties of concrete block.

Índice general

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general	ix
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xv
Índice de anexos	xvii
I. Introducción	18
II. Planteamiento del problema	19
2.1. Descripción y formulación del problema.....	19
2.2. Objetivos.....	21
2.2.1. Objetivo general.....	21
2.2.2. Objetivos específicos.....	22
2.3. Justificación e importancia.....	22
2.4. Hipótesis	23

2.5. Variables	23
III. Marco teórico.....	25
3.1. Antecedentes	25
3.2. Bases teóricas	30
3.3. Definición de términos	44
IV. Metodología	48
4.1. Tipo y nivel de investigación	48
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	49
4.3. Población y muestra	50
4.4. Instrumentos	51
4.5. Procedimientos	53
4.6. Análisis de datos.....	72
4.7. Consideraciones éticas	73
V. Resultados y discusión	74
VI. Conclusiones	145
VII. Recomendaciones	147
VIII. Referencias.....	149
IX. Anexos	156

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2 Clase de unidades de albañilería para fines estructurales.....	33
Tabla 3 Cantidad de muestras.....	51
Tabla 4 Recolección de datos de los indicadores.	52
Tabla 5 Resistencia a compresión de bloques por cada fabrica.....	54
Tabla 6 Análisis granulométrico del agregado grueso (confitillo), cantera Murillo Quitasol.....	59
Tabla 7 Análisis granulométrico de agregado fino (arena gruesa), cantera Murillo Pachachaca.....	60
Tabla 8 Peso unitario compactado del confitillo.	62
Tabla 9 Peso unitario compactado de la arena.	63
Tabla 10 Peso específico y porcentaje de absorción del confitillo.....	64
Tabla 11 Peso específico y porcentaje de absorción de la arena.	65
Tabla 12 Resultado general de los ensayos al bloque de concreto por cada dosificación..	75
Tabla 13 Diseño de mezcla.....	77
Tabla 14 Dosificación, bloque patrón.....	77
Tabla 15 Dosificación, bloque 0.06 % FPP.....	78
Tabla 16 Dosificación, bloque 0.12 % FPP.....	78
Tabla 17 Dosificación, bloque con 0.24 % FPP.	78
Tabla 18 Dosificación, bloque con 0.48 % FPP.	79
Tabla 19 Resultados, variación dimensional del bloque patrón.	80
Tabla 20 Resultados, variación dimensional del bloque con 0.06 % de FPP.....	81
Tabla 21 Resultados, variación dimensional del bloque con 0.12 % de FPP.....	82
Tabla 22 Resultados, variación dimensional del bloque con 0.24 % de FPP.....	83

Tabla 23	Resultados, variación dimensional del bloque con 0.48 % de FPP.....	84
Tabla 24	Ensayo variación dimensional general.	85
Tabla 25	Resultado, alabeo de los bloques patrón.....	87
Tabla 26	Resultado, alabeo de los bloques con 0.06 % de FPP.	88
Tabla 27	Resultado, alabeo de los bloques con 0.12 % de FPP.	89
Tabla 28	Resultado, alabeo de los bloques con 0.24 % de FPP.	90
Tabla 29	Resultado, alabeo de los bloques con 0.48 % de FPP.	91
Tabla 30	Ensayo general de alabeo.	92
Tabla 31	Resultado, absorción de los bloques patrón.....	93
Tabla 32	Resultado, absorción de los bloques con 0.06 % de FPP.	93
Tabla 33	Resultado, absorción de los bloques con 0.12 % de FPP.	94
Tabla 34	Ensayo, absorción al bloque con 0.24 % de FPP.	94
Tabla 35	Ensayo, absorción al bloque con 0.48 % de FPP.	94
Tabla 36	Ensayo de absorción general.	95
Tabla 37	Resultado, humedad natural del bloque patrón.	97
Tabla 38	Resultado, humedad natural del bloque con 0.06 % de FPP.	97
Tabla 39	Resultado, humedad natural del bloque con 0.12 % de FPP.	97
Tabla 40	Resultado, humedad natural del bloque con 0.24 % de FPP.	98
Tabla 41	Resultado, humedad natural del bloque con 0.48 % de FPP.	98
Tabla 42	Ensayo general de la humedad natural.	98
Tabla 43	Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque patrón.....	100
Tabla 44	Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.06 % de FPP.	100
Tabla 45	Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.12 % de FPP.	101

Tabla 46 Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.24 % de FPP.	101
Tabla 47 Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.48 % de FPP.	102
Tabla 48 Ensayo general de área de vacíos en unidades perforadas.	102
Tabla 49 Resultados, resistencia a compresión del bloque patrón.	105
Tabla 50 Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.06 % de FPP.	106
Tabla 51 Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.12 % de FPP.	107
Tabla 52 Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.24 % de FPP.	108
Tabla 53 Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.48 % de FPP.	109
Tabla 54 Ensayo general de resistencia a compresión.	110
Tabla 55 Resultados, resistencia a flexión del bloque patrón.	113
Tabla 56 Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.06 % de FPP.	114
Tabla 57 Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.12 % de FPP.	115
Tabla 58 Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.24 % de FPP.	116
Tabla 59 Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.48 % de FPP.	117
Tabla 60 Ensayo general de resistencia a flexión.	118
Tabla 61 Estadígrafos de la variación dimensional largo (%).	120
Tabla 62 Análisis de varianza de la variación dimensional largo, según % de FPP.	121
Tabla 63 Comparaciones múltiples variación dimensional bloques de concreto método de Tukey	121
Tabla 64 Estadígrafos de la variación dimensional ancho (%).	123
Tabla 65 Análisis de varianza de la variación dimensional ancho, según % de FPP.	123
Tabla 66 Estadígrafos de la variación dimensional alto (%).	124
Tabla 67 Análisis de varianza de la variación dimensional alto, según % de FPP	125

Tabla 68 Estadígrafos de alabeo del bloque por cada tratamiento.	126
Tabla 69 Análisis de varianza según porcentaje de alabeo y tratamientos.....	127
Tabla 70 Comparaciones múltiples de alabeo del bloque por método de Tukey.	127
Tabla 71 Estadígrafos de absorción del bloque por cada tratamiento.	129
Tabla 72 Análisis de varianza según porcentaje de absorción y tratamientos.....	129
Tabla 73 Comparaciones múltiples de absorción del bloque por método de Tukey.	130
Tabla 74 Estadígrafos de humedad natural del bloque por tratamientos.....	132
Tabla 75 Análisis de varianza humedad natural (%).	132
Tabla 76 Comparaciones múltiples de humedad natural del bloque por método de Tukey.	133
Tabla 77 Estadígrafos resistencia a la compresión (kg/cm ²) por tratamientos.....	135
Tabla 78 Análisis de varianza resistencia a la compresión (kg/cm ²).....	135
Tabla 79 Comparaciones múltiples de resistencia a la compresión de bloques de concreto método de Tukey.	136
Tabla 80 Estadígrafos resistencia a la flexión (kg/cm ²) por tratamientos.	138
Tabla 81 Análisis de varianza resistencia a la flexión (kg/cm ²).....	138
Tabla 82 Comparaciones múltiples de resistencia a la flexión del bloque con método de Tukey.....	139

Índice de figuras

Figura 1	Representación del bloque de concreto.....	31
Figura 2	Proceso de fabricación del bloque de concreto de fibra de polipropileno.	32
Figura 3	Posición de un muro portante y no portante en una vivienda.	34
Figura 4	Representación de la variación dimensional.	35
Figura 5	Representación del ensayo de alabeo.....	36
Figura 6	Representación del ensayo de absorción.....	38
Figura 7	Ensayo resistencia a compresión.	41
Figura 8	Ensayo resistencia a flexión.....	42
Figura 9	Representación de la fibra de polipropileno.	43
Figura 10	Estructura de la fibra de polipropileno en el concreto.	43
Figura 11	Bloque de concreto con fibra de polipropileno.....	44
Figura 12	Muestra de bloques por cada fabrica.....	53
Figura 13	Cantera Murillo de Pachachaca, extracción de agregado fino (arena gruesa)..	56
Figura 14	Cantera Murillo de Quitasol, extracción de agregado grueso (confitillo).....	57
Figura 15	Cuarteo del agregado grueso y fino.	58
Figura 16	Ensayo de análisis granulométrico.....	59
Figura 17	Curva granulométrica del agregado grueso.	60
Figura 18	Curva granulométrica de agregado fino.....	61
Figura 19	Ensayo peso unitario confitillo.	62
Figura 20	Ensayo peso unitario de la arena gruesa.	63
Figura 21	Peso específico y porcentaje de absorción del confitillo.	64
Figura 22	Equipo.....	67
Figura 23	Dosificación del agregado.....	68
Figura 24	Dosificación de la fibra de polipropileno.....	68

Figura 25	Mezclado de los materiales del bloque con fibra.....	69
Figura 26	Consistencia del concreto del bloque.....	70
Figura 27	Moldeado del bloque.....	70
Figura 28	Curado de los bloques.....	71
Figura 29	Análisis comparativo de variación dimensional general.....	86
Figura 30	Análisis comparativo general de alabeo.....	92
Figura 31	Análisis comparativo general de absorción.	96
Figura 32	Análisis comparativo general de humedad natural.	99
Figura 33	Análisis comparativo general del área de vacíos en unidades perforadas.	103
Figura 34	Análisis comparativo general de la resistencia a compresión.....	111
Figura 35	Relación comparativa general de la resistencia a compresión del bloque.....	112
Figura 36	Análisis comparativo general de la resistencia a flexión.	119
Figura 37	Diagrama de cajas, según variación dimensional del bloque con % de FPP..	122
Figura 38	Diagrama de cajas, según variación dimensional ancho del bloque con % de FPP.	124
Figura 39	Diagrama de cajas, según variación dimensional alto del bloque con % de FPP.	126
Figura 40	Diagrama de cajas, según la absorción del bloque y tratamientos.....	128
Figura 41	Diagrama de cajas, según la absorción del bloque y tratamientos.....	131
Figura 42	Diagrama de cajas, según porcentaje de humedad natural y tratamientos.....	134
Figura 43	Diagrama de cajas, según resistencia a la compresión por tratamientos	137
Figura 44	Diagrama de cajas, según resistencia a la flexión por tratamientos.....	140

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia	157
Anexo 2 Operacionalización de variables	158
Anexo 3 Instrumentos de recolección de datos	159
Anexo 4 Validación de instrumentos	166
Anexo 5 Certificado de calibración de datos.....	171
Anexo 6 Ficha técnica de la fibra de polipropileno	173
Anexo 7 Ensayo a la resistencia a la compresión.....	175
Anexo 8 Informe de diseño de mezcla de concreto.....	183
Anexo 9 Panel fotográfico.....	204

I. Introducción

Desde los inicios de la humanidad hasta la actualidad, la segunda necesidad básica después de alimentarse y beber es el refugio, por ende, las viviendas son fundamentales para la salud, la seguridad y el bienestar de las personas.

La presente tesis se centra en analizar la influencia que presenta la fibra de polipropileno en el bloque de concreto, diseñado para paredes que no soportan carga dentro de una vivienda, conforme a lo establecido por la norma E.070 de albañilería para muros no portantes, que nos proporciona requisitos de calidad y seguridad de las viviendas en el Perú.

Los muros en una vivienda son muy importantes, porque son parte de la duración, resistencia y la seguridad de la edificación. Pari Quispe & Manchego Meza (2017) afirman que los muros colapsan de manera súbita dentro de un terremoto por emplear bloques de baja calidad y una mala configuración estructural originando pérdidas humanas, así mismo, Alvarado (2018) repercute que los bloques con presencia de fisuras comprometen a que el muro falle.

La presente tesis analiza el impacto de la fibra de polipropileno en las propiedades físicas como son: la variación dimensional, alabeo, absorción, humedad natural y el área de vacíos en unidades perforadas; así como, en las propiedades mecánicas, que incluye la resistencia a compresión y a flexión, a través, de un diseño experimental, determinando el porcentaje óptimo de fibra. Debido al crecimiento de la población en los últimos años se ha generalizado construir viviendas complejas de varios pisos en lugar de un solo piso, donde, la calidad del material es crucial especialmente en zonas de terremotos; en respuesta a esta necesidad se viene desarrollando materiales resilientes y sostenibles con diferentes técnicas de producción y aplicación, diseñados para mejorar la resistencia, durabilidad y funcionalidad de las viviendas modernas.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

En América Latina el bloque de concreto cada año es más utilizado por su sencillas de fabricación y versatilidad de aplicación en los muros no estructurales, lo que los hace una opción preferida por las personas (Ruiz Rivera, 2021).

En Haití los muros no portantes de las viviendas están conformados por bloques de concreto artesanales, donde, presentan deficiencias significativas en su desempeño estructural, estos bloques de concreto elaborados sin una dosificación adecuada de cemento, agregados, agua y sin la incorporación de aditivos que mejoren sus propiedades mecánicas, resultan un producto con baja resistencia a la compresión, flexión y una durabilidad limitada; producto que, durante el sismo que ocurrió en el año 2010 estas deficiencias estructurales se manifestaron en forma de colapsos parciales y totales en las edificaciones de más de dos niveles, evidenciando la necesidad de ser más rigurosos en la aplicación de la norma y los controles de calidad en la fabricación del bloque de concreto, incumplir no solo compromete la integridad estructural de las edificaciones, sino también pone en riesgo la seguridad de las personas (Polanco & Carolina, 2016), así mismo (Pujol et al., 2019) indica que, los muros no portantes a base de bloques de concreto generalmente se utilizan para dividir espacios y en elementos de fachadas que no soportan carga estructural, sin embargo, pueden fallar durante un sismo, originado inestabilidad del edificio provocando daños severos y hasta colapsos, especialmente en edificaciones mayores a los tres niveles, donde, emplear muros no portantes inadecuados causan potencialmente la mayor cantidad de las pérdidas humanas.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) afirma que en el Perú existen más de 4,298,274 viviendas conformadas por bloques de concreto, que representan el 55.8% (p. 297), de los cuales, según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) en el año 2017, más de 68.5% de las viviendas son autoconstruidas, utilizando bloques que

no cumplen con la norma E.070 de albañilería, tampoco con un asesoramiento técnico, lo que implica tener falla frágil y súbita en los muros, provocando que las viviendas sean vulnerables a eventos sísmicos (Angulo, 2017). Perú se encuentra en el cinturón de fuego del Pacífico, donde, ocurre los sismos más fuertes y frecuentes del mundo, esta situación es alarmante, porque en la actualidad las viviendas están conformadas por niveles superiores al tercer piso, por ende, presentan fisuras, grietas y colapsos ante este fenómeno natural. En respuesta a este problema los investigadores están mejorando las características del bloque, a través, de la incorporación o alteración de la composición del bloque tradicional.

Más del 50% de las viviendas de la ciudad de Abancay, está conformado por muros no portantes hechos de bloque de concreto, siendo muy tradicionales, debido a su costo accesible, facilidad de fabricación y versatilidad de aplicación (INEI, 2018, p. 300), del mismo modo, el crecimiento demográfico ha causado que la fabricación del bloque de concreto tenga un incremento gigantesco, más aún, para satisfacer a esta gran demanda, se han creado bloqueterías informales, produciendo de forma empírica, artesanalmente, sin ningún tipo de control de calidad y asesoramiento, obteniendo bloques de concreto de baja calidad.

Gran parte de las edificaciones de la ciudad de Abancay son mayores al tercer nivel, sin embargo, la norma E.070 de albañilería, nos recomienda no utilizar estos bloques para este tipo de viviendas, así mismo, presentan diferentes técnicas constructivas en cada nivel, como estructuras confinadas y aperticadas, comprendida de muros no portantes y portantes, siendo considerados viviendas construidas sin ningún tipo de supervisión y orientación de un profesional calificado.

En la ciudad de Abancay en la parte de Bellavista alta y baja, las viviendas están conformadas por muros no portantes de bloques de concreto, se pudo observar que gran parte

de las viviendas presentan fisuras en los muros, concluyendo que el 52% de las viviendas tienen una vulnerabilidad alta, el 46% de viviendas una vulnerabilidad media y que ante un evento sísmico alto, tendrán un comportamiento negativo (Huashua Huarcaya & Sánchez Contreras, 2017, p. 297).

Al presentar estos problemas en los muros no portantes conformados por bloques de concreto, nació la interrogante de analizar la capacidad y el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de un nuevo bloque de concreto con adición de fibra de polipropileno.

Problema general

¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería - Abancay 2023?

Problemas específicos

a. ¿Cuál es la influencia de los porcentajes de la adición de fibra de polipropileno del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería - Abancay 2023?

b. ¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería - Abancay 2023?

c. ¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería - Abancay 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. *Objetivo general*

Determinar la influencia de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería - Abancay 2023.

2.2.2. *Objetivos específicos*

a. Analizar los porcentajes de adición de fibra de polipropileno del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay 2023.

b. Analizar la adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay 2023.

c. Analizar la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay 2023.

2.3. *Justificación e importancia*

Ante el problema expuesto en función a las fallas que presentan los muros de albañilería por utilizar bloques que no cumplen con la normativa vigente, se crea bloques con la incorporación de fibras de polipropileno con la finalidad de contribuir mejoras en sus características para garantizar la integridad y la resistencia de los bloques ante situaciones desfavorables.

En la actualidad el bloque tradicional cuenta con muchas limitaciones, como baja resistencia y fisuras, donde, la fibra ha demostrado solucionar estos problemas, incrementando la tenacidad y la flexibilidad. Al investigar esta aplicación de fibra, se anhela implementar una solución práctica en la construcción con el propósito de mejorar la resistencia, durabilidad y los costos de las reparaciones futuras.

Usar la fibra de polipropileno mejora las características del concreto, originando una alternativa, más económica que otro refuerzo, asegurando que cumplan con la normativa vigente, promoviendo modernizar la calidad de la construcción para el bienestar de la sociedad, así mismo, aportar conocimientos y herramientas para guiar futuros estudios y prácticas constructivas.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

La adición de fibra de polipropileno influye en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería - Abancay 2023.

Hipótesis específicas

a. Los porcentajes de fibra de polipropileno influye en el bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay, 2023.

b. La fibra de polipropileno influye en las propiedades físicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay, 2023.

c. La fibra de polipropileno influye en las propiedades mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay, 2023.

2.5. Variables

Variable independiente: Adición de fibra de polipropileno.

Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto.

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Título: “Influencia de adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay, 2023”							
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Índice	Instrumento
Variable Independiente							
Adición de fibra de polipropileno	Según Sika® Fibermesh 150 (2023) es una microfibra tipo sintética, de multifilamento liso, consistente en elementos continuos ensamblados a una matriz plástica, fabricadas con 100% de resina de polipropileno virgen, diseñadas específicamente para el uso en concreto como refuerzo para controlar la retracción plástica y el agrietamiento.	Se fabricarán bloques de concreto adicionando fibra de polipropileno con diferentes dosificaciones que posteriormente serán sometidos a ensayos.	Porcentajes de adición de fibra de polipropileno	Patrón 0.00%	Razón	%	Ficha de recolección de datos Anexo 8
				Incorporación del 0.06%	Razón	%	
				Incorporación del 0.12%	Razón	%	
				Incorporación del 0.24%	Razón	%	
				Incorporación del 0.48%	Razón	%	
Variables Dependientes							
Propiedades Físicas y Mecánicas del bloque de concreto	Según San Bartolome (1994) las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería nos permiten encontrar la diferencia entre las unidades, ya sea en la estructura o en el comportamiento ante algún efecto físico o mecánico.	Se determinará las propiedades físicas y mecánicas, mediante los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, humedad natural, área de vacíos en unidades perforadas, resistencia a compresión y módulo de rotura.	Propiedades Físicas	Variación dimensional	Razón	%	Ficha de recolección de datos Anexo 3
				Alabeo	Razón	mm	Ficha de recolección de datos Anexo 3
				Absorción	Razón	%	Ficha de recolección de datos Anexo 3
				Humedad natural	Razón	%	Ficha de recolección de datos Anexo 3
				Porcentaje de volumen de alveolos	Razón	%	Ficha de recolección de datos Anexo 3
				Resistencia a compresión	Razón	Kg/cm ²	Ficha de recolección de datos Anexo 3
				Resistencia a Flexión	Razón	Kg/cm ²	Ficha de recolección de datos Anexo 3
Propiedades Mecánicas							

Nota. Elaboración propia.

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

Según Pangestuti et al.,(2021) en su investigación titulada “Efecto de la adición de fibra de polipropileno sobre las propiedades mecánicas del concreto” su objetivo fue determinar la relación existente de la fibra en el concreto, a través, de los ensayos de resistencia a compresión, tracción y absorción, empleando cuatro dosificaciones como patrón, 0.5, 1, 1.5 kg/m³ de fibra, obteniendo muestra de 108 elementos. Los resultados indican que los mayores valores se obtuvieron al adicionar 1 kg/m³ de fibra, donde, la resistencia a compresión fue de 288.20 kg/cm² y a tracción 24.22 kg/cm², sin embargo, la absorción disminuyó obteniendo 2.48 %, respecto al patrón. En conclusión, la adición de fibra en una proporción de 1 kg/m³, mejora las propiedades mecánicas del concreto, por otra parte, para una mayor proporción de fibra disminuyen los valores.

Sohaib et al.,(2018) realizó la investigación titulada “Uso de fibra de polipropileno en concreto para lograr la máxima fuerza” con el objetivo de determinar la resistencia más alta del concreto a través de la fibra; empleo los ensayos de resistencia a compresión y flexión, con una muestra de 48 especímenes, evaluados a los 7 y 28 días con las proporciones de patrón, 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 y 4.5 % de fibra. Los resultados mostraron que a los 28 días de edad se obtuvo 323 kg/cm² a compresión y 120 kg/cm² a flexión, al adicionar 1.5 % de fibra, siendo los mayores valores alcanzados, sin embargo, para mayores adiciones los resultados fueron negativos. Llegó a la conclusión que el porcentaje óptimo es del 1.5 % de fibra, mejorando de manera significativa las características del concreto.

Infante & Valderrama (2019) en su investigación que titula “Análisis técnico, económico y medioambiental de la fabricación de bloques de concreto con polietileno tereftalato reciclado (PET)” su objetivo fue determinar el comportamiento técnico de los bloques al ser sustituido la arena por fibra en relación a los precios y el impacto ambiental

que origina; utilizo un diseño experimental, ejecutando ensayos a compresión y a flexión, está conformada por 60 muestras, fabricadas en proporciones como patrón, 5, 10, 15 y 20 % de PET siendo evaluadas a los 28 días de edad. Los resultados dieron a conocer en el aspecto técnico que cumplen con los parámetros de la normativa vigente chilena, sin embargo, a mayor proporción de fibra reducen la resistencia, del mismo modo, resultan ser bloques más económicos respecto a los que hay en el mercado que disminuyen la huella de carbono.

Wang et al.,(2020) señala en su investigación titulada “Influencia del contenido de volumen de fibra en las propiedades relacionadas con la durabilidad del concreto reforzado con fibra de polipropileno” con el propósito de obtener valores que nos determinen en qué medida la fibra afecta la durabilidad del concreto, a través, de ensayos a flexión y absorción, en las proporciones de patrón, 0.1, 0.3 y 0.5 % de fibra. Sus resultados muestran que aumenta la resistencia a flexión con la proporción de 0.1 % de fibra, mientras que la absorción se redujo de manera gradual en un 20 %. Concluyendo que la fibra mejora la resistencia a flexión anulando la falla frágil, del mismo modo, reduce las grietas iniciales producidas en la fase plástica y disminuye la absorción.

Ibrahim et al.,(2019) indica en su investigación titulada “Efectos del contenido de fibra de polipropileno en las propiedades de resistencia y trabajabilidad del concreto” con la finalidad de mejorar el concreto con las fibras de 12 mm de longitud, desarrollo los ensayos de resistencia a compresión , tracción, flexión, densidad y absorción del concreto, empleando proporciones de 0.06 al 2.16 % de fibra. Sus resultados demuestran que la fibra incrementa en un 18 % la resistencia compresión y la flexión, y un 14 % a tracción, todos con una proporción de 0.36 % de fibra, y que al seguir agregando fibra de esta proporción disminuyen los valores; la fibra hace que la densidad reduzca y la absorción aumente, llegando a la conclusión, que la proporción más óptima es de 0.36 % de fibra, mostrando un mejor desempeño en cuanto a resistencia y trabajabilidad.

Según Diaz & Vasquez (2023) en su investigación que titula “Comportamiento mecánico de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras naturales y sintéticas en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%” su finalidad fue conocer el comportamiento mecánico de las fibras en el ladrillo artesanal de concreto. Utilizo el método experimental. Realizo el ensayo resistencia compresión de la unidad y de los prismas, obteniendo 154 muestras en proporciones de patrón, 0.5, 1.5 y 2.5 % de fibra. Los resultados muestran que la fibra de polipropileno incrementó la resistencia a compresión obteniendo 201.85 kg/cm^2 , en cuanto, a las pilas se obtuvo 116.99 kg/cm^2 , con la proporción de 1.5 % de fibra. En conclusión, la fibra de polipropileno mejora e incrementa la resistencia a compresión del ladrillo artesanal de concreto, con la proporción optima de 1.5 %.

Según Lopez (2022) en su investigación titulada “Adición de fibras recicladas de polipropileno y acero para evaluar las propiedades del concreto hidráulico de un pavimento rígido, Lima 2022” tiene el propósito de determinar el comportamiento de la fibra de polipropileno y acero en el pavimento de concreto; su diseño fue exploratorio, tipo aplicada; realizo ensayos a compresión y flexión utilizando 42 muestras, con las proporciones de patrón, 0.5, 1 y 1.5 kg/m^3 de fibra. Los resultados muestran que la fibra incremento la resistencia a compresión, obteniendo 326.63 kg/cm^2 , así mismo, a flexión aumento obteniendo 44 kg/cm^2 , para una proporción de 1 kg/m^3 , posterior a esta proporción la resistencia disminuyo. Llega a la conclusión que la fibra mejora e incrementa la resistencia, donde, la proporción optima es 1 kg/m^3 .

Según Jauregui (2019) en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra de polipropileno y plumas de ave, Lima 2019” tiene el objetivo de evaluar el concreto con fibra para conocer la mejora de reducir las fisuras, su diseño es experimental y de tipo aplicada; realizo los ensayos a compresión, flexión, tuvo 58 muestras, con las proporciones de patrón, 0.4, 0.7 y 1 kg/m^3 . Los resultados

muestran que aumenta la resistencia a compresión, flexión y reduce la fisuración, todos estos con una proporción de 0.4 kg/m^3 de fibra de polipropileno, posterior a este disminuyen. En conclusión, hay mejoras de la resistencia y fisuración hasta una proporción de 0.4 kg/m^3 de fibra de polipropileno.

Suárez (2022) en su investigación titulada “Fabricación de unidades de albañilería de concreto con adición de plástico triturado para viviendas de albañilería” su propósito es determinar el comportamiento de las fibras de plástico en la unidad de concreto, presenta un diseño experimental; realizó el ensayo a compresión, alabeo, absorción y variación dimensional, con las proporciones patrón, 5, 10, 15 y 20 % de fibra de plástico. Los resultados muestran que la fibra reduce la resistencia de la unidad de concreto, el alabeo, la absorción y la variación dimensional, varían mínimamente los valores, cumpliendo los parámetros de la normativa vigente.

Díaz & Huachuillca (2018) en su investigación titulada “Evaluación de la resistencia al refuerzo de compresión en concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de rafia de polipropileno, san Juan de Lurigancho, 2018” busca conocer el comportamiento de la rafia en el concreto, su diseño es experimental, ejecuto el ensayo a compresión, con 27 muestras, en las proporciones de patrón, 0.7, y 0.9 kg/m^3 de fibra de rafia. Obtuvo resultados donde la fibra mejora e incrementa la resistencia a compresión del concreto en un 12.71 %. En conclusión, la fibra de rafia muestra un buen comportamiento mejorando la resistencia del concreto.

Según Marca (2023) en su investigación titulada “Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto celular a base de detergente aniónico para muros no portantes” su finalidad se basó en evaluar el comportamiento del detergente en el concreto celular, su diseño fue exploratorio y tipo aplicada, realizó los ensayos de

resistencia a compresión, alabeo, absorción y variación dimensional de la unidad y la resistencia a compresión diagonal y axial del muro, con 79 muestras, sus resultados demuestran que este tipo de bloque celular respecto a la variación dimensional, alabeo y absorción son mínimos e inferiores a bloque convencional, la resistencia a compresión es de 24.26 kg/cm² cumpliendo con la normativa vigente. Los prismas alcanzaron una resistencia de 38.73 kg/cm² y la resistencia diagonal 4.33 kg/cm².

Según Arredondo & Maldonado (2023) en su trabajo de investigación titulada “Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021” buscan determinar el comportamiento del muro reforzado con soga, su diseño es experimental, realizó ensayos como la compresión del bloque de concreto, compresión axial y diagonal del muro. Su muestra está compuesta por 30 pilas, 15 muertas y 30 bloques. Los resultados muestran que el bloque obtuvo una resistencia a compresión de 27.49 kg/cm², la compresión axial disminuyó y la compresión diagonal incremento, llegando a concluir que este tipo de refuerzo mejora la propiedad mecánica del muro logrando obtener una falla dúctil.

Leguía (2022) en su investigación titulada “Influencia de la dosificación del tereftalato de polipropileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto en el distrito y provincia de Abancay-Apurímac, 2021” busca determinar en qué medida el uso de la fibra de tereftalato influye en los bloques de concreto, su diseño es experimental tipo aplicada, ejecuto los ensayos como resistencia a compresión del bloque, variación dimensional y absorción, con las proporciones de patrón, 20, 40, 60, 80 y 100 %, sus resultados demuestran que la fibra reduce la resistencia a compresión, mientras que la variación dimensional y absorción varían mínimamente, concluye que la fibra de tereftalato no mejora ni incrementa la resistencia a compresión.

Según Collado (2024) en su investigación titulada “Influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021” tiene como objetivo conocer el efecto de la fibra de polipropileno en la resistencia al agrietamiento del concreto, su diseño es experimental y tipo aplicada, presenta una muestra de 64 probetas, realizó ensayos como la resistencia a compresión y resistencia al agrietamiento, con las proporciones patrón, 0.25, 0.50 y 0.75 kg/m^3 de fibra. Los resultados demuestran que las fibras han mejorado la resistencia al agrietamiento, obteniendo de 0.71 mm a 0 índice de grietas, respecto a la resistencia a compresión origina la reducción hasta un 11.43 %. Concluye que la fibra de polipropileno mejora y reduce el agrietamiento, sin embargo, la resistencia a compresión disminuye.

3.2. Bases teóricas

Bloque de concreto

Se utiliza para construir muros y losas aligeradas, se unen a través del mortero y presentan huecos que permiten el paso de las barras de acero. Se le denomina bloque de concreto por manipularse con las dos manos, siendo empleadas después de lograr su estabilidad volumétrica y una vez alcanzado el curado óptimo a la edad mínima de 28 días, de otro modo, al secarse se fisurarán y contraerán los muros (Norma E.070 de albañilería, 2019).

Figura 1

Representación del bloque de concreto.



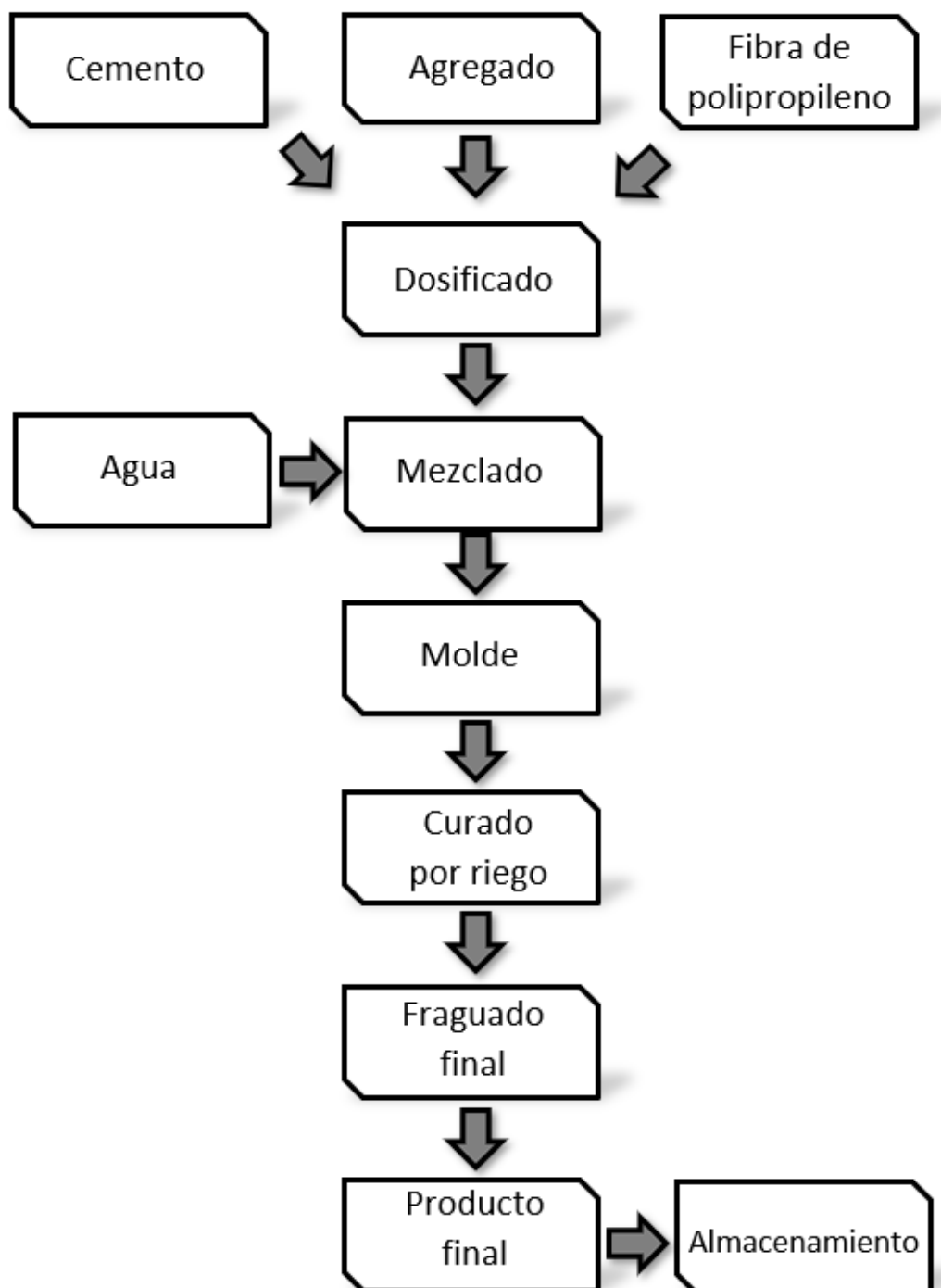
Nota. Representación del bloque de concreto.

Proceso de fabricación.

La fabricación es un proceso fundamental, que garantiza la calidad del bloque de concreto (SENCICO, 2007).

Figura 2

Proceso de fabricación del bloque de concreto de fibra de polipropileno.



Nota. Representación del proceso de fabricación del bloque de concreto. Adaptado de Fabricación de Unidad de Albañilería (Gallegos & Casabonne Rasselet, 2005, p. 99).

Clasificación del bloque de concreto

Se utilizan en muros estructurales y/o no estructurales, ambos son muy utilizados en nuestra sociedad. La siguiente tabla, nos da a conocer cada parámetro que se debe cumplir para construir un muro (Norma E.070 Albañilería, 2020).

Tabla 2

Clase de unidades de albañilería para fines estructurales.

Clase	Variación de la dimensión (máxima en %)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta	
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		MPa	Kg/cm ²
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9	50
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9	70
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3	95
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7	130
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6	180
Bloque P ⁽¹⁾	±4	±3	±2	4	4,5	50
Bloque NP ⁽²⁾	±7	±6	±4	8	2,0	20

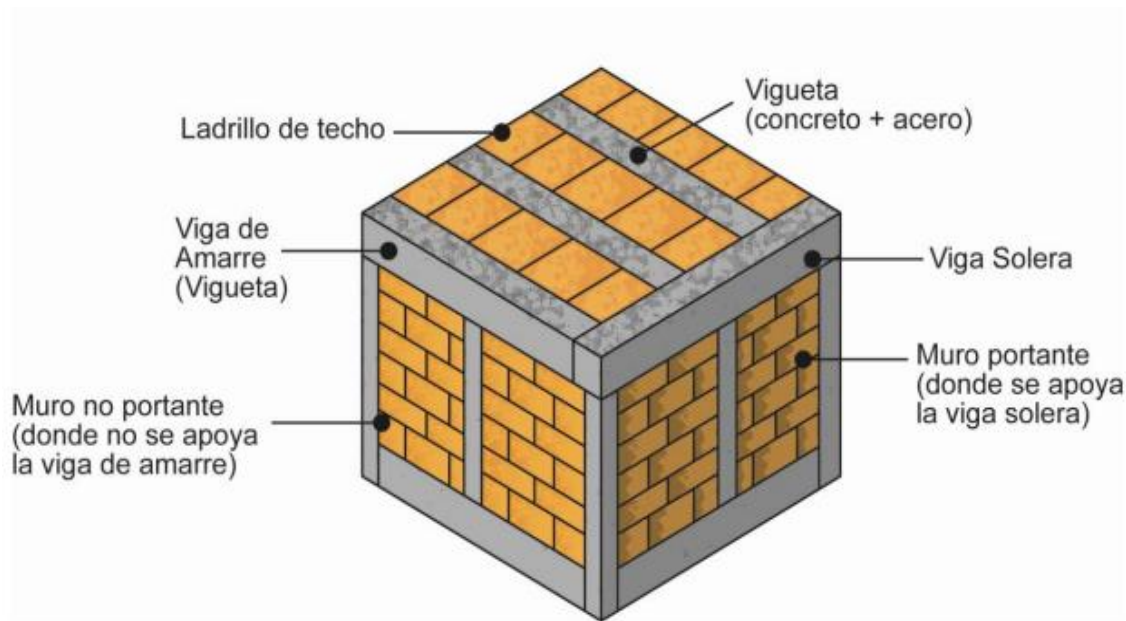
Nota. Adaptada de la norma E0.70 albañilería (2020).

(1). Hace mención al bloque empleado en la construcción de un muro portante, también llamado muro de carga, porque a pesar de soportar su propio peso también soporta carga vertical, siendo elemento estructural activo en un edificio.

(2). Hace mención al bloque empleado en la construcción de un muro no portante, siendo un muro no estructural, que solo soportan su propio peso y se utilizan para dividir espacios.

Figura 3

Posición de un muro portante y no portante en una vivienda.



Nota. La imagen representa el lugar de un muro no portante y portante dentro de una casa.

Adaptada del (Manual de Construcción para Maestros de Obra, 2022).

El muestreo se realizó de acuerdo a la norma E.070 Albañilería (2020) donde indica que, para lotes conformados por 50 millares se seleccionará 10 unidades para efectuar los ensayos.

Las propiedades físicas del bloque se evaluaron a través de los siguientes ensayos:

Variación Dimensional

Se determina de acuerdo al proceso especificado (NTP 399.613, 2005) donde se aplicó la siguiente fórmula:

Ecuación-1 Variación dimensional

$$V = \left[\frac{ME - MP}{ME} \right] \times 100$$

Donde:

V = Variación dimensional (%).

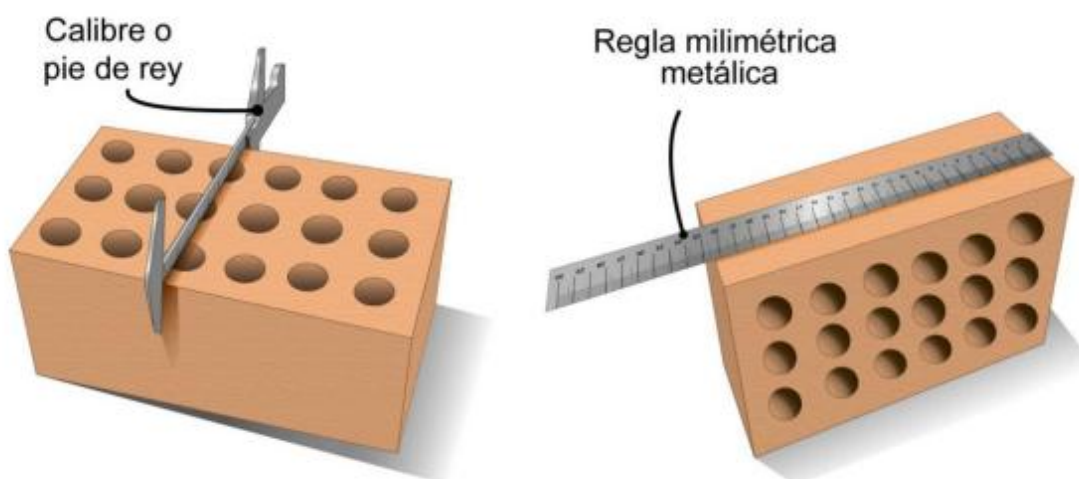
ME = Medida especificada por el fabricante (mm).

MP = Medida promedio (mm).

En este ensayo, se midió 10 unidades enteras y secas, el largo, ancho y la altura, con una regla de acero graduada milimétricamente, calibre o pie de rey, se registraron cuatro medidas en los extremos y en ambas caras, así se determinó el promedio.

Figura 4

Representación de la variación dimensional.



Nota. Representación del proceso de ejecutar el ensayo a través del pie de rey o regla metálica. Adaptado de Fabricación de Unidad de Albañilería (Gallegos & Casabonne Rasselet, 2005, p. 99).

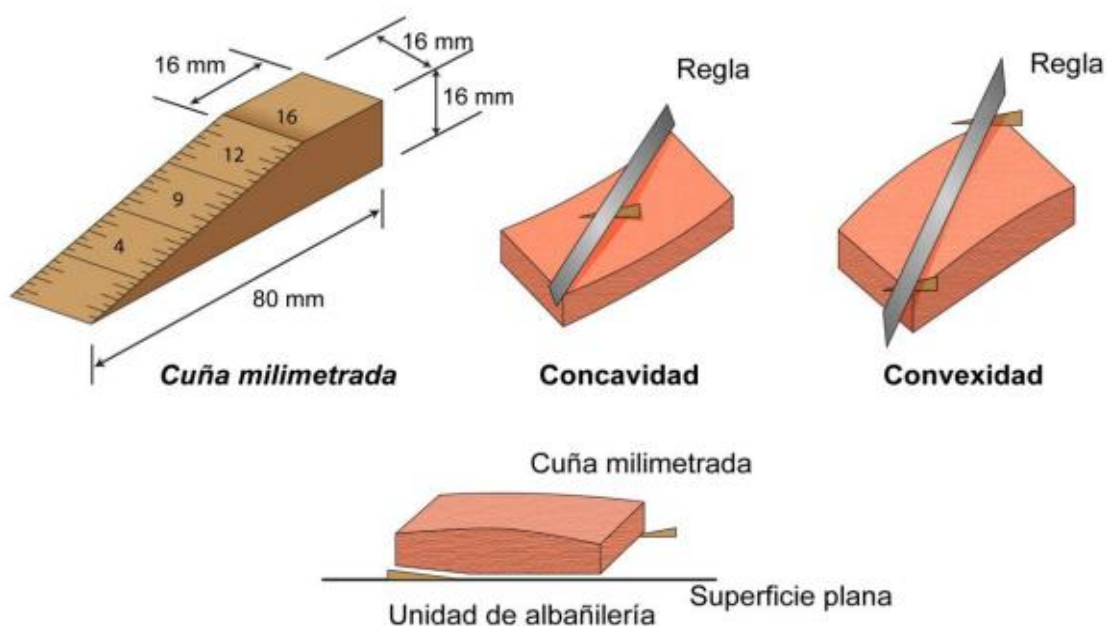
Alabeo

El alabeo del bloque de concreto se determinó de acuerdo al proceso especificado en (NTP 399.613, 2005), donde indica 10 unidades para el respectivo ensayo.

Se realizó utilizando una cuña y una regla de acero, con divisiones de 1mm. Se colocó la regla de acero longitudinalmente y diagonalmente a lo largo de la superficie, se mide ambas caras del bloque de concreto, se observa la ubicación de la distorsión y se determina, si es una superficie cóncava, para este caso se mide la parte interior y si es superficie convexa, se mide los extremos, como se observa en la siguiente figura, finalmente se registró los valores obteniendo en milímetros.

Figura 5

Representación del ensayo de alabeo.



Nota. La imagen muestra el proceso de realizar el ensayo de alabeo, a través de la cuña metálica. Adaptado de Fabricación de Unidad de Albañilería (Gallegos & Casabonne Rasselet, 2005, p. 99).

Absorción

Se determinó aplicando el procedimiento que indica la (NTP 399.613, 2005) se seleccionó 5 unidades para ejecutar el ensayo, donde se aplicó la siguiente fórmula:

Ecuación-2 Absorción

$$A = \left[\frac{PS - P_{seco}}{P_{seco}} \right] \times 100$$

Donde:

A=Absorción (%).

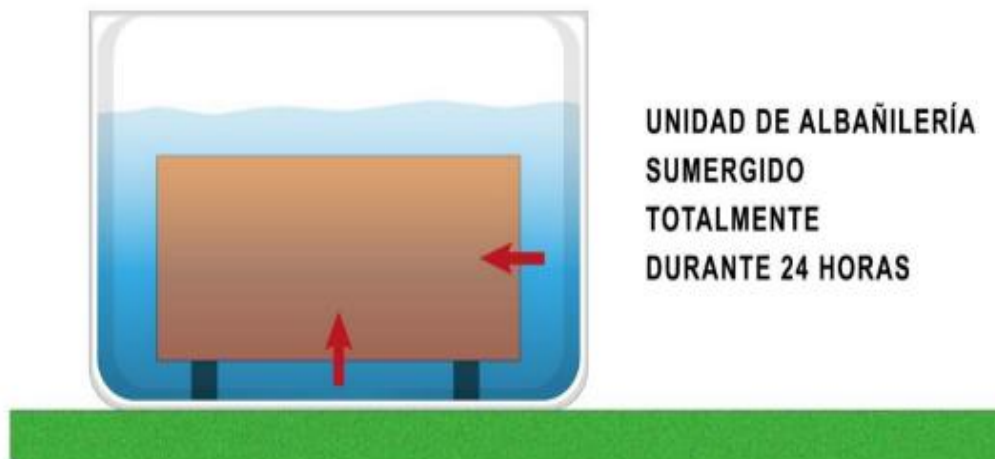
PS=Peso saturado (gr).

P seco=Peso seco (gr).

Se inicio con el secado uniforme en un horno, por 24 horas a 110 °C, con la finalidad de eliminar la humedad natural, a continuación, se procedió a pesar las muestras y sumergirlas en un recipiente por un periodo de 24 horas, posteriormente se secan y se pesan obteniendo resultados en porcentajes.

Figura 6

Representación del ensayo de absorción.



Nota. La imagen muestra el proceso correcto de realizar la absorción. Adaptado de Ensayo de absorción (p. 33), por N. M. Marca, 2023.

Humedad Natural

La humedad natural del bloque de concreto, se determinó seleccionando 5 unidades para ejecutar el ensayo, donde se aplicó la siguiente fórmula:

Ecuación-3 Humedad natural

$$\mathbf{Humedad = \frac{Peso\ natural - Peso\ seco}{Peso\ seco} \times 100}$$

Donde:

Humedad=Humedad natural (%).

Peso natural=Peso natural (gr).

Peso seco=Peso seco (gr).

Área de vacíos en unidades perforadas

El área de vacíos en unidades perforadas de los bloques de concreto, se determinó de acuerdo al proceso especificado en (NTP 399.613, 2005) donde indica 5 unidades para el respectivo ensayo, se aplicó la siguiente formula:

Ecuación-4 Área de vacíos

$$\text{Área de vacíos} = \frac{V_s}{V_u} \times 100$$

Donde:

Área de vacíos= Área de vacíos (%).

V_s=Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo (ml).

V_u=Longitud x Ancho x Profundidad registrado en (cm³).

Ecuación-5 Volumen de arena

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} \times S_u$$

Donde:

V_s=Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo (ml).

S_c=Peso en gramos de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado (gr).

S_u=Peso en gramos de la arena contenida en el espécimen de ensayo (gr).

Se mide y registra, la longitud, ancho y altura; se rellena el área perforada con arena, de modo que caiga libremente, utilizando una varilla de acero se nivela, posteriormente se extrae la arena removiendo todo exceso de arena del bloque de concreto, con una escobilla, transfiriéndole a un recipiente, lo pesamos y registramos.

La propiedad mecánica del bloque se evaluó mediante los siguientes ensayos:

Resistencia a compresión

Se determina de acuerdo a los procedimientos que indica la (NTP 399.604, 2002) y (NTP 399.613, 2017) se seleccionó 5 unidades para ejecutar el ensayo, donde se aplicó la siguiente formula:

Ecuación-6. Resistencia a la compresión

$$f_b = \frac{P_{\text{máx}}}{A_b}$$

Donde:

f_b = Resistencia a compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²).

$P_{\text{máx}}$ = Máxima carga de rotura indicada por la máquina de ensayo (KN).

A_b = Área bruta de la superficie de contacto superior e inferior de la unidad de albañilería (cm²).

Ecuación-7. Resistencia característica a compresión

$$f'_b = \text{Promedio}(fb) - \sigma$$

Donde:

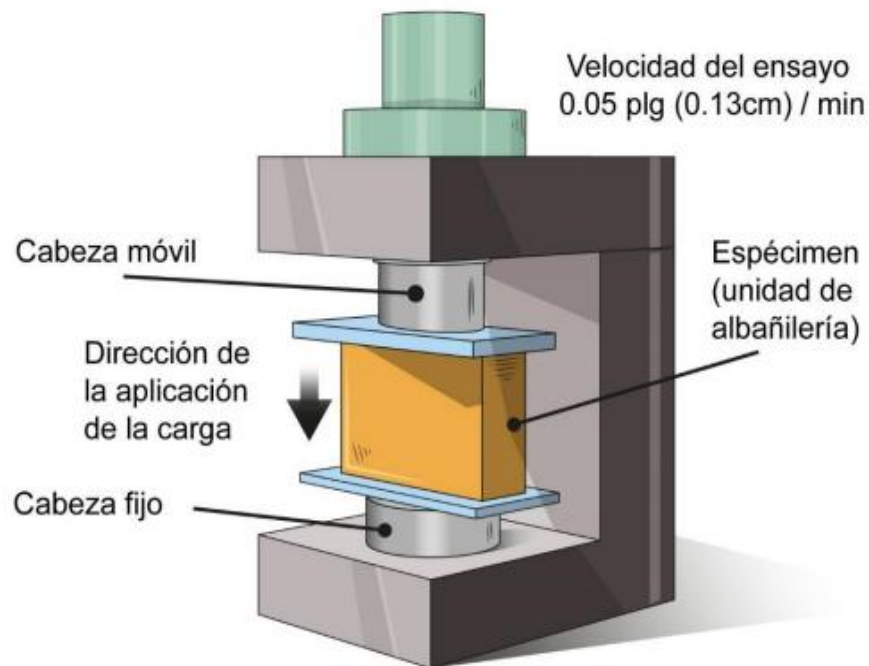
f'_b = Resistencia característica a compresión de las unidades de albañilería (kg/cm²).

σ = Desviación estándar (kg/cm²).

Se somete el bloque a la maquina a compresión, para esto, el bloque de concreto es refrendados en las superficies de contacto, posteriormente se centra y se aplica la carga, en dirección perpendicular a la cara del asiento del bloque, obteniendo los valores.

Figura 7

Ensayo resistencia a compresión.



Nota. Se muestra el proceso de ejecución. Adaptado del ensayo a compresión (p. 33), por N. M. Marca, 2023.

Resistencia a flexión

Se determina según los procedimientos que indica (NTP 399.604, 2002) y (NTP 399.613, 2017) se seleccionó 5 unidades para ejecutar el ensayo, donde, se aplicó la siguiente fórmula:

Ecuación-8 Resistencia a flexión

$$S = \frac{3Wl}{2bh^2}$$

Donde:

S =Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla (kg/cm²).

W =Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo (KN).

l = Distancia entre apoyos (cm).

b = Ancho neto promedio de la unidad, en la unidad en la sección en rotura (cm)

h = Altura promedio de la unidad en la sección de rotura (cm)

La mayor dimensión del bloque es apoyado y cargado en el centro, se aplicó la carga sobre la parte superior del bloque, mediante una plancha de acero, con una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen, los apoyos estuvieron libres para rotar en la dirección longitudinal y transversal, se ajustaron de manera que no ejerzan fuerza en esas direcciones.

Figura 8

Ensayo resistencia a flexión.



Nota. Se muestra el proceso de ejecución, Adaptada por (NTP 399.613, 2005, p. 34)(p. 34).

Fibra de polipropileno

Es necesario que cumpla con la norma ASTM-C-116, donde, nos brinda las especificaciones para concreto reforzado con fibra. Se utiliza en todo tipo de concreto, como

en las losas, aceras, calzadas, cubiertas, elementos prefabricados, revestimientos (Microfibra sintética de polipropileno Sika® Fibermesh 150, 2023).

Figura 9

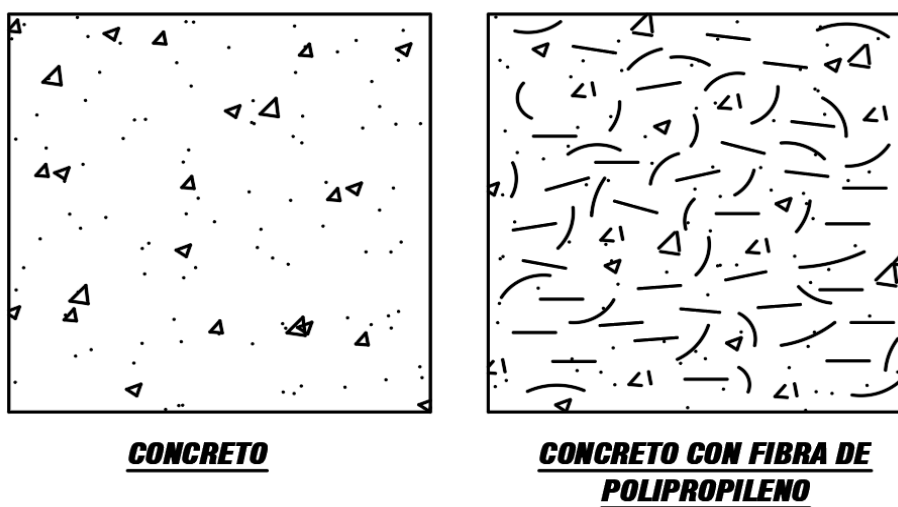
Representación de la fibra de polipropileno.



Nota. La imagen muestra las microfibras de multifilamento liso de polipropileno. Adaptado por (Microfibra sintética de polipropileno Sika® Fibermesh 150, 2023).

Figura 10

Estructura de la fibra de polipropileno en el concreto.



Nota. Estructura del concreto antes y después de agregarle fibra. Adaptada de (Acero, s. f.).

Figura 11

Bloque de concreto con fibra de polipropileno.



Nota. Bloque de concreto artesanal con fibra.

3.3. Definición de términos

Albañilería o mampostería. Es un muro compuesto por ladrillos o bloques de concreto asentadas con mortero (Norma E.070 Albañilería, 2020).

Mortero: Es el resultado de mezclar cemento, arena y agua, se emplean para asentar muros y revestir paredes (Salamanca Correa, 2001).

Concreto. Es la mezcla de cemento, grava, arena, aditivos y agua, en su estado líquido es trabajable y en su estado endurecido nos da grandes resistencias a la compresión (CYPE, 2019).

Unidad de albañilería. Son “bloques y ladrillos de concreto o arcilla cocida, pueden ser son huecas, solidas, alveolares y tubulares”(Norma E.070 Albañilería, 2020).

Bloque de concreto. Es un elemento modular premoldeado que puede ser fabricado de forma artesanal o industrial, creados para utilizarlos en la albañilería confinada o armada en las edificaciones en general. Se fabrica con la piedra partida, arena, cemento, agua, más un equipo vibrador y moldes de metal; siendo posible la elaboración en la misma obra, evitando así las actividades de transporte. Proporcionan mayor ventaja económica en la ejecución del asentado, por ser versátil y ocupar un mayor volumen, permitiendo amplitud de los muros y ambientes de la edificación, conduce a un incremento de área útil, lo que implica mayor valor comercial de venta (San Bartolome, 1994)

Bloque de concreto para muro no estructural. Los muros no estructurales o muros no portantes se caracterizan por ser construidos después de la estructura principal, su primordial uso es para dividir espacios dentro de una edificación, diseñados para sostener su peso propio (San Bartolome, 1994).

Bloque de concreto para muro estructural. Son aquellos muros que soportan cargas y su propio peso, conocido como muros estructurales y portantes (San Bartolome, 1994).

Componentes del bloque de concreto:

Cemento portland. Es un aglomerante que hace posible la unión de materiales, está compuesto a base de la pulverización de Clinker portland con proporciones de sulfato, que al tener contacto con el agua se endurece brindando una alta resistencia y durabilidad (BECOSAN, 2021).

Agregados. Son materiales de construcción que al mezclarse con el cemento y el agua da origen al mortero y concreto, deben de tener muy buenas características por que comprometen a la resistencia y durabilidad del concreto, ocupando un 75 % de volumen (Abanto Castillo, 2017).

Agregado grueso. Se le denomina a la piedra, piedra chancada y grava. Provenientes del efecto de la disgregación natural y mecánicas de la roca, que quedan retenidos en el tamiz N°4 (Abanto Castillo, 2017).

Agregado fino. Se le denomina a la arena gruesa y fina, originadas por las corrientes del agua y el aire que llevan y lo acumulan, así mismo, por la desintegración de las rocas y quedan retenidos en el tamiz 9.5 mm (Abanto Castillo, 2017).

El agua: Es un elemento fundamental para construir y para producir el concreto (Concrelab, 2021), que implica en la resistencia y la trabajabilidad del concreto (Abanto Castillo, 2017).

Polipropileno: Es un termoplástico rígido, resistente y semi cristalino que se obtiene de polimerizar el propileno, producto gaseoso resultante de la refinación del petróleo (Microfibra sintética de polipropileno Sika® Fibermesh 150, 2023) y tiene una aplicación amplia, como en el sector textil, componentes automotrices, tubos, industria eléctrica, química, etc.

Fibra de polipropileno: Es una microfibra tipo sintética, de multifilamento liso, consistente en elementos continuos ensamblados a una matriz plástica. Son elaboradas con resina de polipropileno, diseñadas específicamente para el uso en concreto, como refuerzo para controlar la retracción plástica y el agrietamiento (Microfibra sintética de polipropileno Sika® Fibermesh 150, 2023).

Características de la fibra de polipropileno: Tiene una facilidad de trabajo muy simple, reduce el agrietamiento por retracción plástica, proporciona un refuerzo multidimensional, mejora la resistencia al impacto, rotura y abrasión del concreto, reduce la exudación, reduce el daño que se presenta en el ciclo hilo-deshielo y tiene una mayor durabilidad.

Mejora la ductilidad, tiene una alta resistencia a la fatiga, conserva su forma después de ser sometido a esfuerzos de torsión y flexión, presenta buena resistencia al calor, es inoxidable, no magnética y muy resistente a los álcalis (Sika, 2011).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de la Investigación

La presente tesis es de tipo aplicada, tiene como objetivo solucionar problemas prácticos y mejorar las condiciones de vida de la sociedad, este tipo de investigación se enfoca en la aplicación de los conocimientos y principios científicos, para resolver los problemas específicos de un determinado campo o sector, dirigido a la utilidad práctica de los resultados y su aplicación en la vida cotidiana.

Como resultado de ser una investigación aplicada requiere de un proceso sistemático, inicia con la identificación del problema, se hace un análisis, formulamos la hipótesis, realizamos el diseño y ejecutamos, obtenemos resultados, implementamos la solución efectiva a través de la publicación científica, donde, otras personas utilizaran para solucionar problemas similares (Ramírez et al., 2023).

Nivel de la investigación

El nivel de la presente investigación es explicativa y exploratoria, puesto que la investigación explicativa es una metodología que se utiliza para explicar la relación causal entre dos o más variables. En esta metodología se manipula una variable independiente y se mide el efecto sobre otra variable dependiente lo que permite establecer una relación causal entre ellas. Es útil para identificar la causa y efecto de las relaciones entre variable y para desarrollar teorías y modelos que explican el fenómeno estudiado.

Mientras que la investigación exploratoria, es una metodología de investigación utilizada para explorar temas o problemas poco conocidos o poco estudiados en profundidad, a través, de técnicas de investigación como entrevistas informales, encuestas, grupos focales y análisis de documentos, la investigación exploratoria busca descubrir ideas, conceptos y

variables relevantes para investigaciones posteriores, más detalladas y rigurosas (Ramírez et al., 2023).

Diseño de investigación

La presente tesis presenta un diseño experimental, donde, parte de haber definido mi problema de investigación, plasmado mi hipótesis y objetivos, debo de contrastar estas hipótesis a partir de mis variables definidas, como son el manejo de la fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas, originando la medición de estas variables para posteriormente analizarlas.

El diseño experimental busca establecer relaciones causales entre las variables, implican la manipulación de una variable independiente y la medición de una variable dependiente. Nos determina la forma en que debemos desarrollar la tesis, de cómo se medirán las variables y de qué manera serán analizadas; posterior a esto serán ejecutadas, así obtener los datos, procesarlos y analizarlos para contrastar la hipótesis (Llopis Castelló, s. f., p. 2).

4.2. Ámbito temporal y espacial

Temporal

El periodo de investigación se realizó durante los años 2023 y 2024.

Espacial

El estudio se realizó en el ámbito geográfico de la Ciudad de Abancay, Distrito de Abancay, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac.

4.3. Población y muestra

Población

Está constituida por bloques de concreto no portantes, cada una de estas, considera las proporciones de patrón y los que presentan adición de 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de fibra de polipropileno.

La población es el conjunto íntegro de todos los elementos que deben ser recogidos sus datos; hablamos de objetos, sujetos y grupos que son objeto de la investigación (Llopis Castelló, s. f.).

Muestra

Comprende 250 unidades de bloques de concreto no portantes, cada una de estas considera las proporciones de: patrón y los que presentan adición de 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de fibra de polipropileno; se ha considerado el método del muestreo para los ensayos, según la (Norma E.070 Albañilería, 2020) y (NTP 399.613, 2005) en el que nos indica y recomienda la selección del número de especímenes: para la resistencia a flexión, compresión y absorción son 5 unidades por cada ensayo, la variación dimensional y alabeo son 10 unidades, la humedad relativa y el área de vacíos en unidades perforadas un mínimo de 5 unidades para cada ensayo. Cabe resaltar que por cada adición de fibra se necesita 50 bloques, teniendo en cuenta que, para los ensayos de variación dimensional, alabeo y porcentaje de vacíos se utilizaron los mismos bloques de concreto por ser ensayos no destructivos. Se observa en las siguientes tablas.

Gran parte de las investigaciones a causa del tiempo y del costo, no es posible analizar en totalidad a la población, por lo que, es necesario estudiar los subconjuntos a lo que definimos como la muestra, en ese entender la muestra está compuesta por las mismas

características que la población, porque representa al conjunto de la población (Arias Gómez et al., 2016).

Al establecer nuestra muestra, se le denomina como unidad de muestreo a todos los bloques que serán estudiados (Llopis Castelló, s. f., p. 3)

Muestreo

Se aplicó el método de muestreo no probabilístico, que determina las muestras a partir de mi juicio como investigados, por conveniencia y no se basa en la probabilidad.

Tabla 3

Cantidad de muestras

Ensayo	Bloques de concreto no portante según su edad														
	Patrón			0.06% FPP			0.12% FPP			0.24% FPP			0.48% FPP		
	3días	9días	28días	3días	9días	28días	3días	9días	28días	3días	9días	28días	3días	9días	28días
Variación dimensional			10 und			10 und			10 und			10 und			10 und
Alabeo	-	-	10 und	-	-	10 und	-	-	10 und	-	-	10 und	-	-	10 und
Porcentaje de vacíos															
Absorción	-	-	5 und	-	-	5 und	-	-	5 und	-	-	5 und	-	-	5 und
Humedad Natural	-	-	5 und	-	-	5 und	-	-	5 und	-	-	5 und	-	-	5 und
Resistencia a la compresión	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und
Resistencia a flexión	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und	5 und
Subtotal	50 und			50 und			50 und			50 und			50 und		
Total	250 und														

Nota. La muestra de la presente tesis está conformada por 250 bloques, elaboración propia.

4.4. Instrumentos

Se utilizaron como: ficha de encuesta validadas por expertos, fichas de recolección y control de datos de cada uno de los ensayos, con la finalidad de contrastar nuestras hipótesis. Con este instrumento pude obtener datos importantes y objetivos, permitiéndome un análisis completo, es de señalar que, los respectivos equipos cuentan con su certificado de calibración.

Las fichas en una investigación son fundamentales para poder hacer realidad la recolección de datos de manera más sencilla y útil (Silvestre Miraya & Huamán Nahula, 2019).

Tabla 4

Recolección de datos de los indicadores.

Indicadores	Recolección de datos		
	Procedimiento	Técnica	Instrumento
Dosificación	Arena, confitillo, cemento, agua, fibra de polipropileno	Recolección de datos	Ficha de recolección de datos anexo 6, informe de laboratorio anexo 7.
Variación dimensional	Ensayo de variación dimensional	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos variación dimensional anexo 6, anexo 7.
Alabeo	Ensayo de alabeo	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos alabeo, anexo 6, anexo 7.
Absorción	Ensayo de absorción	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos absorción, anexo 6, anexo 7.
Humedad natural	Ensayo de humedad natural	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos humedad natural, anexo 6, anexo 7.
Área de vacíos en unidades perforadas	Ensayo de área de vacíos en unidades perforadas	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos área de vacíos en unidades perforadas, anexo 6, anexo 7.
Resistencia a compresión	Ensayo de resistencia a compresión	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos resistencia a compresión, anexo 6, anexo 7.
Resistencia a flexión, Módulo de rotura	Ensayo de resistencia a flexión, módulo de rotura	Observación de laboratorio	Ficha de recolección de datos módulo de rotura, anexo 6, anexo 7.

Nota. Los indicadores de la presente tesis son plasmados en las fichas y el informe, elaboración propia.

4.5. Procedimientos

Para llevar a cabo la ejecución de la presente tesis, fue de suma importancia seguir estos procedimientos:

En primera instancia, es necesario conocer la dosificación de la mezcla para fabricar bloques de concreto no portantes que cumplan con la normativa vigente E.070 de Albañilería. Al no contar con una dosificación estandarizada para producir bloques según nuestra norma peruana, fue necesario encontrar una dosificación que cumpla con los parámetros de la normativa, para ello iniciamos con realizar el estudio de las dosificaciones que utilizan las diferentes fábricas para la fabricación de los bloques de concreto en la ciudad de Abancay, de manera que, se realizó una encuesta a los fabricantes, adquiriendo sus dosificaciones, se prosiguió a obtener muestras de 5 unidades de bloques de concreto por cada fabrica, que fueron evaluadas para conocer si con sus respectivas dosificaciones cumplían con la norma E.070 de albañilería.

Figura 12

Muestra de bloques por cada fabrica



Nota. Representación de las muestras correspondientes a las 6 bloqueterías, elaboración propia.

Tabla 5*Resistencia a compresión de bloques por cada fabrica*

Fábrica de bloques de concreto						
	Señor de Huanca (Urb. Vallecito el olivo)	Señor de Castañeda (vía evitamiento)	Señor de Huanca (Urb. Santa Rosa)	Señor Guido (Urb. Santa Rosa)	Señora Gloria Inca (Av. Panamericana s/n)	Señor Edgar (Av. Panamericana s/n)
Resistencia promedio	15.88	15.19	24.02	13.73	16.20	15.92

Nota. Resistencia a compresión por cada bloqueteria, elaboración propia.

En segundo lugar, al determinar que no cumplían con las exigencias mínimas establecidas por la norma, se buscó el diseño de mezcla adecuado, a través, de los procedimientos establecidos en la normativa vigente. Se realizó tres diferentes diseños de mezclas del bloque; que fueron evaluados a ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de edad para determinar respectivas resistencias. Finalmente se determinó y comprobó que si cumplían con los parámetros mínimos de acuerdo a la norma E.070 de albañilería, de ese modo, se logró obtener el diseño de mezcla del bloque de concreto NP que cumple con la norma E.070 de albañilería.

A partir de ahí se definió las proporciones de fibra, procediendo a fabricarlas y evaluarlas a los 3, 9 y 28 días, se cumplió con la aplicación de todos los ensayos de acuerdo a la norma E.070 de albañilería, con el propósito de lograr una dosificación óptima, que mejore las propiedades físicas y mecánicas, asegurando que los bloques sean de calidad y adecuados para la aplicación en la construcción de muros NP sostenibles.

Fibra aplicada en los bloques de concreto

Se utilizo chema fibra ultrafina, son microfibras sintéticas de polipropileno recomendadas como refuerzo del concreto, creando muchos filamentos de alta resistencia y un módulo de red dimensional extremadamente densa en el concreto.

Por recomendaciones del fabricante Chema, se consideró como referencia la cantidad ideal a utilizar de 0.9 kg/m^3 de fibra, para un volumen de concreto. En donde esta fibra tiene gravedad especifica 0.91 gr/cm^3 .

Las proporciones establecidas fueron: patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de fibra.

La fibra fue fácil adquirirlo, se puede encontrar en los locales autorizados de venta de productos Sika y Chema.

Este material tiene las siguientes características:

Material: Polipropileno 100 % virgen.

Diseño: filamento monolaminar.

Color: blanquecinos translucido.

Gravedad especifica: 0.91 gr/cm^3 .

Absorción de agua: cero.

Resistencia ácidos y álcalis: excelente

Resistencia a la tensión: 480 MPa.

Longitud: 13mm a 19mm.

Módulo de elasticidad: 4.48 GPa.

Estudio de cantera proveedora de agregados para la fabricación de bloques de concreto

El 80 % de bloqueterías en Abancay, emplea los agregados de la cantera murillo, es así que de determino analizar la cantera murillo para obtener las características del agregado grueso y fino para nuestro diseño de mezcla, y obtener datos más realistas y similares al que se produce.

Figura 13

Cantera Murillo de Pachachaca, extracción de agregado fino (arena gruesa).



Nota. Visita a la cantera Murillo Pachachaca, se realizó la extracción de la arena gruesa, siguiendo todos los protocolos de acuerdo a los parámetros indicados en la norma (NTP 400.010, 2011), elaboración propia.

Figura 14

Cantera Murillo de Quitasol, extracción de agregado grueso (confitillo).



Nota. Visita a la cantera Murillo Quitasol, se realizó la extracción del confitillo cumpliendo la normatividad (NTP 400.010, 2011), elaboración propia.

Caracterización del agregado

De acuerdo a la encuesta realizada a las diferentes fábricas, el concreto que utilizan para fabricar los bloques de concreto está compuesto por: confitillo, arena gruesa, cemento y agua; otras fábricas utilizan: confitillo, arena gruesa, arena fina y lama.

En la presente tesis se evaluó al agregado grueso (confitillo) y al agregado fino (arena gruesa) para determinar sus características, comprometiéndose a realizar los ensayos de análisis granulométrico, peso unitario suelto y compactado, peso específico, contenido de humedad y porcentaje de absorción.

Muestreo

(NTP 400.010, 2011) nos indica que para la arena se debe de trabajar con peso de 10 kg y para el grueso 50 kg.

Se procedió a realizar el cuarteo manual bajo la normativa (NTP 339.089, 1998).

Figura 15

Cuarteo del agregado grueso y fino.



Nota. Elaboración de cuarteo manual de los agregados fino y grueso, elaboración propia.

Análisis granulométrico

Se evaluó los agregados mediante el tamizado manual según (NTP 400.012, 2001).

Figura 16

Ensayo de análisis granulométrico.



Nota. Se muestra la ejecución del ensayo análisis granulométrico, a los agregados grueso y fino, elaboración propia.

Tabla 6

Análisis granulométrico del agregado grueso (confitillo), cantera Murillo Quitasol.

Muestra inicial:		1215	Muestra lavada y secada		1212	gr.	HUSO 89	
Tamiz (pulg.)	Tamiz (mm)	Peso Reten. (gr.)	Peso Correg. (gr.)	%Reten.	% Retenido acumul.	% Pasa	Límites de Gradación	
							inferior	superior
2 1/2	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00		100.00	100.00
2	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4	19.050	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2	12.700	2.90	2.90	0.24	0.24	99.76	100.00	100.00
3/8	9.525	1.30	1.30	0.11	0.35	99.65	90.00	100.00
N° 4	4.750	530.20	530.20	43.75	44.09	55.91	20.00	55.00
N° 8	2.360	674.70	674.70	55.67	99.76	0.24	5.00	30.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	0.00	99.76	0.24	0.00	10.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	99.76	0.24	0.00	5.00
Cazuela		1.20	2.90	0.24	100.00			
TOTAL		1210.30	1212.00	100.00				

Nota. Para el TMN de 3/8" se utilizó un HUSO 89. , elaboración propia.

Tabla 7

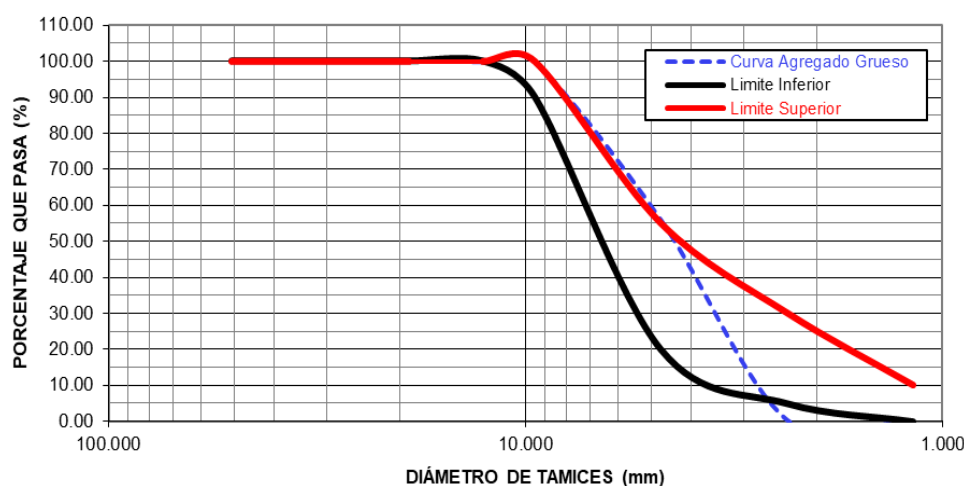
Análisis granulométrico de agregado fino (arena gruesa), cantera Murillo Pachachaca.

Muestra Inicial Húmeda:		1451		Muestra Secada en Horno:		1439.3 gr.		HUSO	
Tamiz (pulg.)	Tamiz (mm)	Peso Retenido (gr.)	Peso Correg. (gr.)	%Retenido	%Retenido acumul.	%Pasa	Límites de Gradación		
							inferior	superior	
N°3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
N°4	4.750	34.40	34.40	2.39	2.39	97.61	95.00	100.00	
N°8	2.360	169.60	169.60	11.78	14.17	85.83	80.00	100.00	
N°16	1.180	198.60	198.60	13.80	27.97	72.03	50.00	85.00	
N°30	0.600	178.90	178.90	12.43	40.40	59.60	25.00	60.00	
N°50	0.300	183.80	183.80	12.77	53.17	46.83	5.00	30.00	
N°100	0.150	453.10	453.10	31.48	84.65	15.35	2.00	10.00	
N°200	0.076	113.80	113.80	7.91	92.56	7.44	0.00	10.00	
Cazuela	0.076	98.20	107.10	7.44	100.00				
TOTAL		1430.40	1439.30	100.00					

Nota. Se obtuvo un módulo de finesa (MF) de 2.23 para la rena gruesa, resultado que nos proporciona tener una mejor distribución de las partículas, mejorando la trabajabilidad del concreto a la hora de mezclar, colocar y vibrar el concreto en los moldes, del mismo modo, mejora la resistencia mecánica después del fraguado, elaboración propia.

Figura 17

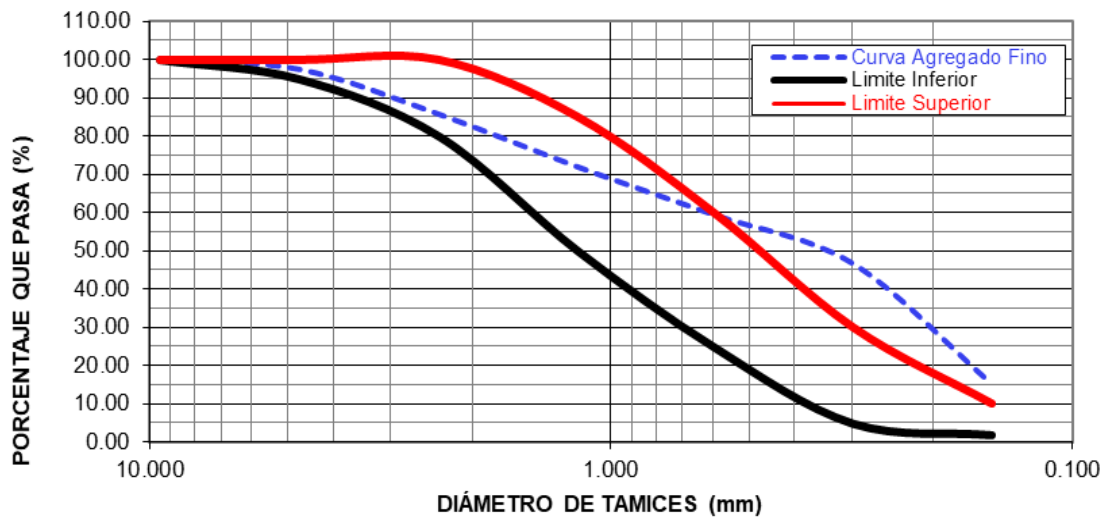
Curva granulométrica del agregado grueso.



Nota. Cumple con los requisitos según (NTP 400.037, 2018) donde, no se realizó alguna modificación al agregado grueso, con la finalidad de que nuestro bloque contemple el mismo agregado y sea lo más parecido a lo que se encuentra en el mercado, elaboración propia.

Figura 18

Curva granulométrica de agregado fino



Nota. No se realizó alguna modificación al agregado fino, con la finalidad de que nuestro bloque sea fabricado con el mismo agregado y sea lo más parecido a lo que se encuentra en el mercado, elaboración propia.

Peso unitario suelto y compactado

Llamada densidad de masa, donde, el volumen del agregado está conformada por: el volumen de partículas y el volumen de vacíos que existe entre las partículas, esta densidad nos ayudaran a obtener las proporciones correctas para nuestro diseño de mezcla, según (NTP 400.017, 2011).

Figura 19

Ensayo peso unitario confitillo.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 8

Peso unitario compactado del confitillo.

Peso Unitario Varillado Del Agregado Grueso				
Datos del Ensayo N.º	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	10601.00	10668.00	10729.00	10763.00
Peso del Molde	6142.00	6142.00	6142.00	6142.00
Peso de la Muestra	4459.00	4526.00	4587.00	4621.00
Volumen del Molde	2832	2832	2832	2832
Pesos Unitarios	1.575	1.598	1.620	1.632
Peso Unitario Promedio		1.606	gr/cm ³	

Nota. Fueron llenadas en 3 capas, apisonadas con la barra de metal 25 veces, elaboración propia.

Figura 20

Ensayo peso unitario de la arena gruesa.



Nota. Se muestra el ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino, elaboración propia.

Tabla 9

Peso unitario compactado de la arena.

Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso				
Datos del Ensayo N.º	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	7908.00	7895.00	7895.00	7888.00
Peso del Molde	4269.00	4269.00	4269.00	4269.00
Peso de la Muestra	3639.00	3626.00	3626.00	3619.00
Volumen del Molde	2124	2124	2124	2124
Pesos Unitarios	1.713	1.707	1.707	1.704
Peso Unitario Promedio		1.606	gr/cm ³	

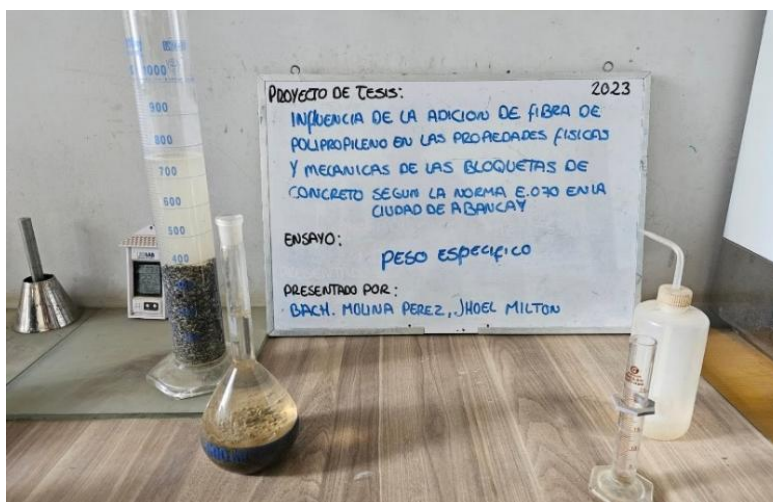
Nota. Se llenaron en 3 capas diferentes, cada capa fue apisonada con la barra de metal 25 veces, elaboración propia.

Peso específico y porcentaje de absorción.

Determinar estos valores nos ayudan a corregir el diseño de mezcla según (NTP 400.022, 2002).

Figura 21

Peso específico y porcentaje de absorción del confitillo.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 10

Peso específico y porcentaje de absorción del confitillo.

Plato Evaporador	Muestra 1	Muestra 2
Peso Muestra con Sup. Seca (Wsup)	2018.00	2027.00
Peso Muestra Sumergida + Sesta	1303.00	1309.00
Peso Muestra Secada al Horno (Ws)	1965.90	1969.50
Peso de Sesta	0.00	0.00
Peso Muestra Sumergida (Wsum)	1303.00	1309.00
Gravedad Específica = $W_s / (W_{sup} - W_{sum})$	2.750	2.743
Absorción = $(W_{sup} - W_s) / W_s \times 100$	2.650%	2.920%
Promedio Gravedad Específica (Gs)=		2.75
Promedio Porcentaje de Absorción =		2.78%

Nota. Se obtuvo una gravedad específica de 2.75 gr/cm^3 , y el promedio de la absorción es 2.78 %, para el agregado del confitillo, elaboración propia.

Tabla 11

Peso específico y porcentaje de absorción de la arena.

Plato Evaporador	Muestra 1	Muestra 2
Volumen del frasco a 20°C	500.00	500.00
Peso del frasco + agua + arena = Wbws	943.20	945.60
Temperatura °C	21.00	21.00
Peso del frasco + agua = Wbw	641.20	640.90
Peso plato evaporador + arena seca	648.60	649.20
Peso plato evaporador	158.70	155.80
Peso del suelo seco= Ws	489.90	493.40
Peso Específico = $Ws/(Wbw+500-Wbws)$	2.47	2.53
Absorción = $(500-Ws)/Ws \times 100$	3.29%	2.96%
Promedio Gravedad Específica (Gs)=		2.50
Promedio Porcentaje de Absorción=		3.12%

Nota. Tuvo como resultado una gravedad específica de 2.50 gr/cm³ y la absorción de 3.12 %, para el agregado de la rena, elaboración propia.

Diseño de mezcla

Se inicio con el desarrollo de un diseño de mezcla para un concreto de 100 kg/cm² y 140 kg/cm², según el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y a la norma americana Concrete Institute (ACI), con el objetivo de conocer la resistencia del bloque de concreto no portante, con estas dos dosificaciones a partir de sus resultados se desea encontrar la correcta y optima dosificación del bloque que cumpla con la norma E.070 de albañilería. La ejecución utilizo agregados proveídos de la cantera Murillo como el confitillo y arena gruesa, e incluimos al cemento Portland Sol tipo I; se procedió a fabricar los bloques, donde, de acuerdo a las especificaciones técnicas se mantuvo un Slump de 0” a 2”, se utilizó 5 unidades de bloque para cada dosificación, al terminar su periodo de curado se ensayaron, de ese modo, se obtuvo los resultados de estas dos dosificaciones, llegando a concluir de los resultados crear otra dosificación que sea mucho más optima, por ende, se estableció aplicar una dosificación para un concreto $f'c=100$

kg/cm², de acuerdo al método ACI se trabaja con una resistencia a la compresión promedio, donde, incluye un factor de seguridad, considerando el valor de $f'_{cr}=125$ kg/cm² para una resistencia de 100 kg/cm² de concreto; al obtener los resultados determinamos el diseño de mezcál adecuado, de esta manera se inició a definir las dosificaciones con las que trabajaremos: patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de fibra. Se determinó las dosificaciones para cada proporción de fibra y se continuó con la fabricación de los bloques, para continuar con su respectivo curado y una vez que alcancen la edad de 3, 7 y 28 días proceder a ejecutarlas de acuerdo a los ensayos en la normativa vigente.

Fabricación del bloque de concreto

Se fabricaron los bloques de concreto en la bloquetería Señor de Huanca, ubicado en la ciudad de Abancay. Se utilizó el confítillo, arena gruesa, cemento portland Sol tipo I, agua y chema fibra ultrafina, una vez mezcladas fueron procesadas en la máquina ponedora.

Equipo

Se utilizó la máquina ponedora, que incluye una mesa vibradora y los moldes metálicos, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 22

Equipo.



Nota. Se cuenta con una mesa vibradora y moldes metálicos, elaboración propia.

Dosificación

Se realizaron bloques de concreto con las proporciones como: patrón, 0.06, 0.12, 0.24 y 0.48 % de fibra, detalladas en las tablas que se presentaran a continuación. Se dosifico en peso (kilogramos), utilizando una balanza para controlar y tener una mejor precisión de las cantidades.

Figura 23

Dosificación del agregado.



Nota. El confitillo, la arena y el cemento, fueron pesados, obteniendo cantidades más exactas, elaboración propia.

Figura 24

Dosificación de la fibra de polipropileno.



Nota. Las fibras fueron pesadas en una balanza analítica con una precisión de 0.01g obteniendo una cantidad más precisa, por cada dosificación, elaboración propia.

Mezclado

Se realizó el acarreo de los agregados, confitillo, arena, el cemento y la fibra y se procedió a mezclarlas manualmente, hasta llegar a la homogenización correcta, se agregó agua de acuerdo a la experiencia del operario y considerando nuestro diseño de mezcla.

Figura 25

Mezclado de los materiales del bloque con fibra.



Nota. Se realizó la homogenización del confitillo, la arena, el cemento y la fibra, elaboración propia.

Consistencia del concreto

Conocido como slump test o asentamiento, que consiste en verter concreto fresco en un molde con forma de cono y compactarlo, una vez vertido el concreto se procede a retirar el molde para medir la altura que descendió. La norma para este tipo de concreto recomienda trabajar con Slump de 0" a 2".

Figura 26

Consistencia del concreto del bloque.



Nota. Se realizó el ensayo de slump para cada dosificación, elaboración propia.

Molde

Obteniendo la mezcla del concreto, fueron colocados dentro de los moldes de acero correspondiente a las dimensiones ancho 0.12 m, alto 0.20 m y largo 40 m, que están sobre la mesa de la ponedora, se procede a vibrar y una vez concluido se desmolda por debajo de la mesa de la ponedora obteniendo así los bloques de concreto, para finalizar son llevados y desmoldeados a una superficie plana y nivelada.

Figura 27

Moldeado del bloque.



Nota. Se configuró el bloque a través del molde metálico, elaboración propia.

Curado

Uno de los procesos más fundamentales en la fabricación de cada bloque, que nos permite obtener mejores resultados en la resistencia y durabilidad.

Figura 28

Curado de los bloques.



Nota. Este procedimiento de curado, se realizó durante 28 días, elaboración propia.

Cada uno de los valores obtenidos en la presente investigación fueron procesados de la siguiente manera:

Se organizo sistemáticamente todos los datos obtenidos de laboratorio.

Se proceso mediante cálculos matemáticos.

Se analizó mediante técnicas estadísticas avanzadas, utilizando la prueba ANOVA.

Se represento en tablas, gráficos.

4.6. Análisis de datos

Se analizaron los datos, utilizando la prueba estadística ANOVA.

Análisis de la Varianza (ANOVA) es una prueba estadística empleada para comparar las medias de tres o más grupos. Analiza la varianza dentro del grupo y entre grupos. Su objetivo principal es evaluar si la varianza observada entre las medias de los grupos es más significativa que dentro de los grupos. Si la varianza observada entre las medias de los grupos es significativa, sugiere que las diferencias son significativas (Thevapalan, 2024).

Paso 1. Definir la Hipótesis: Enuncia las hipótesis nula y alternativa.

Hipótesis nula (H_0): Las medias de las muestras no difieren de manera significativa.

Hipótesis alternativa (H_1): Las medias de las muestras difieren de manera significativa.

Paso 2. Comprobar los Supuestos: Antes de realizar el ANOVA, hay que asegurarnos de que se cumplan los supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad de varianzas.

Paso 3. Calcular el ANOVA.

Paso 4: Interpretación de Resultados: Estadística F, mide la relación entre la variación entre grupos y la variación dentro de los grupos. Un estadístico más alto, induce a las medias entre grupos de forma aleatoria presente una mayor significancia. El Valor P, es él nos define si son significativas las medias entre grupos. Si el valor p está por debajo de un umbral predefinido, normalmente 0.05, rechaza la hipótesis nula y concluye que al menos un grupo tiene una media significativamente diferente.

Prueba post hoc tras ANOVA, el ANOVA nos dice que, si se entre las medias de los grupos una diferencia significativa, pero no especifica que grupo son significativamente diferentes entre sí. Este es el papel de las pruebas post-hoc: realiza comparaciones por pares entre los grupos para identificar con precisión donde existen las diferencias.

Si no se cumplen los supuestos del ANOVA, o cuando el ANOVA no es adecuada para el conjunto de datos, considera las siguientes alternativas. Prueba de Kruskal-Wallis, es una alternativa no paramétrica al ANOVA unidireccional cuando se incumple el supuesto de normalidad. Es una versión ampliada de la prueba U de Mann-Whitney.

4.7. Consideraciones éticas

El presente proyecto tiene la veracidad de cumplir con los aspectos éticos relacionados a las publicaciones de los investigadores, brindando información original, redactando adecuadamente las ideas y contribuciones, citando de acuerdo a la norma, proporcionando resultados y datos reales de los ensayos ejecutados, así garantizando la validez y confiabilidad de la presente tesis.

V. Resultados y discusión

Resultados

Respuesta al objetivo general

“Determina la influencia de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay 2023”.

La adición de fibra de polipropileno en sus diferentes proporciones ha demostrado una influencia significativa en las propiedades físicas y mecánicas del bloque, contribuyendo a mejorar y aumentar las características como la resistencia a flexión y la durabilidad, adaptándose a diversas necesidades constructivas, cada ensayo fue alineado a la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020) se representan a continuación.

Tabla 12

Resultado general de los ensayos al bloque de concreto por cada dosificación.

Ensayo	Parámetros según Norma E.070 albañilería	Bloque de concreto NP				
		Patrón	0.06% FPP	0.12% FPP	0.24% FPP	0.48% FPP
Variación dimensional (máximo en porcentaje)	Longitud 40cm (más de 15cm) = ±4%	-0.22%	-0.29%	-0.36%	-0.29%	-0.31%
	Ancho 12cm (hasta 15cm) = ±6%	-0.04%	0.06%	0.04%	-0.08%	0.19%
	Altura 20cm (más de 15cm) = ±4%	0.28%	0.28%	0.46%	0.39%	0.29%
Alabeo (máximo en mm)	8mm	1.38mm	1.27mm	1.21mm	1.09mm	0.91mm
Porcentaje de vacíos (máximo en porcentaje)	>30 %	52.13%	52.07%	51.39%	51.36%	50.60%
Absorción (máximo en porcentaje)	<15 %	5.26%	5.47%	5.96%	5.84%	6.17%
Humedad Natural		1.43%	0.44%	0.64%	0.27%	0.41%
Resistencia característica a compresión f'_b (máximo en kg/cm ²)	20 kg/cm ²	44.58 kg/cm ²	42.41 kg/cm ²	41.30 kg/cm ²	40.97 kg/cm ²	38.81 kg/cm ²
Resistencia a flexión (S en kg/cm ²)		12.09 kg/cm ²	14.88 kg/cm ²	15.12 kg/cm ²	15.32 kg/cm ²	15.60 kg/cm ²

Nota. Cada resultado obtenido, cumple con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020) determinando que los bloques son aprobados y adecuados para su uso en la aplicación de muros no portantes de albañilería, elaboración propia.

Respuesta al objetivo específico 1

“Analizar los porcentajes de adición de fibra de polipropileno del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay, 2023”

Determinar la proporción correcta para evaluar las características del bloque de concreto es muy importante, de esto depende los resultados que obtengamos para contrastar nuestra hipótesis, en ese entender, fue crucial definir la correcta proporción de fibras que serán incluidas en el concreto.

Iniciamos con encontrar un diseño de mezcla para el bloque de concreto no portante que cumplan con la (Norma E.070 Albañilería, 2020), al establecer el correcto diseño de mezcla proseguimos a definir la cantidad de fibra a incluirse en el concreto, nos basamos en los antecedentes y en la recomendación del fabricante de la fibra (Sika, 2011) quien nos dice que la fibra debe dosificarse para un volumen de entre 0.03 % a 0.15 % y que en peso viene a ser 0.3 a 1.2 kg/m³. Al adquirir estos datos determinamos que nuestras proporciones se darán de la siguiente manera, como: patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de fibra.

Tabla 13*Diseño de mezcla.*

ESPECIFICACIONES TECNICAS					
RESISTENCIA DEL C° f _c =	100	Kg/cm ²	SLUMP(")	0	a 2"
RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA DEL C° f _{cr} =	125	Kg/cm ²			
MATERIALES					
CEMENTO: SOL TIPO I			AGUA:		
Peso Especifico	3.13		Peso Especifico		1
ARENA:		GRAVILLA:			
Peso Especifico	2.50		Tamaño Máximo		3/8
Módulo de Fineza	2.23		Peso Seco Compacto	1606.02	Kg/m ³
% Absorción	3.12%		Peso Especifico		2.75
Contenido de Agua	0.81%		% Absorción		2.78%
			Contenido de Agua		0.23%
Fibra Polipropileno (Chema Fibra ultrafina):					
Peso Especifico	0.91	grs/cm ³			
CALCULOS					
CANTIDADES RELATIVAS			VOLUMENES ABSOLUTOS		
Relación A/C	0.850		Volumen de Cemento (m ³ /m ³)	0.0771	
Cantidad de Agua (Lt)	205.00		Volumen Unitario de Agua (m ³)	0.2050	} 0.61
Cantidad de Cemento (Kg/m ³)	241.18		Volumen Unitario de Aire (m ³)	0.0300	
Cantidad de Grava (m ³ /m ³)	0.52		Volumen de Grava	0.3025	
Peso de la GRAVA (Kg)	830.70		Volumen de Arena	0.3855	
Peso de la ARENA (Kg)	963.78		T O T A L	1.0000	
CORRECCIONES					
Peso Húmedo de Gravas	832.615		Aporte de Agua en Gravas	21.21	Lt/m ³
Peso Húmedo de Arenas	971.616		Aporte de Agua en Arenas	0.00	Lt/m ³
Humedad Superficial Gravas	2.55%		Aporte total de Agua	21.21	Lt/m ³
Humedad Superficial Arenas	0.00%				

Nota. Diseño de mezcla para el bloque de concreto, elaboración propia.**Tabla 14***Dosificación, bloque patrón.*

INSUMO	DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN ABSOLUTO)			
	EN PESO	EN VOLUMEN	TANDA POR BOLSA	
	Kg/m ³	m ³ /m ³	EN PESO (Kg)	EN PIE3
Cemento	241.18	5.67 Bls	1.00 Bls	1.00 Bls
Agua	183.79	183.79 lt	32.39 lt	32.39 Lts
Grava	832.62	0.303 m ³	146.72 kg	3.23 pie ³
Arena	971.62	0.389 m ³	171.22 kg	3.54 pie ³

Nota. Dosificación para el bloque de concreto patrón, elaboración propia.

Tabla 15*Dosificación, bloque 0.06 % FPP.*

DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN ABSOLUTO)					
INSUMO	EN PESO	EN VOLUMEN	TANDA POR BOLSA		
	Kg/m3	m3/m3	EN PESO (Kg)	EN PIE3	
Cemento	241.18	5.67 Bls	1.00	1.00	Bls
Agua	183.79	183.79 lt	32.39 lt	32.39	Lts
Grava (1)	832.62	0.303 m3	146.72 kg	3.23	pie3
Arena (2)	971.62	0.389 m3	171.22 kg	3.54	pie3
Chema Fibra Ultrafina, 0.06%(1+2)	1.08	0.001 m3	0.191 kg	190.76	grs

Nota. Dosificación para fabricar los bloques con 0.06 % de fibra, elaboración propia.**Tabla 16***Dosificación, bloque 0.12 % FPP.*

DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN ABSOLUTO)					
INSUMO	EN PESO	EN VOLUMEN	TANDA POR BOLSA		
	Kg/m3	m3/m3	EN PESO (Kg)	EN PIE3	
Cemento	241.18	5.67 Bls	1.00	1.00	Bls
Agua	183.79	183.79 lt	32.39 lt	32.39	Lts
Grava (1)	832.62	0.303 m3	146.72 kg	3.23	pie3
Arena (2)	971.62	0.389 m3	171.22 kg	3.54	pie3
Chema Fibra Ultrafina, 0.12%(1+2)	2.17	0.002 m3	0.382 kg	381.53	grs

Nota. Dosificación para fabricar los bloques con 0.12 % de fibra, elaboración propia.**Tabla 17***Dosificación, bloque con 0.24 % FPP.*

DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN ABSOLUTO)					
INSUMO	EN PESO	EN VOLUMEN	TANDA POR BOLSA		
	Kg/m3	m3/m3	EN PESO (Kg)	EN PIE3	
Cemento	241.18	5.67 Bls	1.00	1.00	Bls
Agua	183.79	183.79 lt	32.39 lt	32.39	Lts
Grava (1)	832.62	0.303 m3	146.72 kg	3.23	pie3
Arena (2)	971.62	0.389 m3	171.22 kg	3.54	pie3
Chema Fibra Ultrafina, 0.24%(1+2)	4.33	0.005 m3	0.763 kg	763.06	grs

Nota. Dosificación para fabricar los bloques con 0.24 % de fibra, elaboración propia.

Tabla 18

Dosificación, bloque con 0.48 % FPP.

DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN ABSOLUTO)					
INSUMO	EN PESO	EN VOLUMEN	TANDA POR BOLSA		
	Kg/m³	m³/m³	EN PESO (Kg)	EN PIE³	
Cemento	241.18	5.67 Bls	1.00	1.00	Bls
Agua	183.79	183.79 lt	32.39 lt	32.39	Lts
Grava (1)	832.62	0.303 m ³	146.72 kg	3.23	pie ³
Arena (2)	971.62	0.389 m ³	171.22 kg	3.54	pie ³
Chema Fibra Ultrafina, 0.48%(1+2)	8.66	0.010 m ³	1.526 kg	1.526.12	grs

Nota. Dosificación para fabricar los bloques con 0.48 % de fibra, elaboración propia.

Respuesta al objetivo específico 2

“Analizar la adición de fibra de polipropileno en las propiedades físicas del bloque de concreto, según norma E.070 Albañilería – Abancay 2023”

Uno de los factores importantes para obtener unidades de albañilería de calidad y duraderos, son las propiedades físicas que nos brindan y garantizan la seguridad de las estructuras, se dan a conocer a continuación:

La variación dimensional

El bloque de concreto está definido según las dimensiones: largo 400 mm por un ancho de 120 mm y por un alto de 200 mm, al poseer dimensiones más de 150 mm se le asigno un margen de ± 4 % para la longitud y la altura, en caso del ancho aplica hasta 150 mm, por ende, se le asigno un margen de ± 6 % de acuerdo a (NTP 399.604, 2002). Los resultados cumplieron de manera satisfactoria con estos parámetros de acuerdo a (Norma E.070 Albañilería, 2020).

Tabla 19

Resultados, variación dimensional del bloque patrón.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento															Observaciones
	Largo ("L" en: mm)					Ancho ("A" en: mm)					Altura ("H" en: mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP	
M-01	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120	120	120.00	200.0	200.0	198.0	198.0	199.00	edad 28 días
M-02	400.0	400	401	401	400.50	118	119	120.0	120.0	119.25	196.0	198.0	198.0	199.0	197.75	edad 28 días
M-03	402.0	400	402	400	401.00	122	120	120.0	119.0	120.25	200.0	199.0	199.0	200.0	199.50	edad 28 días
M-04	402.0	400	402	400	401.00	121	120	120.0	120.0	120.25	198.0	199.0	199.0	198.0	198.50	edad 28 días
M-05	401.0	400	402	400	400.75	120	120	120	120	120.00	202.0	203.0	200.0	200.0	201.25	edad 28 días
M-06	402.0	400	402	400	401.00	121	120	120.0	120.0	120.25	201.0	201.0	201.0	200.0	200.75	edad 28 días
M-07	401.0	399	402	400	400.50	121	120	121.0	120.0	120.50	200.0	200.0	199.0	198.0	199.25	edad 28 días
M-08	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	198.0	198.0	198.0	198.00	edad 28 días
M-09	402.0	400	402	401	401.25	120	120	120.0	120.0	120.00	199.0	199.0	198.0	198.0	198.50	edad 28 días
M-10	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	200.0	204.0	204.0	202.00	edad 28 días
Medida Promedio (mm)	MP = 400.90					MP = 120.05					MP = 199.45					
Medida Especificada del Fabricante (mm)	ME = 400.00					ME = 120.00					ME = 200.00					
Desviación Estándar	$\sigma = 0.24$					$\sigma = 0.33$					$\sigma = 1.43$					
Variación Dimensional (%)	V % = -0.22%					V % = -0.04%					V % = 0.28%					
Variación Dimensional Máxima Según Norma E-070 (%)	± 4					± 6					± 4					

Nota. Se obtuvo, -0.22 % para la longitud, -0.04 % para el ancho y 0.28 % para la altura. El valor de la longitud y el ancho presentan un signo negativo debido a que ha incrementado su medida y la altura presenta un signo positivo debido a que ha disminuido, la diferencia entre las medidas es causada por: el proceso de desmoldamiento, por la propia fibra que alteran la geometría, por emplear una fabricación artesanal; cada uno de estos bloques fueron evaluados a una edad de 28 días, elaboración propia.

Tabla 20

Resultados, variación dimensional del bloque con 0.06 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones Del Elemento															Observaciones
	Largo ("L" en: mm)					Ancho ("A" en: mm)					Altura ("H" en: mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP	
M-01	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	198.0	198.0	198.0	198.00	edad 28 días
M-02	402.0	400	402	400	401.00	120	119	121.0	119.0	119.75	198.0	200.0	199.0	199.0	199.00	edad 28 días
M-03	402.0	400	402	400	401.00	120	120	121.0	120.0	120.25	199.0	199.0	200.0	200.0	199.50	edad 28 días
M-04	402.0	400	402	400	401.00	121	120	120.0	120.0	120.25	199.0	199.0	198.0	198.0	198.50	edad 28 días
M-05	402.0	400	402	400	401.00	119	119	120.0	120.0	119.50	200.0	200.0	198.0	198.0	199.00	edad 28 días
M-06	402.0	400	402	400	401.00	120	119	120.0	120.0	119.75	200.0	200.0	198.0	199.0	199.25	edad 28 días
M-07	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	198.0	202.0	202.0	200.50	edad 28 días
M-08	403.0	400	403	400	401.50	121	120	120.0	120.0	120.25	198.0	198.0	200.0	200.0	199.00	edad 28 días
M-09	402.0	401	402	401	401.50	119	119	121.0	120.0	119.75	200.0	200.0	202.0	202.0	201.00	edad 28 días
M-10	402.0	400	403	401	401.50	119	120	120.0	120.0	119.75	200.0	201.0	202.0	200.0	200.75	edad 28 días
Medida Promedio (mm)					MP = 401.15					MP = 119.93					MP = 199.45	
Medida Especificada del Fabricante (mm)					ME = 400.00					ME = 120.00					ME = 200.00	
Desviación Estándar					$\sigma = 0.24$					$\sigma = 0.26$					$\sigma = 0.992$	
Variación Dimensional (%)					V % = -0.29%					V % = 0.06%					V % = 0.28%	
Variación Dimensional Máxima Según Norma E-070 (%)					± 4					± 6					± 4	

Nota. Se obtuvo una variación dimensional para la longitud de -0.29 %, ancho 0.06 %, altura 0.28 %. Mostrando que la longitud aumenta, por ende, tiende a ser negativo, sin embargo, el ancho y la altura son positivos por ende han disminuido. Todos estos cambios se producen a causa del desmoldamiento y por el propio material que módica la geometría del bloque, elaboración propia.

Tabla 21

Resultados, variación dimensional del bloque con 0.12 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones Del Elemento															Observaciones
	Largo ("L" en: mm)					Ancho ("A" en: mm)					Altura ("H" en: mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP	
M-01	402.0	402	403	400	401.75	120	120	122.0	120.0	120.50	200.0	200.0	198.0	198.0	199.00	edad 28 días
M-02	402.0	400	402	402	401.50	120	120	118.0	120.0	119.50	198.0	200.0	200.0	200.0	199.50	edad 28 días
M-03	402.0	402	402	402	402.00	120	120	119.0	119.0	119.50	200.0	200.0	200.0	200.0	200.00	edad 28 días
M-04	401.0	400	402	402	401.25	121	120	119.0	120.0	120.00	200.0	200.0	200.0	201.0	200.25	edad 28 días
M-05	402.0	402	402	400	401.50	120	120	120.0	120.0	120.00	196.0	196.0	200.0	200.0	198.00	edad 28 días
M-06	402.0	401	403	400	401.50	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	200.0	200.0	200.0	200.00	edad 28 días
M-07	402.0	402	401	400	401.25	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	198.0	200.0	200.0	199.00	edad 28 días
M-08	401.0	400	402	402	401.25	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	199.0	198.0	198.0	198.75	edad 28 días
M-09	402.0	402	400	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	196.0	200.0	201.0	198.75	edad 28 días
M-10	402.0	402	402	400	401.50	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	198.0	196.0	198.0	197.50	edad 28 días
Medida Promedio (mm)	MP =				401.45	MP =				119.95	MP =				199.08	
Medida Especificada del Fabricante (mm)	ME =				400.00	ME =				120.00	ME =				200.00	
Desviación Estándar	$\sigma =$				0.28	$\sigma =$				0.28	$\sigma =$				0.89	
Variación Dimensional (%)	V % =				-0.36%	V % =				0.04%	V % =				0.46%	
Variación Dimensional Máxima Según Norma E-070 (%)	± 4					± 6					± 4					

Nota. Se logro obtener una variación dimensional para la longitud de -0.36 %, ancho 0.04 %, altura 0.46 %. Mostrando que la longitud ha aumentado, por ende, posee el signo negativo, sin embargo, el ancho y la altura son positivos, por ende, han disminuido. Todos estos cambios se producen a causa del desmoldamiento y por el propio material que módica la geometría del bloque, elaboración propia.

Tabla 22

Resultados, variación dimensional del bloque con 0.24 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones Del Elemento															Observaciones
	Largo ("L" en: mm)					Ancho ("A" en: mm)					Altura ("H" en: mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP	
M-01	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	119.0	119.75	198.0	199.0	200.0	201.0	199.50	edad 28 días
M-02	402.0	400	402	402	401.50	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	198.0	200.0	201.0	199.75	edad 28 días
M-03	403.0	400	402	400	401.25	121	120	121.0	120.0	120.50	198.0	198.0	199.0	199.0	198.50	edad 28 días
M-04	403.0	400	402	400	401.25	122	120	121.0	119.0	120.50	200.0	198.0	199.0	199.0	199.00	edad 28 días
M-05	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	199.0	199.0	200.0	199.50	edad 28 días
M-06	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	119.0	119.75	200.0	200.0	203.0	203.0	201.50	edad 28 días
M-07	403.0	401	402	400	401.50	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	199.0	199.0	199.0	199.25	edad 28 días
M-08	402.0	400	403	400	401.25	122	120	120.0	120.0	120.50	198.0	196.0	198.0	200.0	198.00	edad 28 días
M-09	402.0	400	401	400	400.75	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	198.0	199.0	202.0	199.25	edad 28 días
M-10	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	198.0	198.0	198.0	198.0	198.00	edad 28 días
Medida Promedio (mm)	MP =				401.15	MP =				120.10	MP =				199.23	
Medida Especificada del Fabricante (mm)	ME =				400.00	ME =				120.00	ME =				200.00	
Desviación Estándar	$\sigma =$				0.24	$\sigma =$				0.29	$\sigma =$				1.01	
Variación Dimensional (%)	V % =				-0.29%	V % =				-0.08%	V % =				0.39%	
Variación Dimensional Máxima Según Norma E-070 (%)	± 4					± 6					± 4					

Nota. Se obtuvo una variación dimensional de -0.29 % de largo, -0.08 % de ancho y 0.39 % de alto, son valores que presentan una variación respecto a la medida especificada por el fabricante, debido al momento de desmoldar a la superficie y por la fibra de polipropileno que modifica la estructura del bloque, elaboración propia.

Tabla 23

Resultados, variación dimensional del bloque con 0.48 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento															Observaciones
	Largo ("L" en: mm)					Ancho ("A" en: mm)					Altura ("H" en: mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP	
M-01	402.0	400	402	401	401.25	120	120	120.0	120.0	120.00	196.0	193.0	196.0	196.0	195.25	edad 28 días
M-02	402.0	400	402	400	401.00	122	119	121.0	119.0	120.25	200.0	199.0	200.0	200.0	199.75	edad 28 días
M-03	404.0	402	402	400	402.00	120	118	120.0	120.0	119.50	198.0	200.0	202.0	200.0	200.00	edad 28 días
M-04	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	200.0	202.0	201.0	200.75	edad 28 días
M-05	403.0	401	402	400	401.50	120	120	118.0	119.0	119.25	200.0	201.0	198.0	198.0	199.25	edad 28 días
M-06	402.0	400	402	400	401.00	122	118	120.0	118.0	119.50	200.0	200.0	200.0	201.0	200.25	edad 28 días
M-07	403.0	400	402	400	401.25	120	120	121.0	119.0	120.00	200.0	200.0	200.0	200.0	200.00	edad 28 días
M-08	402.0	400	403	401	401.50	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	199.0	199.0	199.0	199.25	edad 28 días
M-09	402.0	400	402	400	401.00	119	119	120.0	119.0	119.25	198.0	198.0	200.0	200.0	199.00	edad 28 días
M-10	402.0	400	402	400	401.00	120	120	120.0	120.0	120.00	200.0	199.0	202.0	202.0	200.75	edad 28 días
Medida Promedio (mm)	MP =				401.25	MP =				119.78	MP =				199.43	
Medida Especificada del Fabricante (mm)	ME =				400.00	ME =				120.00	ME =				200.00	
Desviación estándar	$\sigma =$				0.33	$\sigma =$				0.36	$\sigma =$				1.59	
Variación Dimensional (%)	V % =				-0.31%	V % =				0.19%	V % =				0.29%	
Variación Dimensional Máxima Según Norma E-070 (%)	± 4					± 6					± 4					

Nota. Se obtuvo una variación dimensional de -0.31 % de largo, 0.19 % de ancho y 0.29 % de alto, son valores que presentan una variación respecto a la medida especificada por el fabricante, nos muestra que la longitud ha incrementado, por ende, posee signo negativo, sin embargo, el ancho y la altura han disminuido, por ende, son positivos, todas estas diferencias son a causa del desmoldamiento de los bloques y por la misma fibra de polipropileno que modifica la geometría del bloque, elaboración propia.

Análisis comparativo de la variación dimensional entre el bloque patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de FPP, con el objetivo de identificar la influencia y las diferencias entre ambos elementos de manera detallada.

Tabla 24

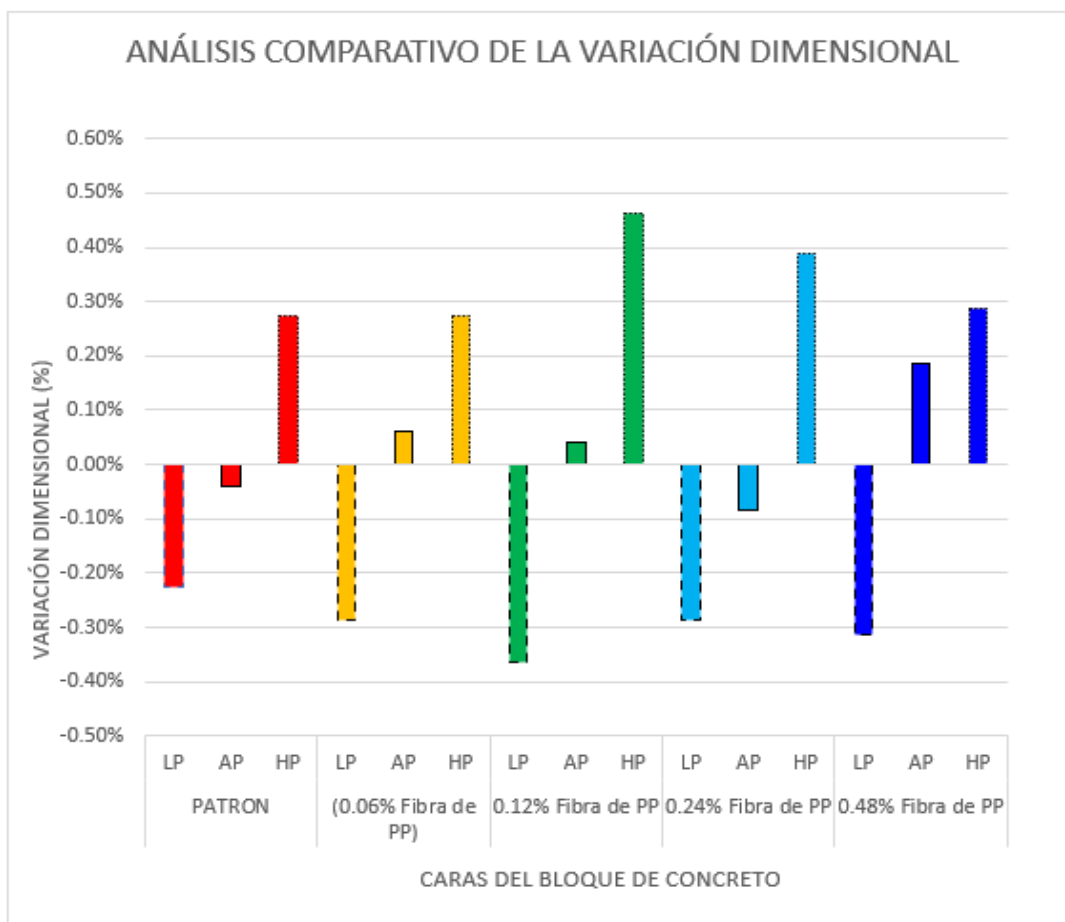
Ensayo variación dimensional general.

Variación Dimensional (%) V % del Bloque de concreto no portante						
Dimensiones	Especificada por Fabricante	Patrón	0.06% FPP	0.12% FPP	0.24% FPP	0.48% FPP
Largo (mm)	400	400.9 (V=-0.22%)	401.15 (V=-0.29%)	401.45 (V=-0.36%)	401.15 (V=-0.29%)	401.25 (V=-0.31%)
Ancho (mm)	120	120.05 (V=-0.04%)	119.93 (V=0.06%)	119.95 (V=0.04%)	120.1 (V=-0.08%)	119.78 (V=0.19%)
Altura (mm)	200	199.45 (V=0.28%)	199.45 (V=0.28%)	199.08 (V=0.46%)	199.23 (V=0.39%)	199.43 (V=0.29%)

Nota. Por cada dosificación realizada, podemos ver que al aumentar la fibra de polipropileno la longitud posee aumento negativo, esto indica que ha incrementado la medida especificada del fabricante y respecto al patrón incrementa en un 0.09 %, sin embargo, el ancho presenta una reducción de 0.05 % respecto al patrón por presentar valores positivos, así mismo, la altura presenta un incremento positivo a mayor fibra de polipropileno, entendiéndose que ha disminuido en un 0.07 % respecto al patrón. A causa del desmoldamiento al momento de la fabricación, también, por la interacción de la misma fibra, así alterando la geometría del bloque, elaboración propia.

Figura 29

Análisis comparativo de variación dimensional general.



Nota. La fibra si modifica las dimensiones de todas las caras de los bloques, entendiéndose que a mayor fibra mayor variación dimensional de las caras, cabe recalcar que todos los valores son inferiores a los parámetros mínimos exigidos por la norma, siendo bloques de concreto aceptados y que cumplen satisfactoriamente, elaboración propia.

Alabeo

Parámetro muy importante a conocer, para determinar el efecto sobre la altura de la junta que se produce al momento de asentar los bloques. Se somete a estudiar la concavidad y convexidad de la superficie según (NTP 399.604, 2002), del mismo modo, la (Norma E.070 Albañilería, 2020) indica que, se debemos de mantener una alabeo de 8 mm como máximo para bloques NP.

Tabla 25*Resultado, alabeo de los bloques patrón.*

Espécimen N.º	Medida de la Cara Superior (mm)			Medida de la Cara Inferior (mm)			Observaciones
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad	
	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)	Centro (M2)	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)	Centro (M2)	
M-01	1.70	1.90	1.50	0.80	1.20	1.50	edad 28 días
M-02	2.00	1.60	1.20	0.90	0.80	1.00	edad 28 días
M-03	2.60	2.30	1.80	0.70	0.90	0.70	edad 28 días
M-04	2.20	2.40	1.60	1.00	1.20	1.00	edad 28 días
M-05	2.50	1.70	1.50	1.00	0.90	0.50	edad 28 días
M-06	2.10	1.90	1.40	1.10	1.00	1.20	edad 28 días
M-07	1.70	2.00	0.90	0.80	0.90	0.90	edad 28 días
M-08	1.80	1.50	1.10	0.90	0.90	0.80	edad 28 días
M-09	2.30	2.50	1.90	1.00	0.80	0.90	edad 28 días
M-10	1.90	1.80	1.20	1.00	0.70	1.00	edad 28 días
Promedio (mm)	2.08	1.96	1.41	0.92	0.93	0.95	
Promedio Total (mm)	1.38						
Alabeo (máximo en mm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	

Nota. Se obtuvo una convexidad de 2.02 mm y una concavidad 1.41 mm para la cara superior, del mismo modo, se obtuvo una convexidad 0.93 mm y concavidad 0.95 mm en la cara inferior. Obteniendo un promedio de alabeo 1.38 mm, elaboración propia.

Tabla 26

Resultado, alabeo de los bloques con 0.06 % de FPP.

Especimen N.º	Medida de la Cara Superior (mm)			Medida de la Cara Inferior (mm)			Observaciones	
	Convexidad		Concavidad Centro (M2)	Convexidad		Concavidad Centro (M2)		
	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)		Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)			
M-01	1.00	2.00	2.00	0.50	1.00	1.50	edad 28 días	
M-02	0.70	2.00	1.90	1.20	1.50	1.00	edad 28 días	
M-03	1.00	1.50	0.90	1.00	1.20	1.90	edad 28 días	
M-04	1.00	4.50	2.00	1.20	1.00	1.00	edad 28 días	
M-05	0.90	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	edad 28 días	
M-06	1.90	1.00	2.00	0.50	1.50	1.00	edad 28 días	
M-07	1.00	0.50	1.00	1.90	1.00	1.50	edad 28 días	
M-08	1.20	0.90	2.00	0.50	1.20	2.00	edad 28 días	
M-09	0.90	2.00	0.50	0.50	1.00	1.90	edad 28 días	
M-10	0.50	1.00	1.50	0.50	1.00	0.90	edad 28 días	
Promedio (mm)	1.01	1.69	1.53	0.88	1.14	1.37		
Promedio Total (mm)							1.27	
Alabeo (máx. en mm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00		

Nota. Se obtuvo una convexidad de 1.35 mm y una concavidad de 1.53 mm para la cara superior, del mismo modo, una convexidad de 1.01 mm y una concavidad de 1.37 mm de la cara inferior, logrando obtener un alabeo total de 1.27 mm, elaboración propia.

Tabla 27

Resultado, alabeo de los bloques con 0.12 % de FPP.

Especimen N.º	Medida de la Cara Superior (mm)			Medida de la Cara Inferior (mm)			Observaciones
	Convexidad		Concavidad Centro (M2)	Convexidad		Concavidad Centro (M2)	
	Lado Izquierd o (M1)	Lado Derech o (M3)		Lado Izquierd o (M1)	Lado Derech o (M3)		
M-01	1.00	0.50	1.00	1.00	1.50	1.50	edad 28 días
M-02	1.00	2.20	1.00	0.90	1.20	0.50	edad 28 días
M-03	0.50	2.00	0.20	2.00	0.50	1.00	edad 28 días
M-04	1.00	1.00	0.90	0.90	1.00	0.90	edad 28 días
M-05	2.00	0.90	1.50	1.50	1.90	1.50	edad 28 días
M-06	1.00	0.50	1.20	1.00	1.00	1.50	edad 28 días
M-07	1.00	0.20	1.20	1.50	1.20	2.00	edad 28 días
M-08	0.90	1.50	2.00	1.00	2.00	1.90	edad 28 días
M-09	1.00	0.90	1.00	1.00	0.20	1.00	edad 28 días
M-10	1.50	2.00	1.00	0.50	3.50	2.00	edad 28 días
Promedio (mm)	1.09	1.17	1.10	1.13	1.40	1.38	
Promedio Total (mm)	1.21						
Alabeo (máx. en mm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	

Nota. Se obtuvo un alabeo de 1.21 mm, comprendido de una convexidad de 1.13 mm y concavidad de 1.10 mm para la cara superior, así mismo, una convexidad de 1.27 mm y concavidad de 1.38 mm de la cara inferior, elaboración propia.

Tabla 28

Resultado, alabeo de los bloques con 0.24 % de FPP.

Especimen N.º	Medida de la Cara Superior (mm)			Medida de la Cara Inferior (mm)			Observaciones
	convexidad		concavidad	convexidad		concavidad	
	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)	Centro (M2)	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)	Centro (M2)	
M-01	1.00	0.50	2.00	1.00	1.50	1.50	edad 28 días
M-02	1.20	0.20	1.50	1.50	1.00	2.50	edad 28 días
M-03	1.50	0.50	1.50	0.50	1.00	1.50	edad 28 días
M-04	1.20	0.50	0.90	0.20	1.20	1.50	edad 28 días
M-05	0.50	1.50	1.50	0.50	2.20	2.00	edad 28 días
M-06	1.00	1.50	1.50	0.50	1.50	0.50	edad 28 días
M-07	0.50	1.00	1.50	0.20	1.00	1.00	edad 28 días
M-08	1.50	0.50	1.50	0.20	1.00	1.00	edad 28 días
M-09	1.00	0.50	1.50	2.00	1.50	2.00	edad 28 días
M-10	0.50	0.15	1.00	0.20	1.00	1.00	edad 28 días
PROMEDIO (mm)	0.99	0.69	1.44	0.68	1.29	1.45	
PROMEDIO TOTAL (mm)	1.09						
ALABEO (máximo en mm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	

Nota. Se obtuvo un alabeo de 1.09 mm, comprendido de una convexidad de 0.84 mm y concavidad 1.44 mm en la cara superior, del mismo modo, una convexidad de 0.99 mm y concavidad 1.45 mm en la cara inferior, elaboración propia.

Tabla 29

Resultado, alabeo de los bloques con 0.48 % de FPP.

Especimen N.º	Medida de la Cara Superior (mm)			Medida de la Cara Inferior (mm)			Observaciones
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad	
	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)	Centro (M2)	Lado Izquierdo (M1)	Lado Derecho (M3)	Centro (M2)	
M-01	1.00	0.90	0.50	0.50	1.50	1.00	edad 28 días
M-02	1.50	1.00	1.50	0.50	1.00	1.00	edad 28 días
M-03	0.50	0.20	1.00	0.50	0.20	1.00	edad 28 días
M-04	0.50	0.20	1.50	0.20	2.00	1.00	edad 28 días
M-05	0.50	2.00	1.00	0.20	1.00	1.00	edad 28 días
M-06	2.00	1.00	2.00	0.20	1.50	1.50	edad 28 días
M-07	1.50	1.00	1.50	0.40	1.00	1.20	edad 28 días
M-08	1.00	0.20	1.00	0.50	0.10	1.50	edad 28 días
M-09	0.50	0.90	1.00	0.20	0.90	0.50	edad 28 días
M-10	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	1.50	edad 28 días
Promedio (mm)	1.00	0.79	1.15	0.42	0.97	1.12	
Promedio Total (mm)	0.91						
Alabeo (máximo en mm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	

Nota. Se obtuvo un alabeo de 0.91 mm, comprendidos de una convexidad 0.90 mm y concavidad 1.15 mm en la cara superior, del mismo modo, una convexidad de 0.70 mm y concavidad de 1.12 mm en la cara inferior, elaboración propia.

Análisis comparativo de Alabeo entre los bloques patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de FPP, con el objetivo de identificar la influencia y las diferencias entre ambos elementos, de manera detallada.

Tabla 30

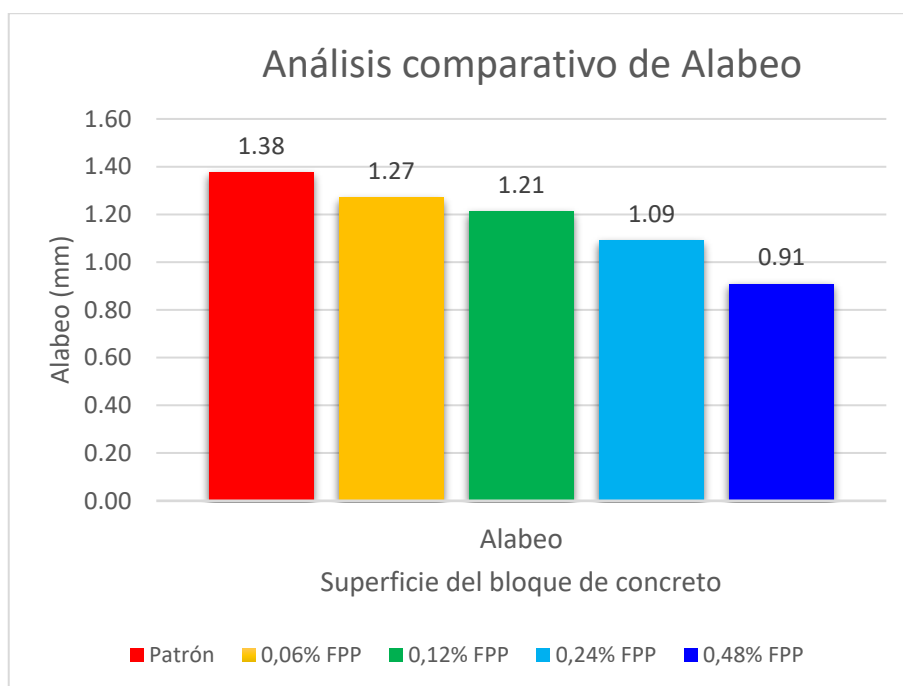
Ensayo general de alabeo.

Muestra	Medida cara superior (mm)			Medida cara inferior (mm)			Alabeo Promedio (mm)
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad	
	Lado Izq.	Lado der.		Lado Izq.	Lado der.		
Patrón	2.08	1.96	1.41	0.92	0.93	0.95	1.38
0.06% FPP	1.01	1.69	1.53	0.88	1.14	1.37	1.27
0.12% FPP	1.09	1.17	1.10	1.13	1.40	1.38	1.21
0.24% FPP	0.99	0.69	1.44	0.68	1.29	1.45	1.09
0.48% FPP	1.00	0.79	1.15	0.42	0.97	1.12	0.91

Nota. La adición de FPP, resulto disminuir el alabeo en un 0.26 % respecto al patrón, mientras que, los bloques sin adición mostraron el mayor valor. Además, se observó que la mayor deformación es cóncava y se manifiesta con mayor significancia en la cara superior del bloque, debido a que la cara queda expuesta a la intemperie durante el proceso de vibrado y no recibe tratamiento. Este fenómeno también se debe a las propias fibras y al método de fabricación y desmoldamiento que modifican la geometría del bloque, elaboración propia.

Figura 30

Análisis comparativo general de alabeo.



Nota. Se obtiene un comportamiento gradual, donde, a mayor fibra de polipropileno, el alabeo disminuye. Además, los bloques sin FPP presentan la mayor deformación de alabeo

en sus caras, lo cual se atribuye al proceso de fabricación artesanal y a las mismas fibras de polipropileno que alteran la geometría. Finalmente, los valores obtenidos no superan los parámetros definidos por la norma E.070 de albañilería, elaboración propia.

Absorción

El ensayo de absorción es uno de los ensayos fundamentales para las unidades de albañilería, ya que está directamente relacionado con la durabilidad del bloque. A mayor absorción tienden a deteriorarse más rápidamente debido al intemperismo. Según (Norma E.070 Albañilería, 2020) no debe de exceder el 15 % para ser considerado aceptable.

Tabla 31

Resultado, absorción de los bloques patrón.

Ítem	Especimen N.º	Pesos de la Unidad			Absorción (%)	Observaciones
		Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 24 h (gr)		
1	M-01	9100.00	9100.00	9580.00	5.27%	edad 28 días
2	M-02	9090.00	9090.00	9547.00	5.03%	edad 28 días
3	M-03	9414.00	9414.00	9911.00	5.28%	edad 28 días
4	M-04	9245.00	9245.00	9730.00	5.25%	edad 28 días
5	M-05	9462.00	9462.00	9980.00	5.47%	edad 28 días
Promedio (mm)					5.26%	
Absorción Máxima Permitida (%)					15.00%	

Nota. Se obtuvo una absorción de 5.26 %, elaboración propia.

Tabla 32

Resultado, absorción de los bloques con 0.06 % de FPP.

Ítem	Especimen N.º	Pesos de la Unidad			Absorción (%)	Observaciones
		Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 24 h (gr)		
1	M-01	9191.00	9191.00	9698.00	5.52%	edad 28 días
2	M-02	9238.00	9238.00	9735.00	5.38%	edad 28 días
3	M-04	9153.00	9153.00	9652.00	5.45%	edad 28 días
4	M-05	9090.00	9090.00	9601.00	5.62%	edad 28 días
5	M-08	9249.00	9249.00	9746.00	5.37%	edad 28 días
Promedio (mm)					5.47%	
Absorción Máxima Permitida (%)					15.00%	

Nota. Se obtuvo una absorción promedio de 5.47 %, elaboración propia.

Tabla 33

Resultado, absorción de los bloques con 0.12 % de FPP.

Espécimen N.º	Peso de la unidad			Absorción (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 24 h (gr)		
M-02	9252.00	9252.00	9822.00	6.16%	edad 28 días
M-03	9100.00	9100.00	9620.00	5.71%	edad 28 días
M-05	9072.00	9072.00	9633.00	6.18%	edad 28 días
M-07	9077.00	9077.00	9605.00	5.82%	edad 28 días
M-10	9277.00	9277.00	9825.00	5.91%	edad 28 días
Promedio (mm)				5.96%	
Absorción Máxima Permitida (%)				15.00%	

Nota. Se obtuvo una absorción promedio de 5.96 %, elaboración propia.

Tabla 34

Ensayo, absorción al bloque con 0.24 % de FPP.

Espécimen N.º	Pesos de la Unidad			Absorción (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 24 h (gr)		
M-02	8942.00	8942.00	9465.00	5.85%	edad 28 días
M-04	9113.00	9113.00	9635.00	5.73%	edad 28 días
M-05	9078.00	9078.00	9599.00	5.74%	edad 28 días
M-06	9084.00	9084.00	9626.00	5.97%	edad 28 días
M-10	8916.00	8916.00	9442.00	5.90%	edad 28 días
Promedio (mm)				5.84%	
Absorción Máxima Permitida (%)				15.00%	

Nota. Se obtuvo una absorción promedio de 5.84 %, elaboración propia.

Tabla 35

Ensayo, absorción al bloque con 0.48 % de FPP.

Espécimen N.º	Pesos de la Unidad			Absorción (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 24 h (gr)		
M-01	8806.00	8806.00	9447.00	7.28%	edad 28 días
M-02	9158.00	9158.00	9677.00	5.67%	edad 28 días
M-03	8982.00	8982.00	9524.00	6.03%	edad 28 días
M-04	8990.00	8990.00	9522.00	5.92%	edad 28 días
M-05	8962.00	8962.00	9496.00	5.96%	edad 28 días
Promedio (mm)				6.17%	
Absorción Máxima Permitida (%)				15.00%	

Nota. Se obtuvo una absorción promedio de 6.17 %, elaboración propia.

Comparación general de Absorción entre los bloques patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de FPP, con el objetivo de identificar detalladamente las diferencias entre los elementos.

Tabla 36

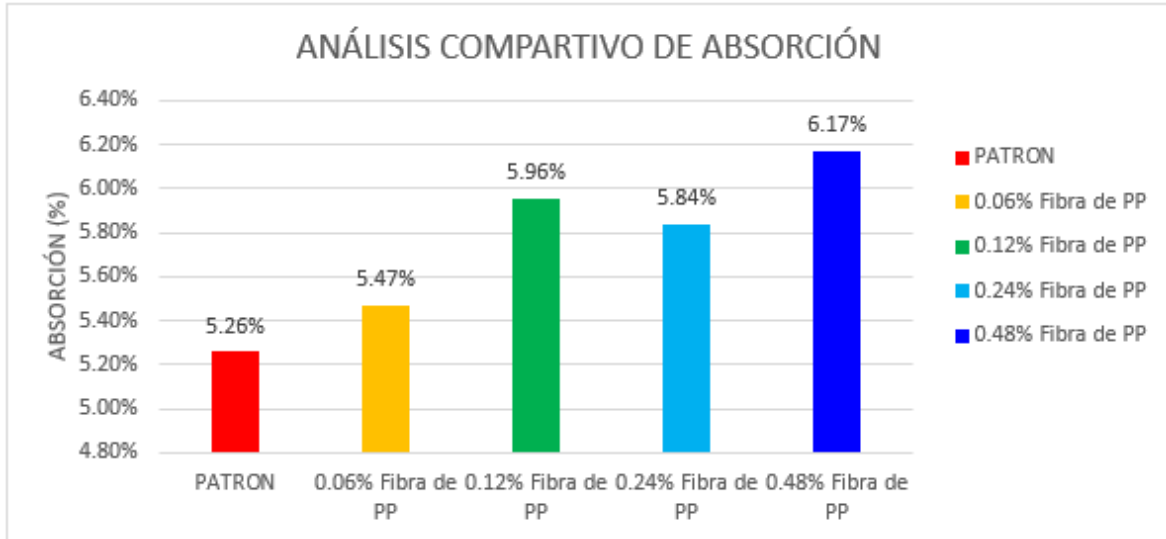
Ensayo de absorción general.

Especimen N.º	Absorción (%)				
	Patrón	0.06% FPP	0.12% FPP	0.24% FPP	0.48% FPP
M-01	5.27%	5.52%	6.16%	5.85%	7.28%
M-02	5.03%	5.38%	5.71%	5.73%	5.67%
M-03	5.28%	5.45%	6.18%	5.74%	6.03%
M-04	5.25%	5.62%	5.82%	5.97%	5.92%
M-05	5.47%	5.37%	5.91%	5.90%	5.96%
Promedio (mm)	5.26%	5.47%	5.96%	5.84%	6.17%
Absorción Máxima Permitida (%)	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%

Nota. Se obtuvo diferencias en su capacidad de retención de agua. Reflejando el impacto de las diferentes adiciones de fibra, a medida que se incrementa la fibra, la absorción también experimenta un aumento de 0.60 % respecto al patrón, donde, el bloque patrón obtiene 5.26 %, mientras que con 0.48 % de fibra 6.17 %, determinando que el incremento de absorción se debe a la influencia de las microfibras de polipropileno que modifican la microestructura del concreto, incrementando su porosidad y facilitando la entrada de agua, elaboración propia.

Figura 31

Análisis comparativo general de absorción.



Nota. Se muestra una tendencia creciente en los valores de absorción a medida que aumenta cantidad de fibra de polipropileno, lo que genera un crecimiento en la porosidad del concreto , por lo tanto, facilita una mayor entrada de agua, del mismo modo, el aumento en la cantidad de fibra conduce a una disminución del peso de los bloques de concreto, dado que las fibras contribuyen a la creación de espacios vacíos dentro de la estructura del material, elaboración propia.

Humedad Natural

Se refiere al contenido de agua presente en el concreto en su estado natural, es decir, el agua que se encuentra en los poros del material después de su curado sin contar el agua añadida durante la mezcla o el proceso de curado. Un contenido de humedad adecuado es esencial para la hidratación completa del cemento lo que permite alcanzar la máxima resistencia del concreto. Si el concreto pierde agua demasiado rápido puede no alcanzar la resistencia esperada, y si se mantiene demasiado húmedo puede ser susceptible a la

formación de fisuras, así mismo, la humedad natural del concreto también influye en su durabilidad, un exceso de humedad o un secado demasiado rápido provoca la aparición de grietas, la corrosión de las armaduras internas o la pérdida de cohesión entre los componentes del concreto.

Tabla 37

Resultado, humedad natural del bloque patrón.

Espécimen N.º	Pesos de la Unidad		Humedad Natural (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)		
M-03	9543.00	9414.00	1.37%	edad 28 días
M-04	9382.00	9245.00	1.48%	edad 28 días
M-05	9598.00	9462.00	1.44%	edad 28 días
M-06	9253.00	9119.00	1.47%	edad 28 días
M-07	9229.00	9103.00	1.38%	edad 28 días
Promedio			1.43%	

Nota. Se obtuvo una humedad natural promedio de 1.43 %, elaboración propia.

Tabla 38

Resultado, humedad natural del bloque con 0.06 % de FPP.

Espécimen N.º	Pesos de la Unidad		Humedad Natural (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)		
M-02	9281.00	9238.00	0.47%	edad 28 días
M-04	9200.00	9153.00	0.51%	edad 28 días
M-05	9125.00	9090.00	0.39%	edad 28 días
M-06	9106.00	9078.00	0.31%	edad 28 días
M-10	9229.00	9179.00	0.54%	edad 28 días
Promedio			0.44%	

Nota. Se obtuvo una humedad natural promedio de 0.44 %, elaboración propia.

Tabla 39

Resultado, humedad natural del bloque con 0.12 % de FPP.

Espécimen N.º	Pesos de la Unidad		Humedad Natural (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)		
M-01	9172.00	9065.00	1.18%	edad 28 días
M-02	9298.00	9252.00	0.50%	edad 28 días
M-03	9168.00	9100.00	0.75%	edad 28 días
M-05	9132.00	9072.00	0.66%	edad 28 días
M-06	9207.00	9198.00	0.10%	edad 28 días
Promedio			0.64%	

Nota. Se obtuvo una humedad natural promedio de 0.64%, elaboración propia.

Tabla 40

Resultado, humedad natural del bloque con 0.24 % de FPP.

Especimen N.º	Pesos de la Unidad		Humedad Natural (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)		
M-05	9109.00	9078.00	0.34%	edad 28 días
M-06	9102.00	9084.00	0.20%	edad 28 días
M-08	9103.00	9088.00	0.17%	edad 28 días
M-09	8942.00	8909.00	0.37%	edad 28 días
M-10	8942.00	8916.00	0.29%	edad 28 días
Promedio			0.27%	

Nota. Se obtuvo una humedad natural promedio de 0.27 %, elaboración propia.

Tabla 41

Resultado, humedad natural del bloque con 0.48 % de FPP.

Especimen N.º	Pesos de la Unidad		Humedad Natural (%)	Observaciones
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)		
M-01	8919.00	8875.00	0.50%	edad 28 días
M-02	9185.00	9158.00	0.29%	edad 28 días
M-03	9036.00	8982.00	0.60%	edad 28 días
M-04	9021.00	8990.00	0.34%	edad 28 días
M-10	9074.00	9045.00	0.32%	edad 28 días
Promedio			0.41%	

Nota. Se obtuvo una humedad natural promedio de 0.41 %, elaboración propia.

Comparación general de la humedad natural entre bloque patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de FPP, con el fin de identificar detalladamente las diferencias entre los elementos.

Tabla 42

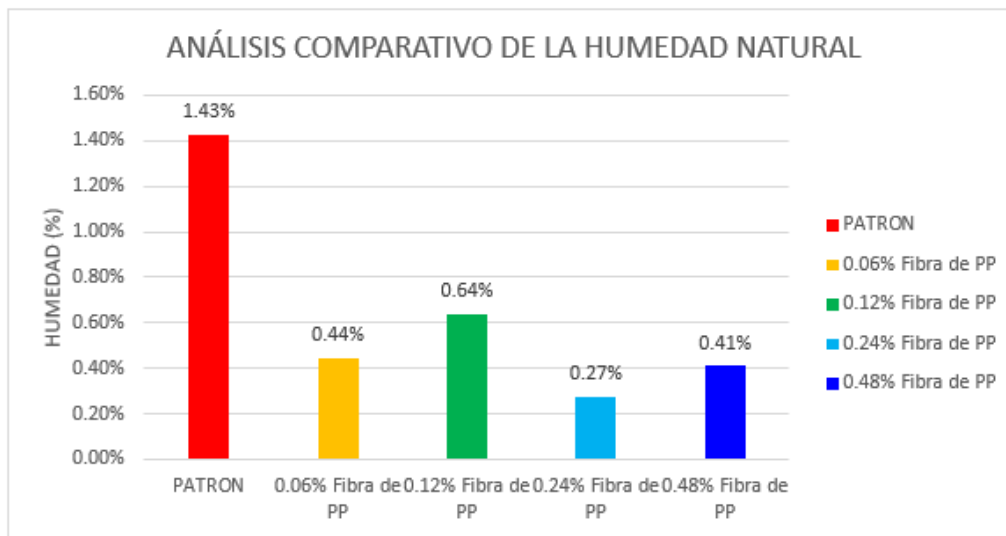
Ensayo general de la humedad natural

Especimen N.º	Humedad Natural (%)				
	Patrón	0.06% FPP	0.12% FPP	0.24% FPP	0.48% FPP
M-01	1.37%	0.47%	1.18%	0.34%	0.50%
M-02	1.48%	0.51%	0.50%	0.20%	0.29%
M-03	1.44%	0.39%	0.75%	0.17%	0.60%
M-04	1.47%	0.31%	0.66%	0.37%	0.34%
M-05	1.38%	0.54%	0.10%	0.29%	0.32%
Promedio	1.43%	0.44%	0.64%	0.27%	0.41%

Nota. Se obtuvo una humedad natural para el bloque patrón 1.43 %, mientras que, para 0.48 % con fibra obtuvo 0.41 %, determinando que la fibra ocasiona la disminución de la humedad natural en un 0.99 % respecto al patrón, elaboración propia.

Figura 32

Análisis comparativo general de humedad natural.



Nota. Se obtuvo que el bloque patrón logró el mayor valor promedio 1.43 %, determinando que las micro fibras a medida que van incrementando en la dosificación reducen la capacidad de humedad natural, elaboración propia.

Área de vacíos en unidades perforadas

Este ensayo tiene como objetivo determinar el área bruta perforada del bloque hueco de concreto, lo cual está relacionado con la resistencia del bloque según (Norma E.070 Albañilería, 2020) y se clasifica como unidad hueca al bloque de concreto que posee más del 30% de área bruta de perforaciones.

Tabla 43

Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque patrón.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento				Su (g)	Sc (g)	Vs (ml)	Área de Vacíos (%)	Observaciones
	Largo ("L" en: cm)	Ancho ("A" en: cm)	Altura ("H" en: cm)	Volumen ("Vu")					
	L. Promedio	A. Promedio	H. Promedio	Vu (cm3)					
M-01	40.10	12.00	19.90	9575.88	7111.00	710.00	5007.75	52.30	Unidad Hueca
M-02	40.05	11.93	19.78	9444.47	6968.00	710.00	4907.04	51.96	Unidad Hueca
M-03	40.10	12.03	19.95	9619.94	7152.00	710.00	5036.62	52.36	Unidad Hueca
M-04	40.10	12.03	19.85	9571.72	7096.00	710.00	4997.18	52.21	Unidad Hueca
M-05	40.08	12.00	20.13	9678.11	7125.00	710.00	5017.61	51.84	Unidad Hueca
Volumen Promedio de Alveolos (%)							VPA =	52.13	
Volumen máximo de Alveolos (%)							VMA =	30.00	

Nota. Se obtuvo un área de vacíos promedio de 52.13 %, mostrando un valor mayor al 30 % de alveolos, afirmando que es un bloque hueco de concreto, elaboración propia.

Tabla 44

Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.06 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento				Su (g)	Sc (g)	Vs (ml)	Área de Vacíos (%)	Observaciones
	Largo ("L" en: cm)	Ancho ("A" en: cm)	Altura ("H" en: cm)	Volumen ("Vu")					
	L. Promedio	A. Promedio	H. Promedio	Vu (cm3)					
M-06	40.10	11.98	19.93	9567.94	7099.00	710.00	4999.30	52.25	Unidad Hueca
M-07	40.10	12.00	20.03	9636.03	7100.00	710.00	5031.69	52.22	Unidad Hueca
M-08	40.15	12.03	19.90	9607.79	7110.00	710.00	5000.00	52.04	Unidad Hueca
M-09	40.15	11.98	20.10	9664.00	7130.00	710.00	5007.04	51.81	Unidad Hueca
M-10	40.15	11.98	20.08	9651.98	7205.00	710.00	5021.13	52.02	Unidad Hueca
Volumen Promedio de Alveolos (%)							VPA =	52.07	
Volumen máximo de Alveolos (%)							VMA =	30.00	

Nota. Se obtuvo un área de vacíos promedio de 52.07 %, superando el 30 % de alveolos, de manera que, son considerados bloques huecos de concreto, elaboración propia.

Tabla 45

Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.12 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento				Su (g)	Sc (g)	Vs (ml)	Área de Vacíos (%)	Observaciones
	Largo ("L" en: cm)	Ancho ("A" en: cm)	Altura ("H" en: cm)	Volumen ("Vu")					
	L. Promedio	A. Promedio	H. Promedio	Vu (cm3)					
M-06	40.15	12.00	19.80	9539.64	6954.00	710.00	4897.18	51.34	Unidad Hueca
M-07	40.13	12.00	20.00	9630.00	7005.00	710.00	4933.10	51.23	Unidad Hueca
M-08	40.13	12.00	19.90	9581.85	7026.00	710.00	4947.89	51.64	Unidad Hueca
M-09	40.10	12.00	19.88	9563.85	6935.00	710.00	4883.80	51.07	Unidad Hueca
M-10	40.15	12.00	19.75	9515.55	6987.00	710.00	4920.42	51.71	Unidad Hueca
Volumen Promedio de Alveolos (%)							VPA =	51.39	
Volumen máximo de Alveolos (%)							VMA =	30.00	

Nota. Se obtuvo un área de vacíos de 51.39 %, superando el 30 % de alveolos, por lo que se considera bloques huecos de concreto, elaboración propia.

Tabla 46

Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.24 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento				Su (g)	Sc (g)	Vs (ml)	Área de Vacíos (%)	Observaciones
	Largo ("L" en: cm)	Ancho ("A" en: cm)	Altura ("H" en: cm)	Volumen ("Vu")					
	L. Promedio	A. Promedio	H. Promedio	Vu (cm3)					
M-06	40.10	11.98	20.12	9659.17	7049.00	710.00	4964.08	51.39	Unidad Hueca
M-07	40.15	12.00	19.93	9599.87	7021.00	710.00	4944.37	51.50	Unidad Hueca
M-08	40.13	12.05	19.80	9573.42	6959.00	710.00	4900.70	51.19	Unidad Hueca
M-09	40.08	12.00	19.93	9581.93	6992.00	710.00	4923.94	51.39	Unidad Hueca
M-10	40.10	12.00	19.80	9527.76	6945.00	710.00	4890.85	51.33	Unidad Hueca
Volumen Promedio de Alveolos (%)							VPA =	51.36	
Volumen máximo de Alveolos (%)							VMA =	30.00	

Nota. Se obtuvo un área de vacíos promedio de 51.36 %, superando el 30 % de alveolos, por lo que, se le considera como bloques huecos de concreto, elaboración propia.

Tabla 47

Resultado, área de vacíos en unidades perforadas del bloque con 0.48 % de FPP.

Especimen N.º	Dimensiones del Elemento			Volumen ("Vu")	Su (g)	Sc (g)	Vs (ml)	Área de Vacíos (%)	Observaciones
	Largo ("L" en: cm)	Ancho ("A" en: cm)	Altura ("H" en: cm)						
	L. Promedio	A. Promedio	H. Promedio						
M-01	40.13	12.00	19.53	9401.29	6772.00	710.00	4769.01	50.73	Unidad Hueca
M-02	40.10	12.03	19.98	9631.99	6893.00	710.00	4854.23	50.40	Unidad Hueca
M-03	40.20	11.95	20.00	9607.80	6915.00	710.00	4869.72	50.69	Unidad Hueca
M-04	40.10	12.00	20.08	9660.09	6865.00	710.00	4834.51	50.05	Unidad Hueca
M-05	40.15	11.93	19.93	9539.87	6926.00	710.00	4877.46	51.13	Unidad Hueca
Volumen Promedio de Alveolos (%)							VPA =	50.60	
Volumen máximo de Alveolos (%)							VMA =	30.00	

Nota. Se obtuvo un área de vacíos de 50.60 %, superando el 30 % de alveolos, por lo que, se considera bloques huecos de concreto, elaboración propia.

Comparación general de área de vacíos en unidades perforadas del bloque patrón, 0.06 %, 0.12%, 0.24 % y 0.48 % de FPP, con el propósito de identificar detalladamente la influencia y las diferencias entre los elementos.

Tabla 48

Ensayo general de área de vacíos en unidades perforadas.

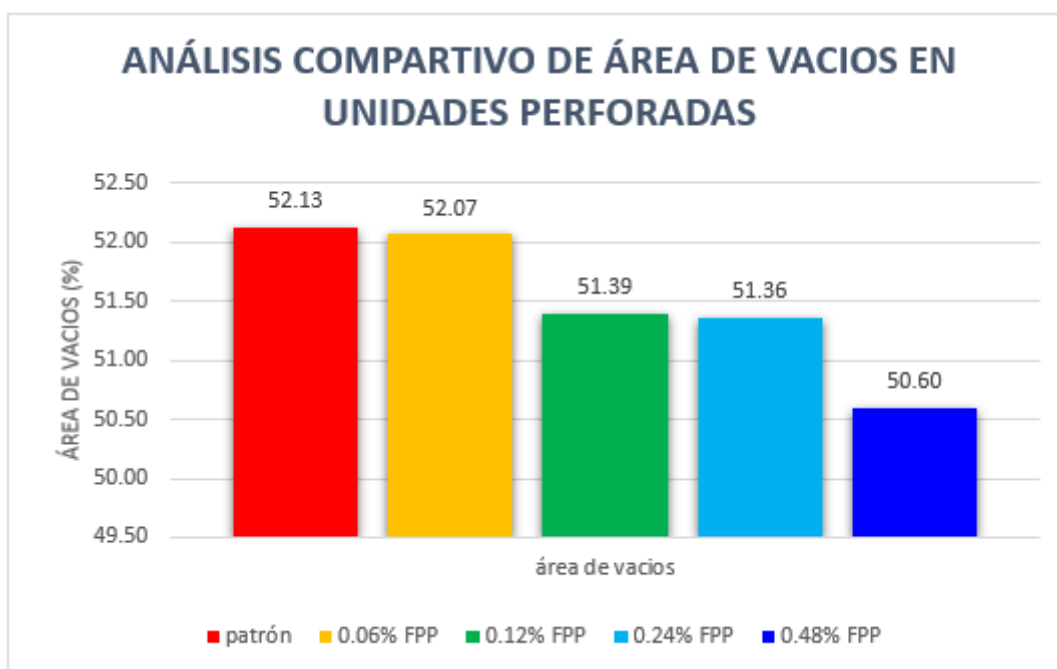
Especimen N.º	Volumen de Vacíos (%)					
	Patrón	+ 0.06 % FPP	+ 0.12 % FPP	+ 0.24 % FPP	+ 0.48 % FPP	
M-01	52.30	52.25	51.34	51.39	50.73	
M-02	51.96	52.22	51.23	51.50	50.40	
M-03	52.36	52.04	51.64	51.19	50.69	
M-04	52.21	51.81	51.07	51.39	50.05	
M-05	51.84	52.02	51.71	51.33	51.13	
Volumen Promedio de Alveolos (%)	VPA =	52.13	52.07	51.39	51.36	50.60
Volumen máximo de Alveolos (%)	VMA =	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00

Nota. La fibra ocasiona que los bloques disminuyan su área de vacíos en un 0.78 % respecto al patrón, estos cambios se deben al impacto producido al momento de desmoldear el bloque

de concreto a la superficie plana, ocasionando la modificación de la sección, así mismo, las fibras hacen que las caras del bloque tengan un acabado uniforme con menos imperfecciones y poros; originando que disminuya el área de vacío del bloque de concreto, elaboración propia.

Figura 33

Análisis comparativo general del área de vacíos en unidades perforadas.



Nota. Al incrementar la fibra tenemos un comportamiento que hace que, disminuya el área de vacíos a causa de que las fibras alteran el acabado de las caras resultando más uniformes sin imperfecciones con pocos poros, también, se debe al impacto producido al momento de desmoldar el bloque de concreto a la superficie plana, donde modifica la sección, elaboración propia.

Respuesta al objetivo específico 3

“Analizar la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del bloque de concreto, según Norma E.070 Albañilería - Abancay 2023”.

Para poder determinar este objetivo fue necesario realizar los ensayos acorde a la (Norma E.070 Albañilería, 2020) y a (NTP 399.613, 2005).

Resistencia a la compresión

(Norma E.070 Albañilería, 2020) lo define como una característica muy importante relacionada con la duración y la calidad del bloque, proporcionándonos una estabilidad y seguridad del muro, asegurando que pueda resistir las fuerzas a las que estará sometidas durante su vida útil.

Se analizaron cinco muestras a los 3, 9, 28 días de edad para cada porcentaje de adición de fibra, los bloques deben tener una resistencia mínima de 20 kg/cm^2 para ser considerados como bloques NP según (Norma E.070 Albañilería, 2020).

Tabla 49

Resultados, resistencia a compresión del bloque patrón.

Especimen N.º	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Área Bruta	Carga Máximo		Resistencia Promedio	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Largo	Ancho		Lectura			
		(día)	(día)	(días)	(grs)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg)	fb (kg/cm ²)	
M-01 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	8974.00	39.90	12.10	482.8	211.80	21597.6	44.73	Edad 28 días
M-02 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9028.00	40.00	12.00	480.0	213.90	21811.7	45.44	Edad 28 días
M-03 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9203.00	40.10	12.00	481.2	214.00	21821.9	45.35	Edad 28 días
M-04 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9100.00	40.00	12.10	484.0	232.80	23739.0	49.05	Edad 28 días
M-05 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9061.00	40.10	11.90	477.2	229.60	23412.7	49.06	Edad 28 días
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería									fb =	46.73		
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =	2.14		
Coeficiente de Variación									Cv =	0.046		
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm ²)									f' b =	44.58		
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima según Norma E-0.70 (kg/cm ²)									f' b =	20.00		

Nota. Se obtuvo a los 28 días de edad un $f' b$ de 44.58 kg/cm² cumpliendo la proyección al 100 % de la resistencia total, del mismo modo, se puede apreciar que el valor obtenido supera el valor mínimo de 20 kg/cm², cumpliendo con la normativa vigente para un bloque NP, elaboración propia.

Tabla 50

Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.06 % de FPP.

Especímen N.º	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Área Bruta	Carga Máxima		Resistencia Promedio	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Largo	Ancho		Lectura			
		(día)	(día)			(días)	(grs)		(cm)	(cm)		
M-05 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	8990.00	39.50	12.00	474.0	205.20	20924.6	44.14	Edad 28 días
M-06 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9180.00	40.10	12.10	485.2	194.10	19792.7	40.79	Edad 28 días
M-07 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9132.00	39.80	12.10	481.6	191.10	19486.8	40.46	Edad 28 días
M-08 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9095.00	40.00	12.00	480.0	193.00	19680.5	41.00	Edad 28 días
M-09 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9025.00	40.10	11.90	477.2	194.20	19802.9	41.50	Edad 28 días
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería									fb =	41.58		
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =	1.48		
Coeficiente de variación									Cv =	0.036		
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm ²)									f' b =	40.10		
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima según Norma E-0.70 (kg/cm ²)									f' b =	20.00		

Nota. A los 28 días de edad se obtuvo un f' b de 40.10 kg/cm² cumpliendo con la proyección del 100 % total de la resistencia final, del mismo modo, supera el valor mínimo de 20 kg/cm², cumpliendo con la normativa vigente para un bloque NP, elaboración propia.

Tabla 51

Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.12 % de FPP.

Especimen N.º	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Área Bruta	Carga Máxima		Resistencia Promedio	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Largo	Ancho		Lectura			
		(día)	(día)			(días)	(grs)		(cm)	(cm)		
M-05 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9136.00	40.00	12.00	480.0	203.90	20792.0	43.32	Edad 28 días
M-06 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9156.00	40.00	12.00	480.0	175.80	17926.6	37.35	Edad 28 días
M-07 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9087.00	40.10	11.90	477.2	190.10	19384.8	40.62	Edad 28 días
M-08 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	8993.00	40.10	12.00	481.2	170.70	17406.6	36.17	Edad 28 días
M-09 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9034.00	40.00	12.00	480.0	177.20	18069.4	37.64	Edad 28 días
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería									fb =	39.02		
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =	2.91		
Coeficiente de variación									Cv =	0.075		
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm ²)									f' b =	36.11		
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima según Norma E-0.70 (kg/cm ²)									f' b =	20.00		

Nota. A los 28 días de edad se obtuvo un $f' b$ de 36.11 kg/cm², cumpliendo la proyección del 100 % de la resistencia total, así mismo, se puede apreciar que supera el valor mínimo de 20 kg/cm² cumpliendo con la normativa vigente para un bloque NP, elaboración propia.

Tabla 52

Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.24 % de FPP.

Especimen N.º	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Área Bruta	Carga Máxima		Resistencia Promedio	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Largo	Ancho		Lectura			
		(día)	(día)			(días)	(grs)		(cm)	(cm)		
M-05 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9012.00	39.90	12.00	478.8	193.40	19721.3	41.19	Cumple Proyección
M-06 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9064.00	40.10	12.00	481.2	199.30	20322.9	42.23	Cumple Proyección
M-08 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9134.00	40.10	12.00	481.2	192.60	19639.7	40.81	Cumple Proyección
M-09 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9105.00	39.90	12.10	482.8	196.50	20037.4	41.50	Cumple Proyección
M-10 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9090.00	40.10	12.00	481.2	198.70	20261.8	42.11	Cumple Proyección
Resistencia a la comprensión de la unidad de albañilería									fb =	41.57		
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =	0.60		
Coeficiente de variación									Cv =	0.014		
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm ²)									f' b =	40.97		
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima según Norma E-0.70 (kg/cm ²)									f' b =	20.00		

Nota. A los 28 días de edad obtuvo un f' b de 40.97 kg/cm² cumpliendo la proyección del 100% de la resistencia total, del mismo modo, se puede apreciar que ha superado el valor mínimo de 20 kg/cm² cumpliendo con la normativa vigente para un bloque NP, elaboración propia.

Tabla 53

Resultados, resistencia a compresión del bloque con 0.48 % de FPP.

Espécimen N.º	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Área Bruta	Carga Máxima		Resistencia Promedio	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Largo	Ancho		Lectura			
		(día)	(día)			(días)	(grs)		(cm)	(cm)		
M-03 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9080.00	39.50	12.00	474.0	182.80	18640.4	39.33	Edad 28 días
M-04 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9096.00	40.10	12.00	481.2	197.30	20119.0	41.81	Edad 28 días
M-08 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9128.00	39.90	12.10	482.8	182.80	18640.4	38.61	Edad 28 días
M-09 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9187.00	40.00	12.10	484.0	188.90	19262.4	39.80	Edad 28 días
M-10 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9201.00	40.00	11.90	476.0	190.50	19425.6	40.81	Edad 28 días
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería									fb =	40.07		
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =	1.26		
Coeficiente de variación									Cv =	0.031		
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm ²)									f' b =	38.81		
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima según Norma E-0.70 (kg/cm ²)									f' b =	20.00		

Nota. A los 28 días de edad obtuvo un $f'b$ de 38.81 kg/cm², cumpliendo la proyección del 100 % de la resistencia total, del mismo modo, se puede apreciar que supera el valor mínimo de 20 kg/cm², cumpliendo con la normativa vigente para un bloque NP, elaboración propia.

Comparación general de la resistencia compresión del bloque patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de FPP con el objetivo de identificar la influencia y las diferencias entre los elementos.

Tabla 54

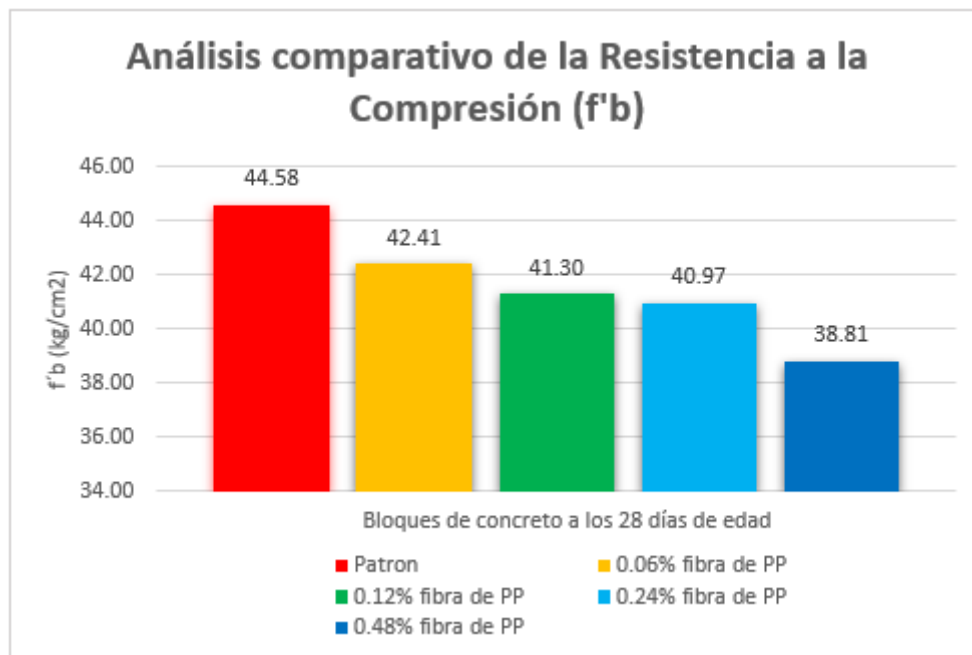
Ensayo general de resistencia a compresión.

Resistencia a compresión del bloque de concreto						
		Patrón	0.06% FPP	0.12% FPP	0.24% FPP	0.48% FPP
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería	fb =	46.73	43.06	41.99	41.57	40.07
Desviación estándar (kg/cm ²)	σ =	2.14	0.65	0.70	0.6	1.26
Coefficiente de Variación	Cv =	0.046	0.015	0.017	0.014	0.031
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm²)	f' b =	44.58	42.41	41.30	40.97	38.81

Nota. La fibra origina que, la resistencia a compresión del bloque disminuya en un 3.71 kg/cm² respecto al patrón, a causa de que estas fibras alteran la estructura del concreto, por lo tanto, lo que falla es la matriz del concreto, la pasta de cemento, así mismo, se pudo determinar que el concreto convencional falla de manera explosiva por tener una capacidad de deformación muy frágil, sin embargo, las fibras aportaron una capacidad de deformación más dúctil. Concluyendo que disminuye hasta un 11 %, elaboración propia.

Figura 34

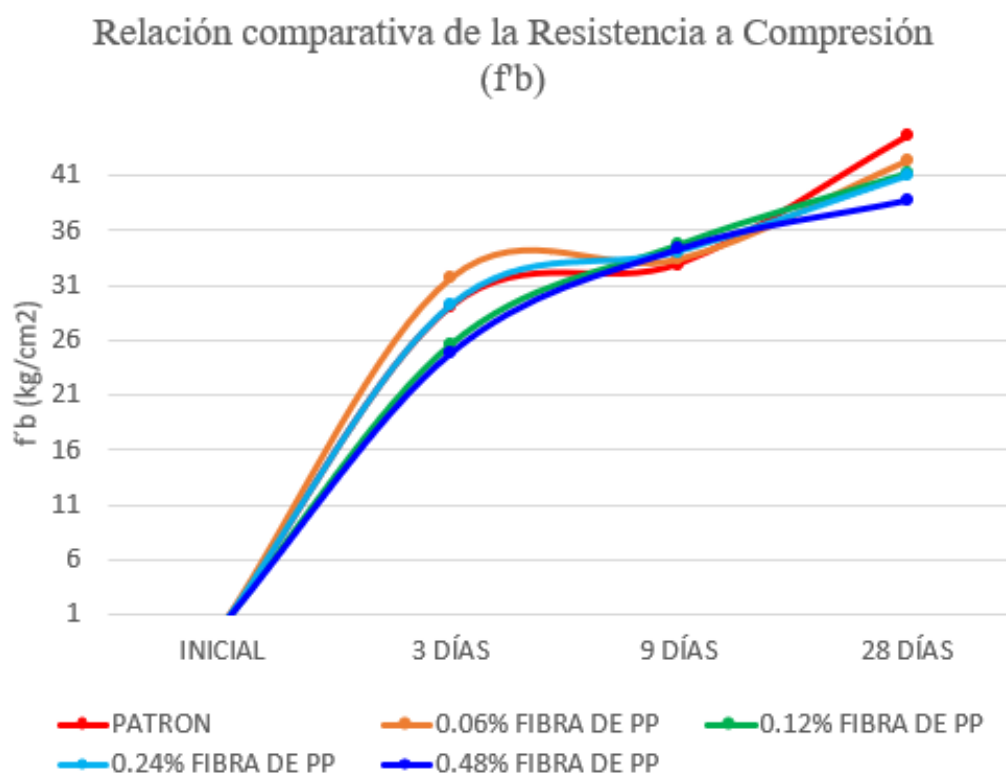
Análisis comparativo general de la resistencia a compresión.



Nota. En comparación con el concreto convencional las fibras originan que reduzca la capacidad de resistir a compresión, debido a que, lo primero que falla es la matriz del concreto, su pasta de cemento. Si bien cierto que la fibra minimiza la resistencia, por otro lado, estas fibras mejoran e incrementan la capacidad de deformación del bloque de concreto, a obtener una falla dúctil, elaboración propia.

Figura 35

Relación comparativa general de la resistencia a compresión del bloque.



Nota. El bloque convencional respecto a los con fibra, presentan un comportamiento en descenso reduciendo gradualmente la resistencia al alcanzar una edad de 28 días, a los 9 días presentan un comportamiento inverso, y a los 3 primeros días inicialmente superan la resistencia, sin embargo, finalizó disminuyendo la resistencia a mayor cantidad de fibra, llegando a concluir que, las fibras disminuyen la resistencia a compresión a causa de que lo primero que falla es la matriz del concreto, su pasta de cemento, elaboración propia.

Resistencia a flexión

Este ensayo está relacionado con la resistencia a flexión del bloque, que nos define su comportamiento ante este tipo de cargas que origina el este efecto a flexión. Se sometió a ensayarlos a los 3, 9 y 28 días de edad, con 5 muestras representativas por cada proporción según (NTP 399.613, 2005). Posteriormente se calcula y registra la carga de rotura, por la unidad de ancho de cada bloque.

Tabla 55

Resultados, resistencia a flexión del bloque patrón.

Especimen N.º	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Peso (grs)	Dimensiones		Distancia Entre Apoyos (cm)	Carga Máxima		Resistencia a Flexión S (kg/cm ²)	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Altura	Ancho		Lectura (P)			
		(día)	(día)			(cm)	(cm)		(kN)	(kg)		
M-01 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9212.00	19.90	12.00	38.10	10.25	1044.70	12.56	Edad 28 días
M-02 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9120.00	19.78	12.00	38.05	9.63	981.99	11.94	Edad 28 días
M-03 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9174.00	19.95	12.00	38.10	9.94	1013.34	12.13	Edad 28 días
M-04 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9196.00	19.85	12.00	38.10	9.74	993.46	12.01	Edad 28 días
M-05 (Patrón)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9200.00	20.13	12.00	38.08	9.86	1005.69	11.82	Edad 28 días
Resistencia a flexión promedio de las unidades de albañilería (kg/cm ²)									p(prom) =		12.09	
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =		0.29	

Nota. Se obtuvo una resistencia a flexión de 12.09 kg/cm², donde, se evaluaron 5 especímenes a una edad de 28 días considerando un adecuado curado y manipulación del bloque, elaboración propia.

Tabla 56

Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.06 % de FPP.

Especímen N°	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Peso (grs)	Dimensiones		Distancia Entre Apoyos (cm)	Carga Máxima		Resistencia a Flexión S (kg/cm ²)	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Altura	Ancho		Lectura (P)			
		(día)	(día)			(cm)	(cm)		(kN)	(kg)		
M-05 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	8990.00	19.80	12.00	38.10	12.54	1278.72	15.53	Edad 28 días
M-06 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9180.00	19.90	12.10	38.10	11.80	1203.26	14.35	Edad 28 días
M-07 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9025.00	19.95	12.00	38.10	12.10	1233.86	14.76	Edad 28 días
M-08 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9058.00	19.85	12.10	38.10	11.90	1213.46	14.55	Edad 28 días
M-09 (0.06%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9134.00	19.90	12.00	38.10	12.40	1264.45	15.21	Edad 28 días
Resistencia a flexión promedio de las unidades de albañilería									p(prom) =		14.88	
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =		0.48	

Nota. Se obtuvo una resistencia a flexión de 14.88 kg/cm², donde, se evaluaron 5 especímenes a una edad de 28 días considerando un adecuado curado y manipulación del bloque, elaboración propia.

Tabla 57

Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.12 % de FPP.

Especimen N°	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Distancia Entre Apoyos	Carga Máxima		Resistencia a Flexión	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Altura	Ancho		Lectura (P)			
		(día)	(día)			(cm)	(cm)		(kN)	(kg)		
M-05 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	8995.00	19.90	12.10	38.18	12.54	1278.72	15.28	Edad 28 días
M-06 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9170.00	19.95	12.00	38.15	12.39	1263.43	15.14	Edad 28 días
M-07 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9195.00	20.00	12.00	38.20	12.49	1273.63	15.20	Edad 28 días
M-08 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9130.00	20.03	12.10	38.13	12.24	1248.13	14.71	Edad 28 días
M-09 (0.12%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9158.00	19.80	12.00	38.15	12.30	1254.25	15.26	Edad 28 días
Resistencia a flexión promedio de las unidades de albañilería									p(prom) =		15.12	
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =		0.23	

Nota. Se obtuvo una resistencia a flexión de 15.12 kg/cm², donde, se evaluaron 5 especímenes a una edad de 28 días considerando un adecuado curado y manipulación del bloque, elaboración propia.

Tabla 58

Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.24 % de FPP.

Especimen N°	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Distancia Entre Apoyos	Carga Máxima		Resistencia a Flexión	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Altura	Ancho		Lectura (P)			
		(día)	(día)			(cm)	(cm)		(kN)	(kg)		
M-01 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9023.00	19.95	12.00	38.10	12.78	1303.20	15.59	Edad 28 días
M-02 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9169.00	19.98	12.10	38.15	12.32	1256.29	14.89	Edad 28 días
M-03 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9158.00	19.85	12.00	38.13	12.69	1294.02	15.65	Edad 28 días
M-04 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9008.00	19.90	12.00	38.13	12.46	1270.57	15.29	Edad 28 días
M-05 (0.24%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9137.00	19.95	12.10	38.10	12.53	1277.70	15.16	Edad 28 días
Resistencia a flexión promedio de las unidades de albañilería									p(prom) =		15.32	
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =		0.31	

Nota. Se obtuvo una resistencia promedio de 15.32 kg/cm², donde, se evaluaron 5 especímenes a una edad de 28 días considerando un adecuado curado y manipulación del bloque, elaboración propia.

Tabla 59

Resultados, resistencia a flexión del bloque con 0.48 % de FPP.

Especimen N°	Tipo de Elemento	Fecha de Ensayo		Edad	Peso	Dimensiones		Distancia Entre Apoyos	Carga Máxima		Resistencia a Flexión S (kg/cm ²)	Observaciones
		Moldeo	Rotura			Altura	Ancho		Lectura (P)			
		(día)	(día)			(cm)	(cm)		(kN)	(kg)		
--M-05 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9245.00	19.53	12.00	38.13	13.20	1346.03	16.83	Edad 28 días
M-06 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9205.00	19.98	12.00	38.10	12.27	1251.19	14.93	Edad 28 días
M-05 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9087.00	20.00	12.10	38.20	13.40	1366.42	16.18	Edad 28 días
M-06 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9067.00	20.75	12.00	38.10	13.00	1325.63	14.66	Edad 28 días
M-06 (0.48%)	Bloqueta	25/10/23	22/11/23	28.00	9147.00	19.93	12.00	38.15	12.70	1295.04	15.56	Edad 28 días
Resistencia a flexión promedio de las unidades de albañilería									p(prom) =	15.63		
Desviación estándar (kg/cm ²)									σ =	0.89		

Nota. Se obtuvo una resistencia a flexión de 15.63 kg/cm², donde, se evaluaron 5 especímenes a una edad de 28 días considerando un adecuado curado y manipulación del bloque, elaboración propia.

Comparación general de resistencia a flexión entre bloque patrón, 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 % de FPP, con el objetivo de identificar la influencia y las diferencias entre los elementos de manera más detallada.

Tabla 60

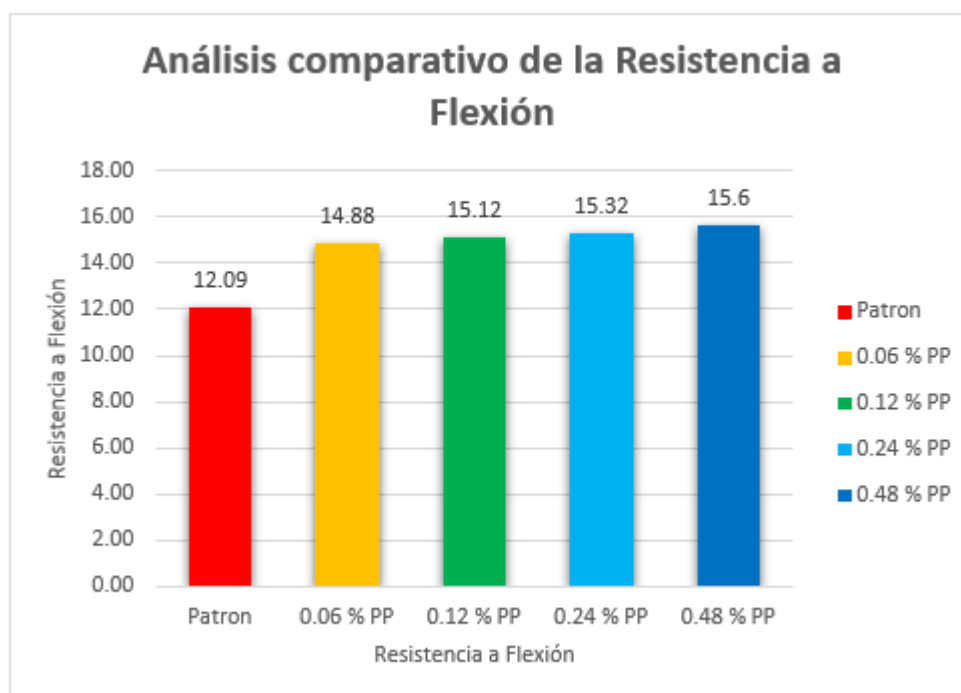
Ensayo general de resistencia a flexión.

		Resistencia a flexión del bloque de concreto				
		Patrón	0.06% FPP	0.12% FPP	0.24% FPP	0.48% FPP
Resistencia a flexión de la unidad de albañilería	S =	12.09	14.88	15.12	15.32	15.63
S(kg/cm ²)						

Nota. La fibra da origen a que el bloque convencional de concreto mejore e incremente la resistencia a flexión en un 3.15 kg/cm² respecto al patrón, demostrando un mejor comportamiento gracias a su refuerzo tridimensional producido por una repartición de fibras aleatoriamente, permitiendo mayor resistencia a las cargas sometidas al bloque, logrando obtener un valor máximo de 15.63 kg/cm², concluyendo que aumenta hasta un 25 %, por otro lado, estas fibras también mejoran e incrementan la capacidad de deformación del bloque de concreto, obteniendo una falla dúctil, elaboración propia.

Figura 36

Análisis comparativo general de la resistencia a flexión.



Nota. La fibra mejora e incrementa la resistencia a flexión del bloque convencional, a través, de su comportamiento como refuerzo tridimensional originando que soporte mayor carga, así mismo, las fibras también mejoran e incrementan la capacidad de deformación del bloque de concreto, obteniendo una falla dúctil, elaboración propia.

Prueba de Hipótesis

Es el procedimiento estadístico que se realizó para determinar que los resultados son reales, dándole la validez y la confianza.

Variación Dimensional

Análisis de la longitud del bloque.

Tabla 61

Estadígrafos de la variación dimensional largo (%).

Tratamiento	n	Media	S	CV
FPP al 0%	10	-0,22500	0,060381	-0.268360
FPP al 0.6%	10	-0,28750	0,060381	-0.210021
FPP al 0.12%	10	-0,36250	0,070956	-0.195741
FPP al 0.24%	10	-0,28750	0,060381	-0.210021
FPP al 0.48%	10	-0,31250	0,083333	-0.266666
Total	50	-0,29500	0,078895	-0.230162

Nota. Estadígrafo de la longitud del bloque por cada proporción de fibra, elaboración propia.

De la tabla 61, podemos definir que el tratamiento al 0.12% de FPP tiene la mayor variación dimensional promedio de -0.3625% y una desviación estándar de 0.071%, al comparar, la que tiene la menor variación dimensional largo promedio es el tratamiento patrón con una variación dimensional promedio de -0.225 y una mínima desviación estándar.

Hipótesis variación dimensional largo (%)

Hipótesis:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$ (La Var. Dimen. promedio del largo de los 5 Trat. Son iguales)

$H_1 : \mu_i = \mu_j$ para algún $i \neq j$ (La Var. Dimen. promedio del largo al menos una es diferente)

Tabla 62

Análisis de varianza de la variación dimensional largo, según % de FPP.

Tratamientos	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	0,099	4	0,025	5,386	0,001
Dentro de grupos	0,206	45	0,005		
Total	0,305	49			

Nota. Elaboración propia de SPPS.

Dado que el $p = 0.001 < \alpha = 0.01$ (Nivel de significancia), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la nula, en ese entender concluimos que al menos uno de los tratamientos difiere en la variación dimensional promedio largo, por lo que realizaremos la prueba comparaciones múltiples (Ver figura 63).

Tabla 63

Comparaciones múltiples variación dimensional bloques de concreto método de Tukey.

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p
FPP al 0%	FPP al 0.6%	0,062500	0,030277	0,253
	FPP al 0.12%	0,137500*	0,030277	0,000
	FPP al 0.24%	0,062500	0,030277	0,253
	FPP al 0.48%	0,087500*	0,030277	0,044
FPP al 0.6%	FPP al 0%	-0,062500	0,030277	0,253
	FPP al 0.12%	0,075000	0,030277	0,114
	FPP al 0.24%	0,000000	0,030277	1,000
	FPP al 0.48%	0,025000	0,030277	0,921
FPP al 0.12%	FPP al 0%	-0,137500*	0,030277	0,000
	FPP al 0.6%	-0,075000	0,030277	0,114
	FPP al 0.24%	-0,075000	0,030277	0,114

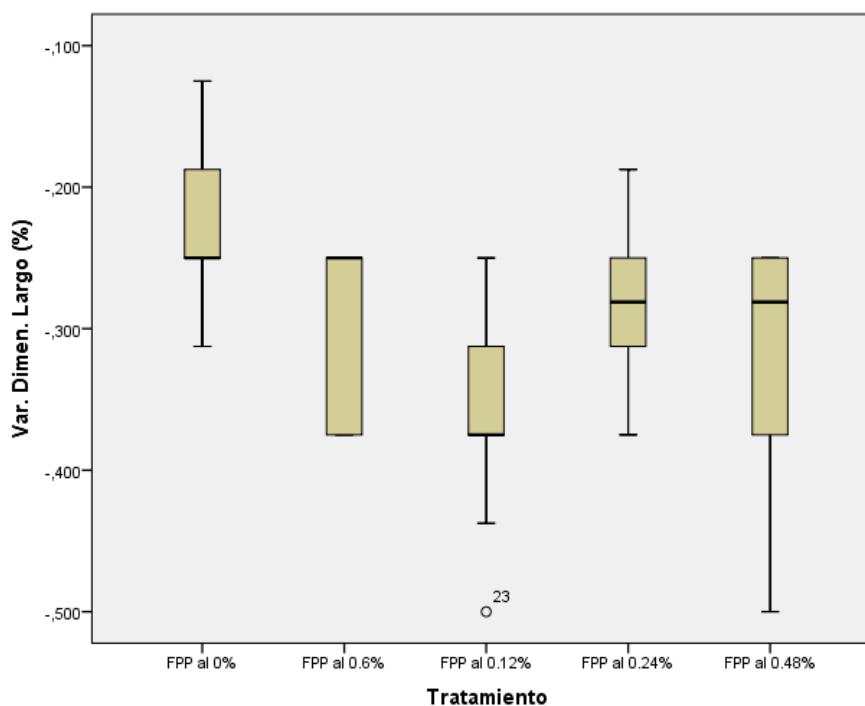
	FPP al 0.48%	-0,050000	0,030277	0,474
	FPP al 0%	-0,062500	0,030277	0,253
	FPP al 0.6%	0,000000	0,030277	1,000
FPP al 0.24%	FPP al 0.12%	0,075000	0,030277	0,114
	FPP al 0.48%	0,025000	0,030277	0,921
	FPP al 0%	-0,087500*	0,030277	0,044
	FPP al 0.6%	-0,025000	0,030277	0,921
FPP al 0.48%	FPP al 0.12%	0,050000	0,030277	0,474
	FPP al 0.24%	-0,025000	0,030277	0,921

Nota. Elaboración propia de SPSS.

De la tabla 63, observamos que el tratamiento patrón tiene una diferencia significativa con los tratamientos FPP al 0.12% y FPP al 0.48% a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Figura 37

Diagrama de cajas, según variación dimensional del bloque con % de FPP.



Nota. Elaboración propia de SPSS.

Análisis del Ancho del Bloque.

Tabla 64

Estadígrafos de la variación dimensional ancho (%).

Tratamiento	n	Media	S	CV
FPP al 0%	10	-0,04167	0,274284	-6.582289
FPP al 0.6%	10	0,06250	0,220698	3.531168
FPP al 0.12%	10	0,04167	0,236519	5.676002
FPP al 0.24%	10	-0,08333	0,244539	-2.934585
FPP al 0.48%	10	0,18750	0,301904	1.610155
Total	50	0,03333	0,264060	0.260090

Nota. Estadígrafo del ancho del bloque por cada proporción de fibra, elaboración propia.

De la tabla 64, podemos definir que, el tratamiento al 0.48% de FPP tiene la mayor variación dimensional promedio ancho 0.1875% y una desviación estándar de 0.302%. En contraste, la que tiene la menor variación dimensional ancho es el tratamiento de FPP al 0.12% con una variación dimensional promedio de ancho de 0.0417 y una de las mínimas desviaciones estándar de 0.2365.

Hipótesis variación dimensional ancho (%)

Hipótesis:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$ (La Var. Dimen. promedio del ancho de los 5 Trat. Son iguales)

$H_1 : \mu_i = \mu_j$ para algún $i \neq j$ (La Var. Dimen. promedio del ancho al menos una es diferente)

Tabla 65

Análisis de varianza de la variación dimensional ancho, según % de FPP.

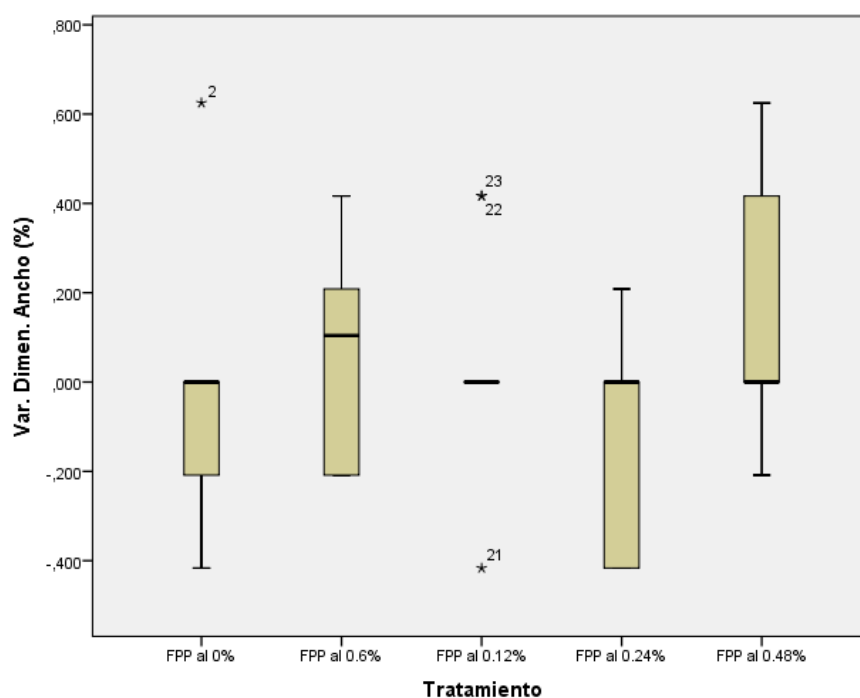
Tratamientos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	0,439	4	0,110	1,660	0,176
Dentro de grupos	2,977	45	0,066		
Total	3,417	49			

Nota. Elaboración propia SPPS

Dado que $p = 0.176 > \alpha = 0.01$ (Nivel de significancia), aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, por lo que, concluimos que la variación dimensional promedio ancho de los 5 tratamientos son iguales con un nivel de significancia de 0.01. Cabe aclarar que la variación dimensional del ancho es menos de 1%.

Figura 38

Diagrama de cajas, según variación dimensional ancho del bloque con % de FPP.



Nota. Elaboración propia SPSS.

Análisis de la Altura del Bloque.

Tabla 66

Estadígrafos de la variación dimensional alto (%).

Tratamiento	n	Media	S	CV
FPP al 0%	10	-0,04167	0,274284	2.605004
FPP al 0.6%	10	0,06250	0,220698	1.802967
FPP al 0.12%	10	0,04167	0,236519	0.962320
FPP al 0.24%	10	-0,08333	0,244539	1.303252
FPP al 0.48%	10	0,18750	0,301904	2.757816
Total	50	0,03333	0,264060	1.886272

Nota. Estadígrafo de la altura del bloque por cada proporción de fibra.

De la tabla 66, podemos definir que, el tratamiento al 0.12% de FPP tiene la mayor variación dimensional promedio alto 0.4625% y una desviación estándar de 0.4858%. En contraste, la que tiene la menor variación dimensional alto es el tratamiento de FPP al 0.6% con una variación dimensional promedio alto de 0.275% y una desviación estándar mínima de 0.4958%.

Hipótesis:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$ (La Var. Dimen. promedio del alto de los 5 Trat. Son iguales)

$H_1 : \mu_i = \mu_j$ para algún $i \neq j$ (La Var. Dimen. promedio del alto al menos una es diferente)

Tabla 67

Análisis de varianza de la variación dimensional alto, según % de FPP

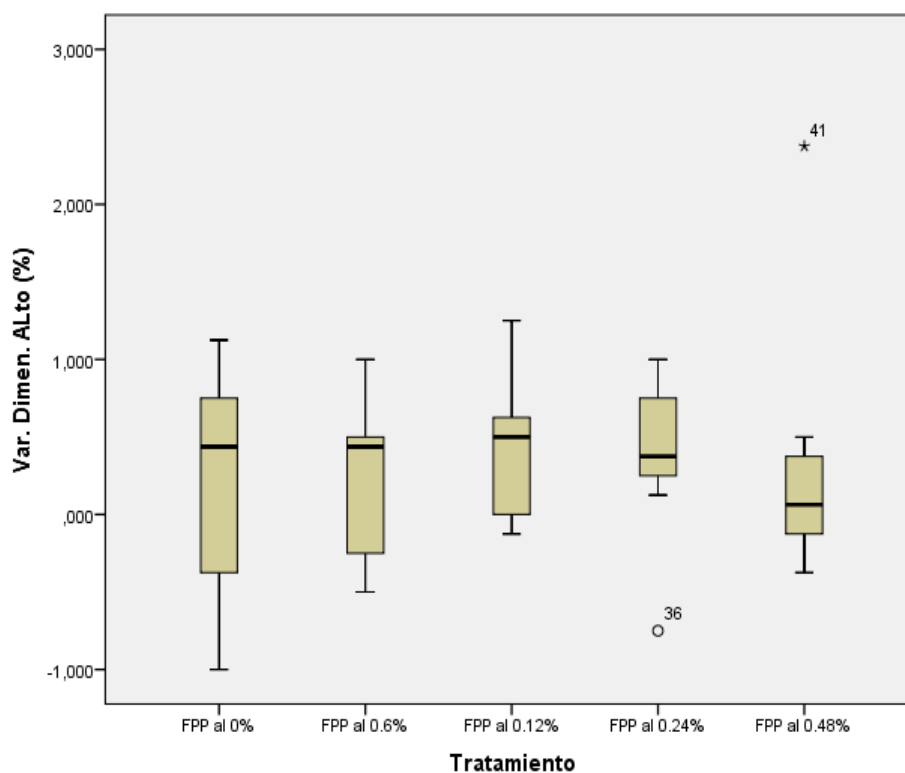
Tratamientos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	0,284	4	0,071	0,193	0,941
Dentro de grupos	16,567	45	0,368		
Total	16,852	49			

Nota. Elaboración propia SPPS.

Dado que $p = 0.941 > \alpha = 0.01$ (Nivel de significancia), aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna por lo que concluimos que la variación dimensional promedio alto de los 5 tratamientos son iguales con un nivel de significancia de 0.01.

Figura 39

Diagrama de cajas, según variación dimensional alto del bloque con % de FPP.



Nota. Elaboración propia SPSS.

Alabeo

Análisis de Alabeo del Bloque

Estadígrafos de alabeo del bloque por cada tratamiento.

Tabla 68

Estadígrafos de alabeo del bloque por cada tratamiento.

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	CV
FPP al 0%	10	1,380	0,21654	0.15691
FPP al 0.6%	10	1,2690	0,22728	0.17910
FPP al 0.12%	10	1,2100	0,29981	0.24777
FPP al 0.24%	10	1,0900	0,25064	0.22994
FPP al 0.48%	10	0,9090	0,23431	0.25776
Total	50	1,0560	0,28936	0.21430

Nota. Estadígrafos del alabeo por cada proporción de fibra, elaboración propia.

De la tabla 68 se observa, que el tratamiento al 0.0% de FPP tiene el mayor alabeo promedio de 1.38 y una desviación estándar de 0.216 mm. En contraste, la que tiene el menor alabeo promedio es el tratamiento 0.48% de FPP con un alabeo promedio de 0.909 con una desviación estándar mínima de 0.2343 mm.

Hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5 \quad (\text{El alabeo promedio de los 10 Trata. son iguales})$$

$$H_1 : \mu_i = \mu_j \text{ para algún } i \neq j \quad (\text{El alabeo promedio al menos una es diferente})$$

Tabla 69

Análisis de varianza según porcentaje de alabeo y tratamientos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,564	4	0,391	6,928	0,000
Dentro de grupos	2,539	45	0,056		
Total	4,103	49			

Nota. Elaboración propia SPSS.

Dado que el $p = 0.000 < \alpha = 0.01$, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la nula por lo que concluimos que al menos uno de los tratamientos difiere en el porcentaje de alabeo, por lo que realizaremos la prueba comparaciones múltiples.

Tabla 70

Comparaciones múltiples de alabeo del bloque por método de Tukey.

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p
0% de FPP	0.6% de FPP	-0,46700*	0,10623	0,001
	0.12% de FPP	-0,40800*	0,10623	0,003
	0.24% de FPP	-0,28800	0,10623	0,068
	0.48% de FPP	-0,10700	0,10623	0,851
0.06% de FPP	0% de FPP	0,46700*	0,10623	0,001

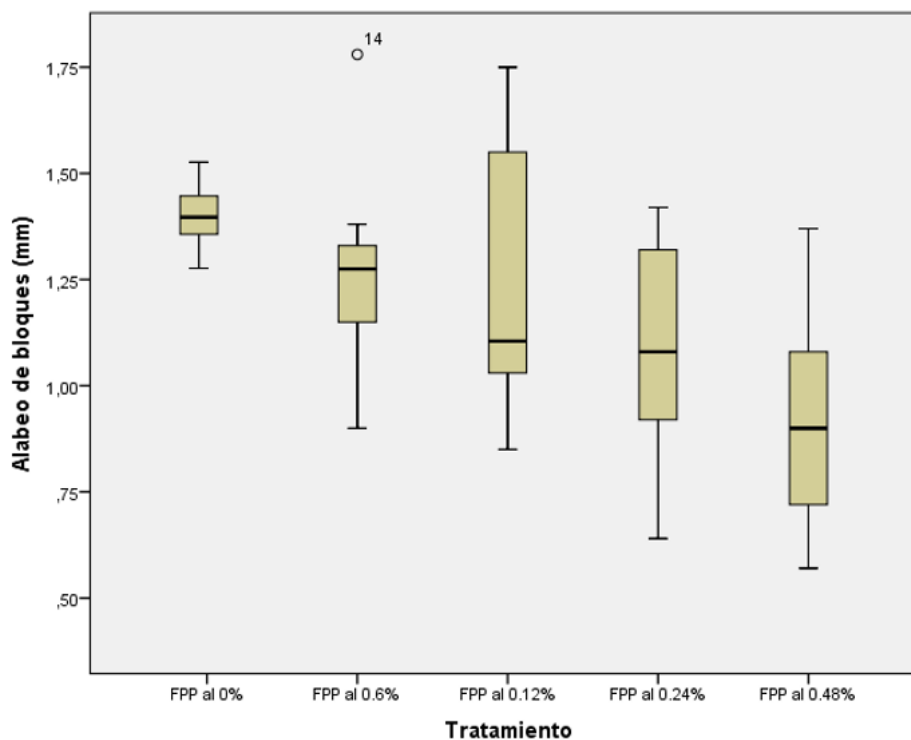
	0.12% de FPP	0,05900	0,10623	0,981
	0.24% de FPP	0,17900	0,10623	0,453
	0.48% de FPP	0,36000*	0,10623	0,012
0.12% de FPP	0% de FPP	0,40800*	0,10623	0,003
	0.6% de FPP	-0,05900	0,10623	0,981
	0.24% de FPP	0,12000	0,10623	0,790
	0.48% de FPP	0,30100	0,10623	0,051
0.24% de FPP	0% de FPP	0,28800	0,10623	0,068
	0.6% de FPP	-0,17900	0,10623	0,453
	0.12% de FPP	-0,12000	0,10623	0,790
	0.48% de FPP	0,18100	0,10623	0,442
0.48% de FPP	0% de FPP	0,10700	0,10623	0,851
	0.6% de FPP	-0,36000*	0,10623	0,012
	0.12% de FPP	-0,30100	0,10623	0,051
	0.24% de FPP	-0,18100	0,10623	0,442

Nota. Elaboración propia SPSS.

De la tabla 70, observamos que el tratamiento patrón tiene una diferencia significativa con los tratamientos FPP al 0.6% y FPP al 0.12%, también el tratamiento FPP al 0.6% tiene una diferencia significativa con el tratamiento FPP al 0.48%, a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Figura 40

Diagrama de cajas, según la absorción del bloque y tratamientos.



Nota. Elaboración propia SPSS.

Absorción

Análisis de Absorción del Bloque

Tabla 71

Estadígrafos de absorción del bloque por cada tratamiento.

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	CV
0% de FPP	5	5,2600	0,15620	0.029696
0.6% de FPP	5	5,4680	0,10426	0.000019
0.12% de FPP	5	5,9560	0,20792	0.000035
0.24% de FPP	5	5,8380	0,10330	0.000018
0.48% de FPP	5	6,1720	0,63409	0.000103
Total	25	5,7388	0,44259	0.005974

Nota. Estadígrafos de la absorción por cada proporción de fibra, elaboración propia.

De la tabla 71, podemos definir que, el tratamiento con 0.48% de FPP tiene la mayor absorción promedio de 6. 172% y la que tiene la menor cantidad de absorción es el tratamiento patrón con una absorción promedio de 5.26%, es decir el tratamiento que no incluye FPP. También determinamos que, a mayor cantidad de fibra se incrementa el porcentaje de absorción.

Tabla 72

Análisis de varianza según porcentaje de absorción y tratamientos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p
Tratamientos	2,736	4	0,684	6,963	0,001
Error	1,965	20	0,098		
Total	4,701	24			

Nota. Elaboración propia SPPS.

Dado que el $p = 0.001 < \alpha = 0.01$, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la nula por lo que concluimos que al menos uno de los tratamientos difiere en el porcentaje

medio de absorción, por lo que realizaremos la prueba comparaciones múltiples (Ver figura 73).

Tabla 73

Comparaciones múltiples de absorción del bloque por método de Tukey.

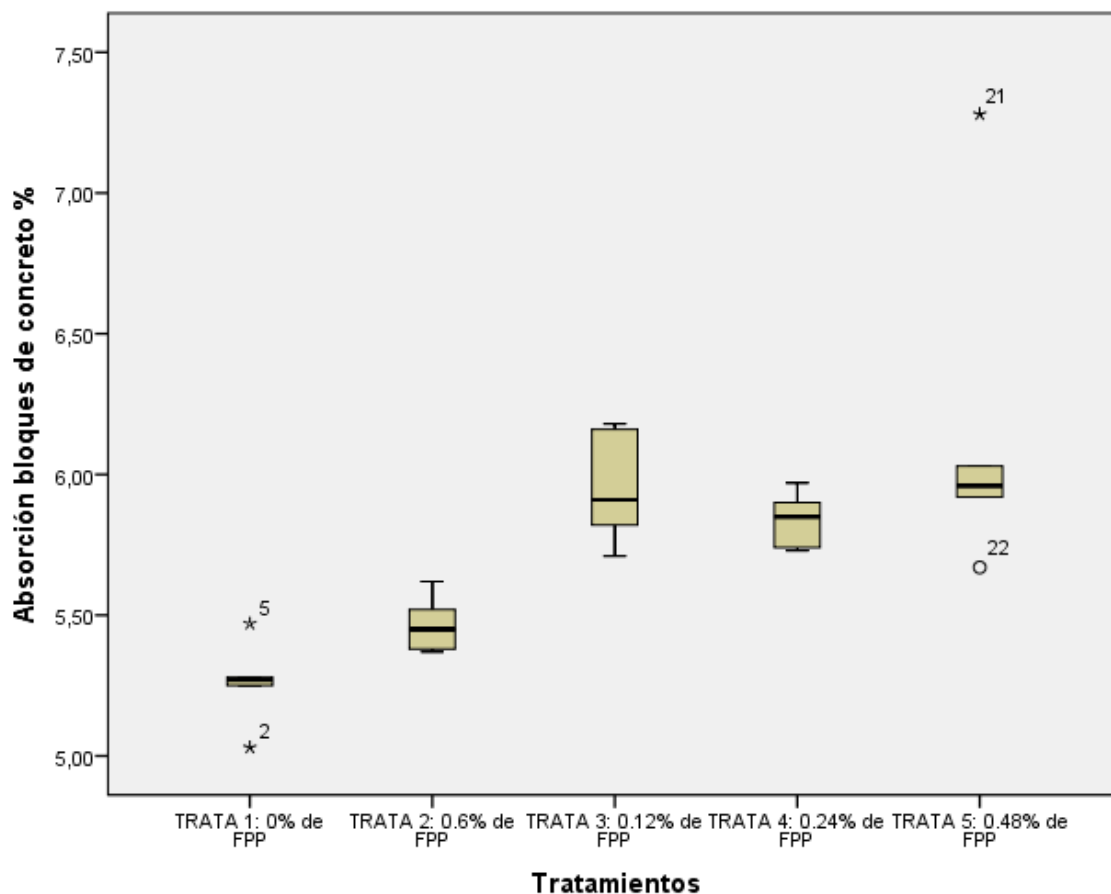
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
0% de FPP	0.6% de FPP	-0,20800	0,19824	0,829
	0.12% de FPP	-0,69600*	0,19824	0,017
	0.24% de FPP	-0,57800	0,19824	0,058
	0.48% de FPP	-0,91200*	0,19824	0,001
0.6% de FPP	0% de FPP	0,20800	0,19824	0,829
	0.12% de FPP	-0,48800	0,19824	0,140
	0.24% de FPP	-0,37000	0,19824	0,366
	0.48% de FPP	-0,70400*	0,19824	0,015
0.12% de FPP	0% de FPP	0,69600*	0,19824	0,017
	0.6% de FPP	0,48800	0,19824	0,140
	0.24% de FPP	0,11800	0,19824	0,974
	0.48% de FPP	-0,21600	0,19824	0,810
0.24% de FPP	0% de FPP	0,57800	0,19824	0,058
	0.6% de FPP	0,37000	0,19824	0,366
	0.12% de FPP	-0,11800	0,19824	0,974
	0.48% de FPP	-0,33400	0,19824	0,465
0.48% de FPP	0% de FPP	0,91200*	0,19824	0,001
	0.6% de FPP	0,70400*	0,19824	0,015
	0.12% de FPP	0,21600	0,19824	0,810
	0.24% de FPP	0,33400	0,19824	0,465

Nota. Elaboración propia SPSS.

Del cuadro 73, observamos que el tratamiento patrón tiene una diferencia significativa de con los tratamientos 3 y 5 a un nivel de significancia de 0.01; También el tratamiento 2 con el tratamiento 5; También el tratamiento 5 con el tratamiento 2.

Figura 41

Diagrama de cajas, según la absorción del bloque y tratamientos.



Nota. Elaboración propia SPPS.

Humedad Natural

Análisis de Humedad Natural del Bloque

Tabla 74

Estadígrafos de humedad natural del bloque por tratamientos.

Tratamientos	Especímenes	Media	Desviación estándar	CV
0% de FPP	5	1,4280	0,05070	0.035504
0.6% de FPP	5	0,4440	0,09370	0.211036
0.12% de FPP	5	0,6380	0,39220	0.614734
0.24% de FPP	5	0,2740	0,08678	0.316715
0.48% de FPP	5	0,4100	0,13379	0.326317
Total	25	0,6388	0,45614	0.300861

Nota. Estadígrafo de la humedad natural por cada proporción de fibra, elaboración propia.

Del cuadro 74, se observa, que el tratamiento patrón tiene la mayor humedad natural promedio (1,4280%) y la que tiene la menor cantidad de humedad natural promedio es el tratamiento con 0.24% de FPP con una humedad natural promedio de 0.274%. Se determina que, a mayor cantidad de fibra disminuye la humedad natural, posteriormente sube, por lo que, su comportamiento en esta variable es irregular.

Tabla 75

Análisis de varianza humedad natural (%).

FV	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p
Trata: % de FPP	4,231	4	1,058	27,748	0,000
Error	0,762	20	0,038		
Total	4,993	24			

Nota. Elaboración propia SPSS.

Dado que el $p = 0.000 < \alpha = 0.01$, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la nula por lo que concluimos que al menos uno de los tratamientos difiere en el porcentaje promedio de humedad, por lo que realizaremos la prueba comparaciones múltiples.

Tabla 76

Comparaciones múltiples de humedad natural del bloque por método de Tukey.

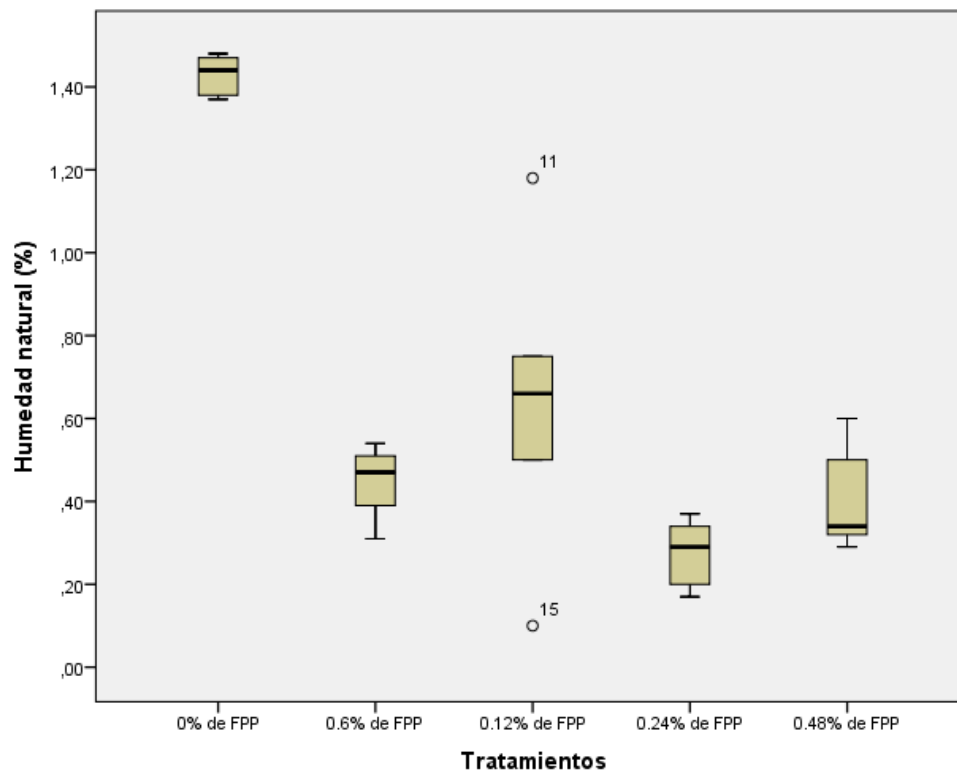
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
0% de FPP	0.6% de FPP	0,98400*	0,12348	0,000
	0.12% de FPP	0,79000*	0,12348	0,000
	0.24% de FPP	1,15400*	0,12348	0,000
	0.48% de FPP	1,01800*	0,12348	0,000
0.6% de FPP	0% de FPP	-0,98400*	0,12348	0,000
	0.12% de FPP	-0,19400	0,12348	0,531
	0.24% de FPP	0,17000	0,12348	0,649
	0.48% de FPP	0,03400	0,12348	0,999
0.12% de FPP	0% de FPP	-0,79000*	0,12348	0,000
	0.6% de FPP	0,19400	0,12348	0,531
	0.24% de FPP	0,36400	0,12348	0,055
	0.48% de FPP	0,22800	0,12348	0,376
0.24% de FPP	0% de FPP	-1,15400*	0,12348	0,000
	0.6% de FPP	-0,17000	0,12348	0,649
	0.12% de FPP	-0,36400	0,12348	0,055
	0.48% de FPP	-0,13600	0,12348	0,804
0.48% de FPP	0% de FPP	-1,01800*	0,12348	0,000
	0.6% de FPP	-0,03400	0,12348	0,999
	0.12% de FPP	-0,22800	0,12348	0,376
	0.24% de FPP	0,13600	0,12348	0,804

Nota. Elaboración propia SPPS.

Del cuadro 76, observamos que el tratamiento patrón tiene una diferencia significativa con todos los demás tratamientos a un nivel de significancia de 0.01.

Figura 42

Diagrama de cajas, según porcentaje de humedad natural y tratamientos.



Nota. Elaboración propia SPSS.

Resistencia a Compresión

Análisis de Resistencia a la Compresión del Bloque de Concreto

Tabla 77

Estadígrafos resistencia a la compresión (kg/cm²) por tratamientos.

Tratamientos	Especímenes	Media	Desviación estándar	CV
FPP al 0%	5	46,7260	2,14358	0.045876
FPP al 0.6%	5	43,0620	0,64627	0.015008
FPP al 0.12%	5	41,9960	0,70016	0.016672
FPP al 0.24%	5	41,5680	0,60293	0.014505
FPP al 0.48%	5	40,0720	1,25770	0.031386
Total	25	42,6848	2,54053	0.024689

Nota. Estadígrafo de la resistencia a compresión por cada proporción de fibra, elaboración propia.

Del cuadro 77, podemos definir que, el tratamiento patrón tiene la mayor resistencia promedio a la compresión (46,7260 kg/cm²) y el tratamiento con 0.48% de FPP tiene la menor resistencia promedio a la compresión de (40.072 kg/cm²). Se determina que, a mayor fibra la resistencia la compresión disminuye.

Tabla 78

Análisis de varianza resistencia a la compresión (kg/cm²).

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	125,110	4	31,277	20,997	0,000
Dentro de grupos	29,793	20	1,490		
Total	154,903	24			

Nota. Elaboración propia SPPS.

Dado que el $p = 0.000 < \alpha = 0.01$, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la nula por lo que concluimos que al menos uno de los tratamientos difiere en la resistencia a la compresión, por lo que, realizaremos la prueba comparaciones múltiples.

Tabla 79

Comparaciones múltiples de resistencia a la compresión de bloques de concreto método de Tukey.

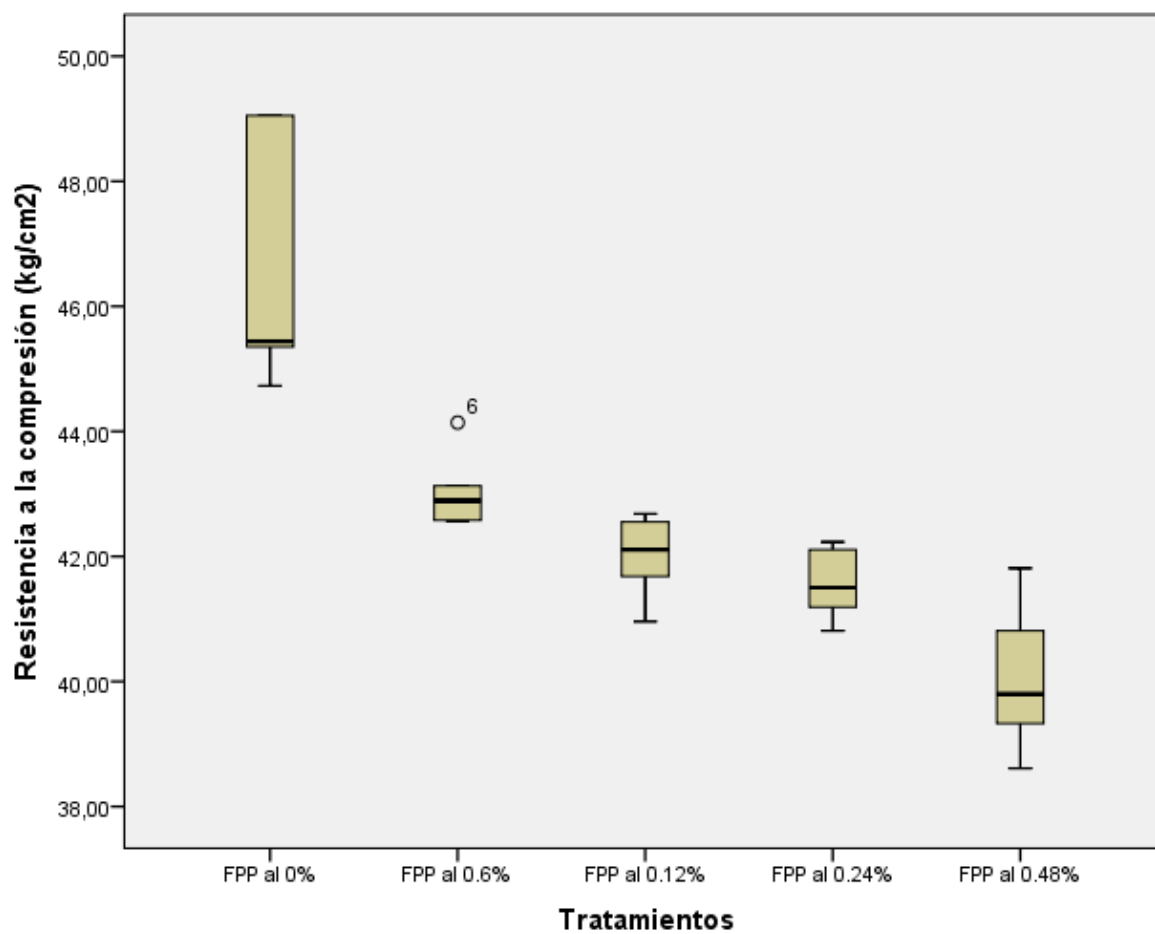
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p
FPP al 0%	FPP al 0.6%	3,66400*	0,77192	0,001
	FPP al 0.12%	4,73000*	0,77192	0,000
	FPP al 0.24%	5,15800*	0,77192	0,000
	FPP al 0.48%	6,65400*	0,77192	0,000
FPP al 0.6%	FPP al 0%	-3,66400*	0,77192	0,001
	FPP al 0.12%	1,06600	0,77192	0,646
	FPP al 0.24%	1,49400	0,77192	0,332
	FPP al 0.48%	2,99000*	0,77192	0,007
FPP al 0.12%	FPP al 0%	-4,73000*	0,77192	0,000
	FPP al 0.6%	-1,06600	0,77192	0,646
	FPP al 0.24%	0,42800	0,77192	0,980
	FPP al 0.48%	1,92400	0,77192	0,132
FPP al 0.24%	FPP al 0%	-5,15800*	0,77192	0,000
	FPP al 0.6%	-1,49400	0,77192	0,332
	FPP al 0.12%	-0,42800	0,77192	0,980
	FPP al 0.48%	1,49600	0,77192	0,331
FPP al 0.48%	FPP al 0%	-6,65400*	0,77192	0,000
	FPP al 0.6%	-2,99000*	0,77192	0,007
	FPP al 0.12%	-1,92400	0,77192	0,132
	FPP al 0.24%	-1,49600	0,77192	0,331

Nota. Elaboración propia SPSS.

Del cuadro 79, observamos que el tratamiento patrón tiene una diferencia significativa con todos los demás tratamientos a un nivel de significancia de 0.01.

Figura 43

Diagrama de cajas, según resistencia a la compresión por tratamientos.



Nota. Elaboración propia SPPS.

Resistencia a la Flexión

Análisis de Resistencia a la Flexión del Bloque.

Tabla 80

Estadígrafos resistencia a la flexión (kg/cm²) por tratamientos.

Tratamientos	n	Media	Desviación estándar	CV
0% de FPP	5	12,0920	0,28473	0.023547
0.6% de FPP	5	14,8800	0,48363	0.032502
0.12% de FPP	5	15,1180	0,23456	0.015515
0.24% de FPP	5	15,3160	0,31350	0.020469
0.48% de FPP	5	15,6320	0,89139	0.057023
Total	25	14,6076	1,38628	0.029811

Nota. Estadígrafo de la resistencia a flexión por cada proporción de fibra, elaboración propia.

Del cuadro 80, definimos que, el tratamiento con 0,48% de FPP tiene la mayor resistencia promedio a la flexión (15,632 kg/cm²) y el tratamiento patrón tiene la menor resistencia promedio a la flexión (12.092). También podemos afirmar que, a medida que se incrementa el contenido de FPP se incrementa la resistencia a la flexión.

Tabla 81

Análisis de varianza resistencia a la flexión (kg/cm²).

FV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	41,071	4	10,268	40,653	0,000
Dentro de grupos	5,051	20	0,253		
Total	46,122	24			

Nota. Elaboración propia SPPS.

Dado que el p valor = 0.000 < que α = 0.01, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la nula por lo que concluimos que al menos uno de los tratamientos difiere en la resistencia a la flexión, por lo que realizaremos la prueba comparaciones múltiples.

Tabla 82

Comparaciones múltiples de resistencia a la flexión del bloque con método de Tukey.

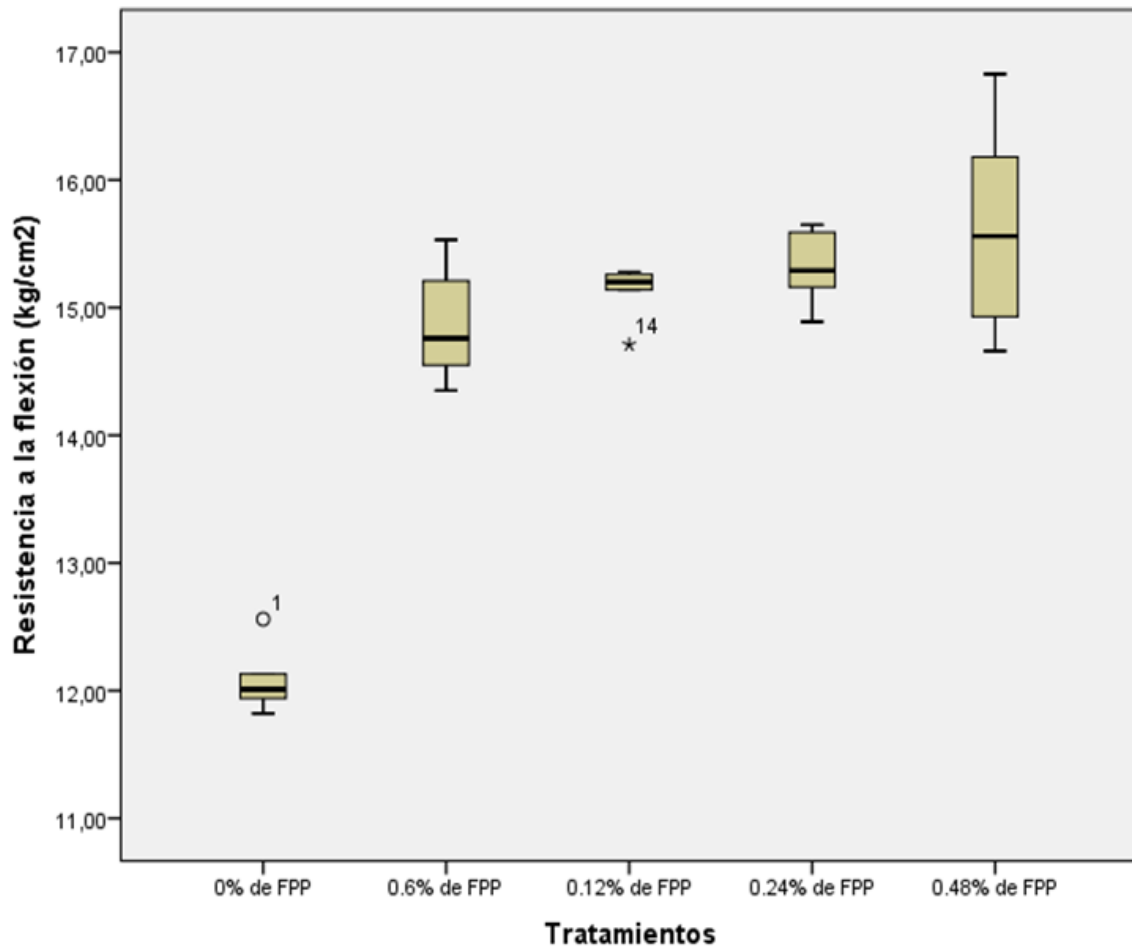
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
0% de FPP	0.6% de FPP	-2,78800*	0,31785	0,000
	0.12% de FPP	-3,02600*	0,31785	0,000
	0.24% de FPP	-3,22400*	0,31785	0,000
	0.48% de FPP	-3,54000*	0,31785	0,000
0.6% de FPP	0% de FPP	2,78800*	0,31785	0,000
	0.12% de FPP	-0,23800	0,31785	0,942
	0.24% de FPP	-0,43600	0,31785	0,652
	0.48% de FPP	-0,75200	0,31785	0,166
0.12% de FPP	0% de FPP	3,02600*	0,31785	0,000
	0.6% de FPP	0,23800	0,31785	0,942
	0.24% de FPP	-0,19800	0,31785	0,970
	0.48% de FPP	-0,51400	0,31785	0,504
0.24% de FPP	0% de FPP	3,22400*	0,31785	0,000
	0.6% de FPP	0,43600	0,31785	0,652
	0.12% de FPP	0,19800	0,31785	0,970
	0.48% de FPP	-0,31600	0,31785	0,855
0.48% de FPP	0% de FPP	3,54000*	0,31785	0,000
	0.6% de FPP	0,75200	0,31785	0,166
	0.12% de FPP	0,51400	0,31785	0,504
	0.24% de FPP	0,31600	0,31785	0,855

Nota. Elaboración propia SPSS.

Del cuadro 82, observamos que el tratamiento patrón tiene una diferencia significativa con todos los demás tratamientos a un nivel de significancia de 0.01.

Figura 44

Diagrama de cajas, según resistencia a la flexión por tratamientos.



Nota. Elaboración propia SPPS.

Discusión

Los resultados encontrados describen detalladamente el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas, determinado que, la fibra de polipropileno influye significativamente en los bloques de concreto.

Al obtener los resultados del ensayo de la variación dimensional, defino que los bloques NP con cada una de las proporciones cumplen con la normativa vigente y muestran que la fibra si modifican la geometría y la apariencia del bloque, contemplando una longitud que no supera el ± 4 %, el ancho es inferior a ± 6 % y la altura es menor al ± 4 %, parámetros según la normativa (Norma E.070 Albañilería, 2020). Estos resultados determinan que, al momento de construir un muro no portante, se necesitara menor cantidad de mortero al asentar cada bloque de concreto, permitiendo un mejor comportamiento del muro no portante. De forma similar (Leguía Román, 2022) encontró los valores promedio de variación dimensional con los tratamientos 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% de PET que poseen 0.817%, 1.100%, 0.867%, 0.733% y 1.233% respectivamente, los resultados concuerdan con los valores encontrados, mostrando que los bloques con fibra cumplen con la normativa, siendo aceptados (p. 54).

Del mismo modo el alabeo de los bloques con cada proporción de fibra, obtuvo valores inferiores a 8 mm, indicador máximo según la normativa (Norma E.070 Albañilería, 2020) de manera que cumplen satisfactoriamente, además, se determinó que la mayor deformación es cóncava y se manifiesta con mayor significancia en la cara superior del bloque, debido a que la cara queda expuesta a la intemperie durante el proceso de vibrado y no recibe tratamiento. Los resultados obtenidos nos indican que, al asentar cada bloque dentro de un muro no portante necesitara una menor cantidad de mortero, originando la obtención de un espesor adecuado que mejore el comportamiento del muro, por otra parte (Suárez Castillo,

2022) coincide que obtuvo un alabeo de 0.03 mm, afirmando que la adición de fibra al bloque cumple con la normativa vigente (p. 96).

La absorción de los bloques NP con FPP obtuvo valores inferiores al 15 %, demostrando que cumplen con la normativa (Norma E.070 Albañilería, 2020), se refleja que la fibra origina cambios en la capacidad de retención de agua, presentando un comportamiento donde a mayor fibra mayor absorción, esto se debe a la influencia de las microfibras de polipropileno que modifican la microestructura del concreto, incrementando su porosidad y facilitando la entrada de agua. De igual manera (Suárez Castillo, 2022) corrobora que el bloque con fibra presenta una absorción de 1.55 % menores al 15%, cumpliendo la normativa (p. 97).

La humedad natural para el bloque convencional obtuvo 1.43 %, mientras que con fibra redujo hasta 0.27 %, este comportamiento de que la fibra reduce la humedad natural, se debe a que fibra actúa como impermeabilizante, como indica (Sika, 2011, p. 25) que las fibras tienen la finalidad de prevenir la fisuración dando origen a que no ingrese el agua.

El área de vacíos de los bloques con sus respectivas proporciones obtuvo valores superiores al 30 % del área de perforación, equivalente a la inferioridad del 70 % del área de asiento, demostrando que cumplen con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020), los cambios entre los resultados se deben al impacto producido al momento de desmoldar el bloque de concreto a la superficie plana, ocasionando la modificación de la sección, del mismo modo, las fibras hacen que las caras del bloque tengan un acabado uniforme con menos imperfecciones y poros; originando que disminuya el área de vacío del bloque de concreto.

La resistencia a compresión de los bloques NP con cada proporción FPP obtuvo resultados, donde, la fibra presentó un comportamiento originando la reducción de la

resistencia, a pesar de ello, cada resultado logrado fue superior al valor de 20 kg/cm^2 cumpliendo de esta manera con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020) para bloques NP, todo ello a causa de que estas fibras alteran la estructura del concreto, por lo tanto, lo que falló es la matriz del concreto, la pasta de cemento. Así mismo, se pudo determinar que el concreto convencional falla de manera explosiva, por tener una capacidad de deformación muy frágil, sin embargo, las fibras aportaron una capacidad de deformación más dúctil.

De la misma manera (Infante Alcalde & Valderrama Ulloa, 2019) afirman que al evaluar los bloques con fibra de PET presentan un comportamiento, donde, la resistencia se reduce hasta un 13 % a mayor fibra. Igualmente (Collado Quispe, 2024, p. 86) manifiesta que la FPP da origen a que se reduzca la resistencia a compresión de 238.50 kg/m^2 hasta 211.23 kg/m^2 . Sin embargo (Diaz Rosales & Vasquez, 2023) demuestra en sus resultados, que la fibra de polipropileno incrementa y mejora la resistencia a compresión del bloque considerando que su proporción óptima es de 1.5 % de FPP. También (Pangestuti et al., 2021, p. 6) corrobora que fibra de polipropileno incrementa y mejora la resistencia a compresión, hasta la proporción de 1.5 kg/m^3 de fibra. De igual forma (Sohaib et al., 2018) contrasta a partir de sus resultados, que la FPP incrementa hasta un 16 % la resistencia a compresión con una proporción de 1.5 % respecto al concreto sin refuerzo.

En conclusión las fibras tienen la capacidad de elevar y mejorar la resistencia a compresión empleando proporciones mayores a 1.5 % de fibra según (Sika, 2011, p. 25) como se demuestra en los antecedentes para el concreto y para la unidad de albañilería de King Kong de concreto, sin embargo, nuestros resultados indican lo contrario, por ser un bloque hueco, con un espesor de $1\frac{1}{2}$ " para todas las caras, disminuyendo de esta manera la capacidad de resistir a mayores cargas, esto origina que falle de manera más rápida.

La resistencia a flexión de los bloques NP con FPP a partir de los resultados, se ha determinado que, la fibra incrementa y mejora la resistencia a flexión obteniendo valores para el bloque convencional de 12.09 kg/cm^2 hasta 15.63 kg/cm^2 con fibra, demostrando un mejor comportamiento gracias a su refuerzo tridimensional producido por una repartición de fibras aleatoriamente, permitiendo mayor resistencia a las cargas sometidas al bloque, así mismo, estas fibras también incrementan y mejoran la capacidad de deformación del bloque de concreto, obteniendo una falla dúctil. De igual manera (Infante Alcalde & Valderrama Ulloa, 2019) demuestran que la fibra de PET aumenta la resistencia a flexión hasta la proporción del 15 % de fibra. También (Wang et al., 2020) corrobora que la FPP reduce las grietas primarias en fase plástica y mejora la resistencia a flexión frenando las microfisuras del concreto. Del mismo modo (Lopez Asencios, 2022) contrasta que la FPP incrementa y mejora la resistencia a flexión hasta la proporción de 1.00 kg/m^3 de fibra. Concluyendo que la fibra incrementa y mejora la resistencia a flexión del bloque NP con FPP.

VI. Conclusiones

Del objetivo general. Se determinó que, la adición de fibra de polipropileno influye significativamente positiva en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto, obteniendo valores como: la resistencia a flexión mejoro y aumento en un 25 %, mientras que, la resistencia a compresión disminuyo en un 11 % , sin embargo, las fibras originaron a que los bloques incrementen su capacidad de deformación logrando una falla dúctil, el área de vacíos presenta una disminución del 0.78 % respecto al bloque patrón, la humedad presenta una disminución del 1%, el alabeo presenta una reducción de 0.26 % en comparación al bloque patrón y la variación dimensional en la longitud presenta un incremento del 0.09%, el ancho una disminución del 0.05 % y la altura una disminución del 0.07%, todos estos valores están dentro y cumplen satisfactoriamente con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020).

Del objetivo específico 1. Se analizo los porcentajes de adición de fibra de polipropileno de los bloques de concreto, donde, determinamos que la correcta proporción para evaluar al bloque con fibra son de: 0.06 %, 0.12 %, 0.24 % y 0.48 %, demostrando que se obtuvo características y resultados deseables que cumplieron con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020) así mismo, definimos que la proporción más optima corresponde a 0.48 % de FPP, logrando obtener el mayor valor y un comportamiento positivo respecto a la resistencia a flexión; agregando a lo anterior, incrementa y mejora la capacidad de deformación del bloque de concreto, obteniendo una falla dúctil ante sollicitaciones a cargas de compresión y flexión, gracias al aporte de la fibra que actúa como refuerzo tridimensional en la estructura del concreto. Concluyo que la fibra es una buena opción para solucionar los problemas que se presentan en la construcción de muros.

Del objetivo específico 2. Se analizó las propiedades físicas en función al bloque de concreto con cada proporción de fibra de polipropileno, determinado que la variación dimensional su longitud obtuvo un incremento de 0.09%, el ancho disminuyó en un 0.05% y la altura disminuyó en un 0.07% respecto al patrón; el alabeo obtuvo una disminución de 0.26% en relación al patrón; la absorción incremento en un 0.6% sobre el patrón; la humedad natural disminuyó en un 0.99% respecto al patrón; el área de vacíos en unidades perforadas disminuyó en un 0.78% referente al patrón. Cada resultado obtenido la fibra influyó positivamente, cumpliendo con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020) proporcionándonos mejores características físicas, lo que respaldan la factibilidad de ser una alternativa de solución eficaz para los problemas que se solicitan en la construcción de muros.

Del objetivo específico 3. Se evaluó las propiedades mecánicas de los bloques de concreto con cada proporción de fibra de polipropileno, determinando que la resistencia a compresión obtuvo una disminución de 3.71 kg/cm² llegando a reducir hasta un 11%, mientras que, la resistencia a flexión obtuvo un incremento de 3.15 kg/cm² logrando aumentar hasta un 25 %. Los resultados confirman que los bloques con fibra influenciaron positivamente, cumpliendo con la normativa vigente (Norma E.070 Albañilería, 2020) proporcionándonos mayor resistencia a flexión, así mismo, aportaron una capacidad de deformación más dúctil ante cargas a compresión y flexión. Estos hallazgos confirman que los bloques NP con FPP son una opción técnica factible y segura en la construcción de muros NP.

VII.Recomendaciones

En relación al objetivo general. Se recomienda realizar evaluaciones de los bloques de concreto en muros a escala real, incluyendo ensayos de prismas, muretes y pruebas cíclicas con y sin carga vertical. Esto permitirá obtener datos más representativos y precisos sobre su comportamiento como muro.

En relación al objetivo específico 1. De los resultados obtenidos ,se demostró que las proporciones de fibra utilizadas, mejoraron las propiedades físicas y mecánicas de bloque de concreto, donde, se recomienda evaluar más dosificaciones para encontrar la dosificación en que la fibra ya no aporta resistencia a flexión, de esa manera determinar la dosificación más optima e ideal, por otro lado, se recomienda emplear una mezcladora mecánica para asegurar un proceso adecuado de mezclado de los agregados, esto permitirá obtener una homogenización ideal que facilitará el desarrollo pleno de las propiedades de la fibra de polipropileno, garantizando así los resultados deseados.

En relación al objetivo específico 2. Los resultados determinaron que la fibra modifico la geometría del bloque de concreto, mejorando el alabeo y la variación dimensional, impermeabilizo la estructura del bloque disminuyendo la humedad natural y dio un acabado mejor a la superficie reduciendo sus poros e imperfecciones disminuyendo el área de vacíos; logro mejorar las propiedades físicas positivamente, por lo tanto, se recomienda la aplicación de la fibra de polipropileno en los bloques de concreto para muros NP.

En relación al objetivo específico 3. Los resultados confirmaron que la adición de fibra de polipropileno mejoró e incrementó la resistencia a flexión en un 25 %, proporcionando una mayor capacidad de deformación, resultando en una falla dúctil, por lo tanto, se recomienda el uso de la fibra de polipropileno, sin embargo, la resistencia a

compresión presento una disminución del 11 %, por lo tanto, se recomienda evaluar más dosificaciones con diferentes proporciones de fibra para encontrar la más óptima y tener una cantidad mayor de datos, adicionalmente, se recomienda que futuras investigaciones evalúen el espesor de los bloques de concreto incrementándolos, con el fin de obtener muros no portantes más resistentes con el objetivo de lograr muros portantes que cumplan con la normativa E.070 de albañilería, ofreciendo así una mayor seguridad y eficiencia estructural a las edificaciones, de esa manera, sería posible reducir la cantidad de fibra utilizada, abaratando costos para que no sean caros respecto a los bloques convencionales y cumpliendo con la norma.

VIII. Referencias

- Abanto Castillo, F. (2017). *Tecnología del Concreto- Flavio Abanto*. San Marcos.
https://www.academia.edu/4700777/Tecnologia_del_Concreto_Flavio_Abanto
- Acero, J. C. (s. f.). *Pueden las Fibras Sintéticas Reemplazar la Armadura Convencional*.
https://www.aci-peru.org/eventos/IX_Conv_Nov/04_Juan_Carlos_Acero_-_Pueden_fibras_sinteticas_sustituir.pdf
- Alvarado Ríos, M. I. (2018). Evaluación de los defectos constructivos en Viviendas de Albañilería confinada según NTP-E070 Sector 4 Distrito de la Esperanza 2018. *Universidad César Vallejo*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34033>
- Angulo, W. (2017, septiembre 26). *Capeco: El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto* | RPP Noticias.
<https://rpp.pe/economia/economia/capeco-el-70-de-viviendas-en-lima-son-construidas-sin-normas-tecnicas-noticia-1078934>
- Arias Gómez, J., Villasís Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206.
<https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Arredondo Huaman, K., & Maldonado Huaranca, F. M. (2023). *Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14512/664>
- BECOSAN. (2021). *Cemento Portland: ¿Qué es? Usos, Historia y Tipos*.
<https://www.becosan.com/es/cemento-portland/>
- Collado Quispe, Y. R. (2024). *Influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la*

compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

<https://hdl.handle.net/20.500.14512/772>

Concrelab. (2021, abril 1). La importancia de la calidad del agua para el concreto. *Concrelab*.

<https://www.concrelab.com/agua-concreto/>

CYPE. (2019, noviembre 26). *Concreto Armado, tipos y sus diferentes usos*. CYPE

INGENIEROS PERÚ. <https://www.cype.pe/blog/concreto-armado/>

Diaz Coral, J. E., & Huachuillca Rondinel, J. R. (2018). Evaluación de resistencia al

esfuerzo de compresión en concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibras de rafia de polipropileno, san juan de Lurigancho, 2018. *Repositorio Institucional -*

UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44782>

Diaz Rosales, H. J., & Vasquez, M. J. V. (2023). Comportamiento mecánico de ladrillos de

concreto artesanal con la adición de fibras naturales y sintéticas en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%. *Repositorio Institucional - UPN*.

<https://hdl.handle.net/11537/35828>

Gallegos, H., & Casabonne Rasselet, C. (2005). *Albañilería estructural*. Pontificia

Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453>

Huashua Huarcaya, M., & Sánchez Contreras, A. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad*

sísmica de las viviendas autoconstruidas de la urbanización bella vista de la ciudad de Abancay – Apurímac. <https://hdl.handle.net/20.500.14512/51>

Ibrahim, Y., Hasan, A., & Maroof, N. (2019). Effects of Polypropylene Fiber Content on

Strength and Workability Properties of Concrete. *Polytechnic Journal*, 9(1).

<https://doi.org/10.25156/ptj.v9n1y2019.pp7-12>

INEI. (2018). *Perú: Perfil Sociodemográfico Informe Nacional* (Censos Nacionales 2017

No. XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas; p. 144).

- Instituto Nacional de Estadística e Informática.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
- Infante Alcalde, J., & Valderrama Ulloa, C. (2019). Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET). *Información tecnológica*, 30(5), 25-36.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500025>
- Jauregui Guerra, L. P. (2019). Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra de polipropileno y plumas de ave, Lima 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48821>
- Leguía Román, M. J. (2022). *Influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14512/477>
- Llopis Castelló, D. (s. f.). *Metodología experimental* (p. 15).
<https://poliformat.upv.es/access/content/user/24389381/Contenido%20abierto%20a%20p%C3%ABlico/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n/3.2%20Metodologi%C3%A1a%20experimental.pdf>
- Lopez Asencios, Y. M. (2022). Adición de fibras recicladas de polipropileno y acero para evaluar las propiedades del concreto hidráulico de un pavimento rígido, Lima 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97447>
- Manual de Construcción para Maestros de Obra*. (2022). [manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf](https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf). <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf>

Marca Cardenas, N. M. (2023). *Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto celular a base de detergente aniónico para muros no portantes.*

<https://hdl.handle.net/20.500.14512/649>

Microfibra sintética de polipropileno Sika® Fibermesh 150. (2023).

<https://pamerperu.com/producto/microfibra-sintetica-de-polipropileno-sika-fibermesh-150/>

Norma E.070 Albañilería. (2020). Google Docs.

https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view?usp=sharing&usp=embed_facebook

NTP 339.089. (1998). *Suelos Obtención en laboratorio de muestras representativas (Cuarteo).* Scribd. [https://es.scribd.com/document/440283052/NTP-339-089-](https://es.scribd.com/document/440283052/NTP-339-089-CUARTEO)

[CUARTEO](https://es.scribd.com/document/440283052/NTP-339-089-CUARTEO)

NTP 399.604. (2002). *Unidades de Albañilería: Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería.*

<https://es.scribd.com/document/351903031/Norma-Tecnica-Peruana-Ntp-399-604-2002>

NTP 399.613. (2005). *Unidades de Albañilería: Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería.*

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-piura/materiales-de-construccion/ntp-399613-2005-disfruta/13633398>

NTP 399.613. (2017). *Unidades de Albañilería: Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería.*

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de-mogrovejo/materiales-de-construccion/norma-tecnica-peruana-ntp-399613-2017/66530702>

- NTP 400.010. (2011). AGREGADOS, EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS. *Cámara Peruana de la Construcción*, 20.
- NTP 400.012. (2001). *Agregados, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Scribd. <https://es.scribd.com/doc/123845126/NTP-400-012-Granulometria>
- NTP 400.017. (2011). *Agregados,, Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>
- NTP 400.022. (2002). *Agregados, Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/477081121/NTP-400-022-2002>
- NTP 400.037. (2018). *Agregados, Agregados para concreto, Requisitos*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>
- Pangestuti, E. K., Handayani, S., Adila, H., & Primerio, P. (2021). The effect of polypropylene fiber addition to mechanical properties of concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 700(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/700/1/012057>
- Pari Quispe, S. E., & Manchego Meza, J. A. (2017). *Análisis experimental de muros de albañilería confinada en viviendas de baja altura en Lima, Perú*. <https://hdl.handle.net/20.500.12390/1848>
- Polanco, F., & Carolina, H. (2016). *Prevención de daños por riesgo sísmico a través de nuevas tecnologías para construcciones con alta vulnerabilidad sísmica. Caso de estudio: Viviendas autoconstruidas de la República de Haití*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/61762>

- Pujol, S., Rodríguez, M. E., Pujol, S., & Rodríguez, M. E. (2019). Evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la Ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017. *Ingeniería sísmica*, 101, 53-66. <https://doi.org/10.18867/ris.101.529>
- Ramírez, A. A. V., Orellana, L. M. G., Tapia, R. C., Teves, R. V., & Tisoc, J. H. (2023). Métodos de investigación científica. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.094>
- Ruiz Rivera, J. A. (2021). Influencia de la adición de fibra de polipropileno en concreto $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento, calle 'Puente', distrito de Morropón-Piura. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80996>
- Salamanca Correa, R. (2001). *Tecnología de los Morteros*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5313892.pdf>
- San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. https://www.academia.edu/36271075/LIBRO_DE_ALBA%C3%91ILERIA_ANGEL_SAN_BARTOLOME
- SENCICO. (2007). *Bloques de concreto Fabricación*. 65.
- Sika. (2011). *Concreto Reforzado con Fibras*. 1, 28.
- Silvestre Miraya, I., & Huamán Nahula, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria (primera)*. San Marcos. <https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4df330fe-9ecc-427d-b518-1422075e20a3/content>
- Sohaib, N., Mamoon, R., G, S., & F, S. (2018). Using Polypropylene Fibers in Concrete to achieve maximum strength. *Eighth International Conference On Advances in Civil*

and Structural Engineering - CSE 2018, 37-42. <https://doi.org/10.15224/978-1-63248-145-0-36>

Suárez Castillo, B. (2022). *Fabricación de unidades de albañilería de concreto con adición de plástico triturado para viviendas de albañilería*. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3618>

Thevapalan, A. (2024). *Prueba ANOVA: Guía detallada con ejemplos*. <https://www.datacamp.com/tutorial/anova-test>

Wang, C., Guo, Z., & Niu, D. (2020). Influence of the Fiber Volume Content on the Durability-Related Properties of Polypropylene-Fiber-Reinforced Concrete. *Sustainability*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/su12020549>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes