



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Br. Gomez Huaman, Alfredo (ORCID: 0000-0002-7013-3226)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Hasta el cielo para ti papá Maxi, a mi madre, a mis hijas por su apoyo incondicional en la forja de mi proyecto de vida; a todos aquellos amigos, compañeros, y familiares que me alientan a seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios por el don de la vida, a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de verme realizado profesionalmente, a mis docentes y asesores por sus consejos y enseñanzas; y a mis grandes amigos por su invaluable amistad.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipos y doseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Poblacion, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV.RESULTADOS	24
V.DISCUSION	56
VI.CONCLUSIONES	77

VII.RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82
ANEXOS	89

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de cemento portland	11
Tabla 2. Agregados por tamaño de partículas.....	11
Tabla 3. Analisis granulométrico del agregado fino	12
Tabla 4. Distribución de propiedades físicas y mecánicas según de ensayos.....	20
Tabla 5. Cuadro de asentamiento del concreto patron y adicionados	28
Tabla 6. Cuadro de temperatura del concreto patron y adicionados.....	30
Tabla 7. Cuadro de peso unitario del concreto patron y adicionados	32
Tabla 8. Cuadro de contenido de aire del concreto patron y adicionados.....	34
Tabla 9. Cuadro de resistencia compresión a los 7 dias	36
Tabla 10. Cuadro de resistencia compresión a los 14 dias	38
Tabla 11. Cuadro de resistencia compresión a los 28 dias	40
Tabla 12. Cuadro de resistencia flexion a los 28 dias	45
Tabla 13. Efecto de la dosificacion en las propiedades físicas del concreto	48
Tabla 14. Efecto de la dosificacion en las propiedades mecánicas del concreto .	48

Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 01</i> Componentes del concreto (Aceros Arequipa, 2016).....	12
<i>Figura 02</i> Proporciones típicas en volumen de los componentes del concreto. (Carbajal, 1998).....	13
<i>Figura 03</i> Mazorca de cacao (Vanguardia 2013).....	14
<i>Figura 04</i> Cajas fermentadoras (Rojas 2019).....	14
<i>Figura 05</i> Estructura química del SDS (Academic 2020).....	15
<i>Figura 06</i> Sección típica de un pavimento rígido (Sotil 2016).....	16
<i>Figura 07</i> Ecuación fundamental AASHTO (Mendez, 2012)	16
<i>Figura 09:</i> Ensayo de asentamiento del concreto.....	28
<i>Figura 10:</i> Consistencia del concreto patrón y adicionados	29
<i>Figura 11:</i> Ensayo de temperatura del concreto.....	30
<i>Figura 12:</i> Temperatura del concreto patrón y adicionados	31
<i>Figura 13:</i> Ensayo de peso unitario del concreto.....	32
<i>Figura 14:</i> Peso unitario del concreto patrón y adicionados	33
<i>Figura 15:</i> Ensayo de contenido de aire del concreto.....	34
<i>Figura 16:</i> Contenido de aire del concreto patrón y adicionados.....	35
<i>Figura 17:</i> Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 7 días.....	36
<i>Figura 18:</i> Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 7 días.....	37
<i>Figura 19:</i> Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 14 días.....	38
<i>Figura 20:</i> Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 14 días.....	39
<i>Figura 22:</i> Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.....	41
<i>Figura 23:</i> Evolución de la resistencia a la compresión concreto patrón según edad	42

<i>Figura 24:</i> Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 1.5% FMC según edad.....	42
<i>Figura 25:</i> Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 3.0% FMC según edad.....	43
<i>Figura 26:</i> Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 4.5% FMC según edad.....	43
<i>Figura 27:</i> Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 6.0% FMC según edad.....	44
<i>Figura 29:</i> Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.....	46
<i>Figura 32:</i> Slump del concreto patrón y adicionados.....	48
<i>Figura 33:</i> Temperatura del concreto patrón y adicionados	49
<i>Figura 34:</i> Peso unitario del concreto patrón y adicionados	50
<i>Figura 35:</i> Contenido de aire del concreto patrón y adicionados.....	51
<i>Figura 36:</i> Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 7 días.....	52
<i>Figura 37:</i> Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 14 días.....	53
<i>Figura 38:</i> Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.....	54
<i>Figura 39:</i> Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.....	54
<i>Figura 40:</i> Resultados Slump tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.....	56
<i>Figura 41:</i> Slump del concreto patrón y adicionados.....	57
<i>Figura 42:</i> Resultados Slump tesis de Rodriguez Soberón, Nixon Carlos.....	58
<i>Figura 43:</i> Slump del concreto patrón y adicionados.....	59
<i>Figura 43:</i> Resultados peso unitario tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.	60
<i>Figura 44:</i> Peso unitario del concreto patrón y adicionados	61
<i>Figura 45:</i> Resultados peso unitario tesis de Rodríguez Soberón, Nixon Carlos. 62	
<i>Figura 46:</i> Peso unitario del concreto patrón y adicionados	63

<i>Figura 47:</i> Resultados compresion axial articulo de Bowan Pensilvania.	64
<i>Figura 48:</i> Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.....	65
<i>Figura 49:</i> Resultados compresion axial tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.	66
<i>Figura 50:</i> Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.....	67
<i>Figura 51:</i> Resultados compresion axial tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.	68
<i>Figura 52:</i> Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.....	69
<i>Figura 53:</i> Resultados compresion axial tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.	70
<i>Figura 54:</i> Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.....	71
<i>Figura 55:</i> Resultados Slump tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.....	72
<i>Figura 56:</i> Resultados compresion axial tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.	73
<i>Figura 57:</i> Resultados compresion axial tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.	73
<i>Figura 58:</i> Slump del concreto patrón y adicionados.....	74
<i>Figura 59:</i> Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.....	75
<i>Figura 60:</i> Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.....	75

Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el efecto de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$, para su uso en pavimentos rígidos. La metodología utilizada es del tipo aplicada, con un diseño experimental, a una profundidad de nivel explicativo y claramente de un enfoque cuantitativo. La población de estudio esta compuesta básicamente por todos los testigos cilíndricos y vigas de concreto que se puedan moldear. La muestra fue de 45 probetas cilíndricas y 15 vigas de concreto inalterado y adicionado. Los instrumentos fueron las fichas de recolección de de datos de los ensayos de diseño analítico de mezclas de concreto, Slump o asentamiento por el cono de Abrams, temperatura, peso unitario del concreto fresco, contenido de aire por la olla Washington, compresion simple y resistencia a la flexión. De tal forma los resultados esperados exponen que el concreto adicionado tuvo diferenciación con respecto al concreto estándar o patrón, en tanto a la resistencia a la compresion simple la dosis óptima se ve reflejada en un 1.5% de fibra de mazorca de cacao en función al peso del cemento para un valor de 335.6 Kg/cm² en comparación 309.2 Kg/cm², mientras que para la resistencia a la flexion la dosis adecuada es 3.0% de fibra de mazorca de cacao en función al peso del cemento para un valor de 42.10 Kg/cm² en comparación a 30.61 Kg/cm². En tanto se puede concluir que el concreto con dosificaciones especificadas de fibras de mazorca de cacao pueden variar las propiedades físicas del concreto, pero mejorar las propiedades mecánicas.

Palabras clave: Fibras de mazorca de cacao, concreto, compresión simple, flexión en vigas.

Abstract

The objective of the research work was to analyze the effect of the incorporation of cocoa pod fibers on the physical and mechanical properties of concrete $f'c=280kg/cm^2$, for use in rigid pavements. The methodology used is of the applied type, with an experimental design, at an explanatory level depth and clearly of a quantitative approach. The study population is basically composed of all the cylindrical witnesses and concrete beams that can be molded. The sample consisted of 45 cylindrical specimens and 15 unaltered and added concrete beams. The instruments were the data collection forms of the analytical design tests of concrete mixtures, Slump or settlement by the Abrams cone, temperature, unit weight of fresh concrete, air content by the Washington pot, simple compression and resistance. to bending. In this way, the expected results show that the added concrete had differentiation with respect to the standard or pattern concrete, in terms of the simple compressive strength, the optimal dose is reflected in 1.5% of cocoa pod fiber based on weight. of the cement for a value of 335.6 Kg/cm² compared to 309.2 Kg/cm², while for flexural strength the appropriate dose is 3.0% cocoa pod fiber based on the weight of the cement for a value of 42.10 Kg/cm². cm² compared to 30.61 Kg/cm². While it can be concluded that the concrete with specified dosages of cocoa pod fibers can vary the physical properties of the concrete but improve the mechanical properties.

Keywords: Cocoa pod fibers, concrete, simple compression, beam bending.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional se ha incrementado la producción de vehículos de diferentes tonelajes y con ello ha incrementado el flujo vehicular, las altas solicitaciones, cargas cíclicas de vaivén en las vías de transporte terrestre que generalmente son de pavimento flexible, esta clase de pavimentos tiene una vida útil entre 10 a 15 años, pero esta vida útil se reduce aún más por el flujo vehicular, altas solicitaciones, etc., así generando mayor gasto de mantenimiento. Por otro lado, el uso del pavimento rígido es menos usual y está formado por una losa de concreto simple o armado y posee una vida favorable entre 20 a 30 años. Aunque su construcción sea mucho más costosa debido a los insumos que se utilizan en el concreto, requieren menos gasto de mantenimiento. En América Latina, el pavimento rígido toma protagonismo frente al pavimento flexible esto debido a que el uso de éste resulta más económico a largo plazo, sin embargo, en caso de algún desperfecto las reparaciones son más costosas. El concreto, en sus numerosos estudios resulto tener una alta resistencia a compresión, pero baja resistencia a tracción y flexión por lo que se generan grietas y fisuras ante cargas vehiculares que superan la carga de diseño o exceso de cargas repetidas (cargas cíclicas) en el pavimento. Las grietas originadas por las altas solicitaciones permiten el ingreso de agua que dañara la base del pavimento y eventualmente agravando el problema. Esto genera desperfectos en la losa del pavimento, mayor gasto en el mantenimiento e incomodidad en la transitabilidad vehicular. En la industria de la construcción de pavimentos se plantean soluciones a la baja resistencia a tracción del hormigón, tales como incrementar el espesor de la losa o reforzar la parte inferior de la losa con malla de acero corrugado; pero esto incrementa el costo del proyecto y no es viable optar por esta opción. Las losas de pavimentos sean simples o armados, están afectados por la intemperie, cambios bruscos en la temperatura según la ubicación del proyecto, esto genera fallas por fatiga en el pavimento, agravándose por sobrecargas vehiculares no previstas, sin embargo, investigaciones nacionales e internacionales realizan estudios con la finalidad de perfeccionar las características del hormigón mediante el uso de aditivos con fibras naturales proporcionan mayor tenacidad y ductilidad al concreto. El uso de estos aditivos y adiciones nos permiten obtener concretos de alta

resistencia, reduciendo las fisuras y dando como resultado pavimentos con menor espesor de losa y que estos cumplan con el nivel de servicio durante su vida útil.

A nivel nacional el PIB peruano aumentó de 192,6 millones de dólares en 2012 a 211,4 millones de dólares en 2017 a medida que la economía del país se maduraba.¹ Los proyectos más populares son las carreteras, seguidas de los sistemas de agua y aguas residuales, y las infraestructuras energéticas.² De los 166,694,8 kilómetros de red de carreteras existentes en Perú, sólo 26,595,3 kilómetros se construyeron con superficies pavimentadas.³ El 84,05 por ciento del proyecto sigue pendiente. Debido a sus ventajas en términos de durabilidad, resistencia, textura, drenaje, seguridad, visibilidad, costes de reparación y brillo, los pavimentos rígidos son una opción viable para la construcción de carreteras en el país, donde se necesitan pavimentos inclinados para promover el desarrollo sostenible entre regiones. Como resultado de la falta de uso generalizado de pavimentos rígidos en Perú, las redes de carreteras nacionales y provinciales se ven muy afectadas por su aplicación. De ahí nace la necesidad de introducir fibras naturales como refuerzo del concreto hidráulico, por tal razón, dado que las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cacao son desconocidas a nivel nacional, el producto está sobrevalorado y sobreutilizado, a diferencia de otros países donde los estudios sobre las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cacao han hecho que sea mucho más valioso debido a sus beneficios medioambientales y económicos. Para construir con fibra de cacao, se necesita celulosa y madera, que son resistentes al impacto, a las bacterias y al agua, lo que hace que este material sea ideal para su uso en la construcción de estructuras.

Actualmente a nivel regional no hay investigaciones sobre la integración de fibras de mazorca de cacao al hormigón, por lo que existe una iniciativa para permitir que estos elementos se incorporen en la mezcla de hormigón hidráulico, con el fin de conocer el comportamiento de esta unión en las características del hormigón para su uso en pavimentos rígidos en la provincia de Huamanga; siendo de este tipo la mayoría de vías principales de la ciudad con un alto flujo de tránsito vehicular,

¹ (MEF, 2017 pág. 36)

² (CAPECO, 2018 pág. 6)

³ (MTC, 2018 pág. 74)

cargas cíclicas, altas solicitaciones y agentes climáticos. Estos agentes que provocan el rápido deterioro del pavimento rígido requieren de un concreto con mejoras en sus propiedades, sin desconocer el aspecto económico de la misma, obteniendo una alternativa económica y técnica más favorable. A pesar de los recursos físicos y financieros limitados de la provincia de Huamanga, la oferta de proyectos de infraestructuras de carreteras sigue siendo insuficiente debido a la falta de promoción y disponibilidad presupuestaria. Repercutiendo en las condiciones actuales de las carreteras urbanas, esto es el resultado de la baja prioridad dada a estos barrios por el gobierno local, donde se encuentran muchas de las oficinas institucionales de la ciudad, por lo que esta situación existe.

Basándonos en lo anterior, podemos afirmar el problema general: ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para el uso en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022? En igual forma se formulan los problemas específicos: ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$?, ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$?, ¿Qué efecto tiene la dosificación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$?

En tanto la justificación teórica se justifica la integración de fibras de mazorca de cacao en el concreto ya que mediante ensayos de laboratorio estandarizados: ensayos de compresión axial y ensayos de flexión que se realizaran para cuantificar los resultados y así aportar conocimientos sobre los cambios que ocurren en las características físico-mecánicas del hormigón con la incorporación de dichos materiales y así demostrar que el uso de fibras de mazorca de cacao al concreto mejora las condiciones del concreto hidráulico lo cual garantizara un espesor de losa óptimo en su aplicación de pavimentos rígidos. También se tiene justificación metodológica donde se justifica la realización de esta investigación para hacer un aporte significativo en el marco de la conservación vial, por lo que se propondrá un porcentaje de dosis óptimo de adiciones de fibras de mazorca de cacao en el concreto hidráulico. Así de esta manera, se busca reducir el deterioro y reducir los costos de mantenimiento, se optimiza el espesor de losa del pavimento, mejoran los niveles de servicio y se optimiza costos ya que se obtendrán espesores de losa

mínimos con resistencias superiores a las requeridas. Como justificación técnica se tiene que la presente investigación contribuirá en analizar el resultado que tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en las características físico y mecánicas del concreto, para el uso en pavimentos rígidos de la ciudad de Ayacucho, debido a que en la ciudad las principales arterias viales son de pavimentos rígidos y existe un alto tránsito de flujo vehicular, altas sollicitaciones, entre otras. La correcta dosificación de fibras de mazorca de cacao permitirá cuantificar la mejora alcanzada en el concreto. Así también como justificación social se tiene la investigación sobre la integración de fibras de mazorca de cacao es razonable en la sociedad porque busca mejorar las propiedades del concreto hidráulico y así poder frenar el rápido desgaste y extender la vida útil de estos pavimentos rígidos mediante la utilización de un concreto con adiciones de fibras de mazorca de cacao. Asimismo, se busca brindar servicios sustentables, confort y seguridad para los vehículos, transeúntes y vecinos de la ciudad de Ayacucho. Justificación económica porque las fibras de la mazorca de cacao que se empleará, al ser material de desecho, no generarán costos adicionales además de el tiempo, transporte en la búsqueda de las mazorcas de las fabricas de industrializacion del cacao para generar chocolates o derivados. Esta investigación cuenta con Finalmente, como justificación ambiental se tiene que la incorporación fibras de mazorca de cacao al concreto hidrúalico busca reducir los espesores de losa de los pavimentos rígidos, lo que generara reducción de materiales que intervienen en la producción del concreto lo que impactará positivamente con el medio ambiente.

Como objetivo general se tiene: Analizar el efecto de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para el uso en pavimentos rígidos en Ayacucho - 2022. Asimismo, como objetivos específicos: Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$; determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$; determinar el efecto de la dosificación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.

Con lo mencionado proponemos la siguiente hipótesis general: La incorporación de fibras de mazorca de cacao, mejora las propiedades del concreto

$f'c=280kg/cm^2$, para el uso en pavimentos rígidos en Ayacucho - 2022. Las hipótesis específicas: La incorporación de fibras de mazorca de cacao mejora algunas propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$, la incorporación de fibras de mazorca de cacao mejora las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$, la dosificación de fibras de mazorca de cacao tendrá efectos positivos en el concreto $f'c=280kg/cm^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales tenemos a WENINGER (2020), cuyo principal objetivo fue determinar cómo influyen la adición de las cenizas de la cascarilla de café en un 5%, 10% y 15% en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Piura - 2020. La metodología en este estudio presentó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y diseño experimental, teniendo una población de 75 probetas con diferentes porcentajes de adición de cenizas de cascarilla de café en un 5%, 10% y 15%, los resultados obtenidos fueron de las cenizas de la cascarilla de café en un 5%, 10% y 15% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionándole agua, donde el patrón o modelo de concreto al agregarla agua en un 0.57 a/c y bajo un asentamiento por plg. De 5.0 no se observó la variación; pero en la adición de cenizas al 5% con agua de 0.57 y en un asentamiento de 2.0 plg. La variación es negativa con un asentamiento respecto al patrón de -60.00%; al adicionarle cenizas al 10% en una relación de agua de 0.57 y con un asentamiento de 0.00plg. su variación respecto al patrón fue de -100.00% y al 15% se observó una variación de -100.00%, en conclusión, la resistencia a la compresión hace que disminuya mientras se aumenta el porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de café para un concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$; mientras que para un concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$ la resistencia aumenta hasta el diseño con 10% de adición

FERNANDEZ (2019) en su tesis, cuyo principal objetivo fue determinar la influencia de la incorporación de la fibra de coco en las propiedades físicas y mecánicas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígidos Lima, 2019. La metodología en este estudio presentó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y estuvo basada en un diseño experimental; teniendo una población de 36 probetas y 16 prismas de concreto en este estudio las fibras se cortaron en longitudes de 2.5 cm, teniendo la finalidad de adicionarlas como refuerzo en la preparación del concreto con porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% con relación al volumen del concreto, para posteriormente analizar los resultados de las pruebas de resistencia a la flexión (RF) y RC, los resultados mostraron los valores obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión promedio de tres probetas por cada muestra a la edad de 28 días fueron de 310.97 kg/cm², 300.93 kg/cm², 280.60kg/cm² respectivamente con respecto a la resistencia del concreto patrón que llegó a 323.83 kg/cm², llegando a determinar que pese a que

la resistencia del concreto con fibra de coco pasa la resistencia de diseño, se encuentra por debajo de la resistencia del concreto patrón. Por otro lado, utilizando la misma dosis de fibra de coco, de los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días se obtuvo un módulo de rotura de 51.50 kg/cm² , 52.50 kg/cm² y 54 kg/cm² con respecto a los 50.50kg/cm² de la muestra patrón, en conclusión de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de los ensayos del concreto es su estado fresco y endurecido, es posible afirmar que la incorporación de fibra de coco influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto tanto de manera positiva como negativa. Por un lado, en cuanto a propiedades mecánicas influye de manera negativa con respecto a la resistencia a la compresión y de manera positiva con respecto a la resistencia a flexión. Por otro lado, en cuanto a las propiedades físicas, se determinó que, a más porcentaje incorporado, el concreto es menos trabajable.

RODRIGUEZ (2017) en su tesis sostuvieron que; su objetivo fue estudiar la influencia de la incorporación en distintos porcentajes de ceniza y cascarilla de café, en la resistencia a la compresión del concreto; la metodología utilizada es de enfoque cuantitativo de tipo aplicada con un diseño experimental, para su desarrollo se han realizado ensayos comparativos entre un concreto patrón, que no contenía adiciones y concretos con 1%, 2% y 3% para el caso de la fibra y 5%, 10% y 15% en el caso de la ceniza, los porcentajes es en peso respecto al cemento. El concreto patrón fue diseñado para 250 kg/cm², teniendo los siguientes resultados en el concreto en estado fresco se determinó que, en el caso de la incorporación de cascarilla y de ceniza, la trabajabilidad disminuye con respecto al concreto patrón, cumpliéndose que a mayor cantidad de fibra adicionada y a mayor cantidad de ceniza menor es la trabajabilidad del concreto en un -26.19% y -54.76% respectivamente en las mayores dosificaciones, respecto del concreto sin adiciones. En el caso de peso unitario de concreto fresco y endurecido disminuye en mayor porcentaje el concreto con adición de cascarilla respecto al de ceniza. En el concreto endurecido se logró determinar que la adición de cascarilla de café disminuye la resistencia a compresión con -7.90% y en la resistencia a tracción en un -4.62% respecto al concreto patrón. En cambio el concreto con adición de ceniza tiene efecto positivo aumentando la resistencia en el concreto hasta 8.65% en las mayores dosificaciones, se concluyó que la

resistencia a la compresión, en el caso de la adición con cascarilla hace que la resistencia disminuya conforme aumenta el porcentaje de adición llegando hasta - 7.90% con la mayor dosis, Sin embargo la adición de ceniza hace que la resistencia aumente conforme aumenta la adición llegando hasta 8.65% a los 28 días en la más alta dosis, además se observa que el porcentaje de aumento a los 28 días es mayor que a los 7 días en todas las dosis.

VILLANUEVA (2016) en su tesis sostuvieron que; su objetivo fue estimar el efecto que genera la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto; la metodología utilizada es de enfoque cuantitativo de tipo aplicada con un diseño experimental aplicada, se analizaron datos de variables recolectadas de la población en un determinado periodo de tiempo, en la presente investigación se analizó un total de 84 muestras (3 por cada ensayo de laboratorio), 90 briquetas para ensayos realizados de esfuerzo a la compresión asimismo 21 vigas para el esfuerzo a flexión, se clasificaron en concreto patrón, con fibra de coco, la dosificación de fibras propuestas fue 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, los ensayos fueron realizados a la edad de 7, 14 y 28 días, teniendo los siguientes resultados, las probetas cilíndricas de concreto con 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de fibra puestas a prueba de resistencia a la compresión a los 28 días, muestran una resistencia de 95.60%, 98.39%, 76.37% y 65.73% respectivamente con respecto a las muestras elaboradas con concreto patrón. c) Las muestras con incorporación de 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de la fibra en estudio a las cuales se le realizó el ensayo a flexión a los 28 días de curado, arrojan valores de 127.53%, 129.85%, 132.84%, 140.88% respectivamente con respecto a las muestras elaboradas de concreto tradicional quien logra llegar solo al 111.27%; se concluyó que la hipótesis se cumple parcialmente, ya que las probetas de concreto con adición de fibra de coco no presentan un aumento de resistencia a la compresión considerable, en cambio los especímenes de concreto simple con adición de fibra de coco ensayadas a flexión presentan resistencias mayores que los especímenes sin adición de fibra de coco en un 30%.

In other languages as background, we have a BOWAN (2021) in his scientific article, aimed to determine the suitability of cocoa husk ash (CPHA) for the partial replacement of cement in the production of concrete. The methodology used was of experimental design and applied type. For its development, the materials used for the study were OPC obtained from the Ghana cement factory (GHACEM), shells from the port of cocoa obtained from the Ghana Cocoa Research Institute, granite stones extracted and crushed with a nominal size of 12, 5 mm and 19 mm with specific gravity 2.676 and 2.685 respectively, sand with 2.590 specific gravity and portable water. The shells of the cocoa pods were burned in their fresh state and allowed to cool for three days after combustion (uncontrolled air fire). Fresh burning was chosen over dry burning because previous trials in both states indicated that fresh burning produced comparatively less ash dust as the inherent moisture produced more plastic ash. The research results showed that 6% replacement produced a medium workability. Additionally, 12% and 18% replacement produced compressive strengths within the target design strength of 20 - 25-2. Again, the 6% CPHA replacement recorded a tensile strength of 4.02 / 2. to the conclusion that there is some promise for the use of CPHA to partially replace cement in concrete production. The 6% replacement below 0.56 W / C produced the highest slump of 35.5, which is a medium slump and therefore indicates medium workability. Similarly, the 12% replacement with W / C of 0.56 produced the highest compression force of 24.73 / 2 and 18% replacement with 0.46 W / C produced 22.05 2force, which are within the target design force of 20 -25 -2 for low-cost buildings in some countries in the world. developing. Furthermore, the 6% CPHA replacement with a W / C ratio of 0.46 and 0.56 recorded the highest tensile strengths of 58 / 2 and 4.02 / 2 respectively. The study therefore concludes that CPHA can be used to partially replace OPC in concrete production for construction costs in some developing countries.

FONTES Y LIMA (2017), their objective was to analyze the biomass ash used in mortar and concrete as reinforcement. The methodology used was experimental design with a quantitative approach. The results of the investigation showed a valorisation alternative, regarding this waste, has been its use in mortar or concrete; however, as biomass ashes exhibit larger variations in physico-chemical characteristics, which depend on the type of biomass fired,

combustion methods used and type of ash collected, proper knowledge of its properties is required before using it as an aggregate or mineral additive. In this study, the biomass bottom ash (BBA) and biomass fly ash (BFA) generated in the cocoa industry, by the burning of wood chips and cocoa shell waste, are characterized to evaluate their potential use as partial cement replacements. In addition, nine types of concrete were produced with 0, 5 and 10% of cement (by mass) replaced by BBA and BFA, as received and ground. Finally, as conclusion, mechanical properties were reduced owing to the partial substitution of cement by ashes without pozzolanic activity. However, the addition of ash did not affect the evolution of the compressive strength of concrete over a long period, with an increase in strength up to 365 days. The grinding of the ash resulted in the reduction of concrete capillary absorption, which could guarantee a better resistance to deleterious agents. However, an increase in mechanical strength was not verified, which indicates that grinding is only necessary for specific applications, when greater impermeability is required for the concrete. The comparative cyclic evaluation of the mechanical behavior of concrete samples using stiffness damage test, after 365 days, indicated that internal cracks, caused by internal expansive agents, did not appear despite the high alkali content of the ashes.

Para las bases teóricas, se utilizarán las siguientes definiciones: El concreto, es un material compuesto por una mezcla de cemento, agua, aditivos y aditivos opcionales que inicialmente tiene una estructura de plástico y moldeable, pero que luego desarrolla una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo convierte en un material de construcción ideal. Es trabajo del mortero rellenar los espacios entre los distintos trozos de agregado grueso combinando cemento, agua y arena. La masa de plástico puede moldarse, pero cuanto más tiempo siga el proceso, pierde esa capacidad y se vuelve cada vez más rígida.⁴

⁴ (Carbajal, 1998)

Tabla 1. Tipos de cemento portland

TIPOS	APLICACIONES
Tipo I	Es de uso general, para proyectos que no requieran propiedades especiales.
Tipo II	Para cuando se requiera resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
Tipo III	De alta resistencia inicial, este desarrolla una resistencia a la compresión máxima en tres días.
Tipo IV	De bajo calor de hidratación.
Tipo V	De alta resistencia a la sulfatación, para uso en proyectos hidráulicos expuestos a agua con alto contenido de alcalinidad, así como al mar.

Fuente: Rivera 2002

Actualmente, el hormigón es el material de construcción más común en nuestra nación. Como es importante que el ingeniero conozca el material y su experiencia, el hormigón suele ser desconocido en muchos de sus siete aspectos principales: naturaleza, materiales, propiedades; selección y proporciones; construcción e inspección; y mantenimiento de los elementos estructurales.⁵

En la tecnología moderna del hormigón, hay cuatro componentes activos y cuatro pasivos de este material: cemento, agua, agregados, aditivos y aire.

Tabla 2. Agregados por tamaño de partículas.

TAMAÑO (mm)	DENOMINACIÓN	CLASIFICACIÓN
< 0.002	Arcilla	Fracción muy fina
0.002 – 0.074	Limo	Fracción fina
0.074 – 4.76 #200 – #4	Arena	Agregado fino
4.76 – 19.1 #4 – #3/4"	Gravilla	Agregado grueso
19.1 – 50.8 #3/4" – #2"	Grava	
50.8 – 152.4 #2" – #6"	Piedra	
> 152.4 6"	Rajón, Piedra bola	

Fuente: NTP 400.037, 2014

⁵ (Lopez, 2000 pág. 122)

Tabla 3. Analisis granulométrico del agregado fino

TAMIZ	% QUE PASA
3/8" – 9.5mm	100
N°4 – 4.75mm	95 – 100
N°8 – 2.36mm	80 – 100
N°16 – 1.18mm	50 – 85
N°30 – 600 µm	25 – 60
N°50 – 300 µm	05 – 30
N°100 – 150 µm	0 – 10

Fuente: NTP339.034(1999 pág. 218).



Figura 01 Componentes del concreto (Aceros Arequipa, 2016)

Se ha demostrado científicamente que el uso de aditivos para mejorar el rendimiento, la resistencia y la durabilidad es una solución más rentable que las definiciones tradicionales, que las consideraban elementos opcionales. Esto ya no es el caso en la práctica moderna, donde los aditivos se consideran ingredientes estándar y, por tanto, se ha demostrado científicamente que son convenientes.⁶

⁶ (Carbajal, 1998 pág. 47)

Aire =	1 % a 3 %
Cemento =	7 % a 15 %
Agua =	15 % a 22 %
Agregados =	60 % a 75 %

Figura 02 Proporciones típicas en volumen de los componentes del concreto. (Carbajal, 1998)

Hay que tener características específicas para cada tipo de trabajo. El ingeniero, que debe pesar la importancia relativa de cada una de las propiedades del hormigón para una determinada aplicación, debe estar bien versado tanto en las propiedades individuales como en sus interrelaciones. Mientras estudia las propiedades del hormigón, un ingeniero debe tener en cuenta las muchas variables que pueden afectar al material e influir en él. El hormigón, como cualquier otro material, puede cambiar con el tiempo y fallar debido a problemas de durabilidad, incluso si su resistencia ha sido adecuada.

Hay muchos factores que influyen en las propiedades del hormigón, pero el más importante es que la calidad, la cantidad y la densidad de la pasta están influenciadas por la relación agua-cemento, que es crítica a la hora de ver las propiedades del producto acabado.⁷

Las propiedades del concreto incluyen la capacidad de trabajo y la consistencia, la segregación, la exudación y la contracción en estado de plástico, así como la elasticidad, la resistencia, la extensibilidad, la impermeabilidad y la durabilidad cuando se endurece.

Mazorca de cacao, los científicos han nombrado el género y la especie de este árbol como "Theobroma cacao L.", que es latín para "árbol de cacao". Los frutos son el resultado de la polinización de las flores que se produce en las almohadas

⁷ (Lopez, 2010 pág. 79)

florales. Se pueden encontrar diferentes frutos y semillas en la misma especie.⁸ Para el beneficio del Cacao una vez hecha la cosecha, se deben extraer los granos de la mazorca mediante un corte horizontal, la cual se convierte en residuo, una vez separados se desgrana la pulpa o placenta que los recubre deslizando los dedos por entre éstas hasta que salga la almendra o grano, éste último se deja fermentar en cajones de madera en una zona oscura durante un total de ocho días con constante movimiento. La fermentación es el proceso más importante durante el beneficio del Cacao, puesto que de éste depende el sabor y el aroma que tomará el grano, un buen grano se caracteriza por su hinchazón y su color marrón, por ello la importancia de que el material de los cajones sea de madera como se muestra en la figura 4.



Figura 03 Mazorca de cacao (Vanguardia 2013)



Figura 04 Cajas fermentadoras (Rojas 2019)

⁸ (Ogork, 2015 pág. 8)

La energía renovable de los residuos orgánicos, principalmente de las actividades agrícolas, forestales e industriales, la basura urbana y los cultivos utilizados para la energía, es la base de la biomasa, que es una fuente de energía renovable. Si tomamos en cuenta el peso de las semillas de cacao, que representan el 10% de la biomasa de la fruta, la corteza o la mazorca del cacao representan el 90% del peso de la fruta.⁹

Le pretratamiento de la cascara de cacao Las fibras naturales tienen características hidrofílicas, por lo que en la elaboración de biocompuestos la adhesión interfacial con las matrices sintéticas es baja, debido a que éstas últimas son hidrofóbicas, limitando la adhesión. Por ello, es necesario hacer un pretratamiento de la fibra natural, en este caso de la cáscara de cacao molida y tamizada, para mejorar la adhesión de éstas. Para el pretratamiento usualmente se requiere de reactivos de características hidrofóbicas e hidrofílicas, capaces de formar enlaces covalentes con los grupos hidroxilo de las fibras naturales y con cadenas alcalinas o de ácidos grasos que le brindan propiedades hidrofóbicas a la fibra natural, mejorando la adhesión entre éstas y las sintéticas.¹⁰ (Seong & Husseinsyah, 2016). Entre estos reactivos se encuentra el Dodecil Sulfato Sódico (SDS), el cual consiste en una cadena de doce carbonos de carácter hidrofóbico con un grupo sulfato el cual brinda las propiedades hidrofílicas, cuya fórmula química es $C_{12}H_{25}NaO_4S$. El grupo sulfato forma un enlace con el cacao dejando libre la cadena hidrofóbica de carbonos, la cual se va a adherir a la matriz polimérica elegida.¹¹

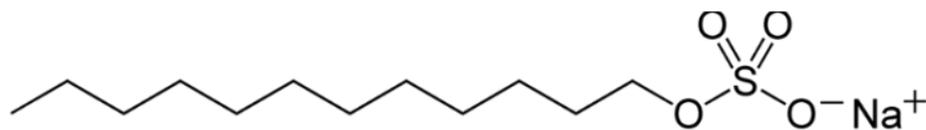


Figura 05 Estructura química del SDS (Academic 2020)

⁹ (Camacho Abad, 2016 pág. 32)

¹⁰ (Seong Chun, y otros, 2015 pág. 11)

¹¹ (Hanafi, y otros, 2016 pág. 14)

Efectos de la fibra sobre el concreto, una indicación de una buena adhesión entre la fibra y la matriz se puede ver en el hecho de que el hormigón sigue torciendo después del fallo. Conocida como unión en el campo, esta acción genera la fibra, que actúa como barrera para la expansión de la grieta.

Diseño de pavimentos rígidos, en este estudio se utilizará la metodología de diseño de pavimentos de la AASHTO 93. Con la nueva construcción, la AASHTO 93 estima que se puede esperar un alto nivel de servicio del rendimiento del pavimento. El nivel de servicio disminuye con el tiempo a medida que aumentan las cargas de tráfico. Los requisitos de diseño final se imponen por el método. El grosor del haz de hormigón se asume en un proceso iterativo hasta que la ecuación de la AASHTO 1993 alcance el equilibrio. En última instancia, un determinado número de cargas debe pasar por el espesor calculado antes de que el nivel de servicio disminuya por debajo de lo esperado.

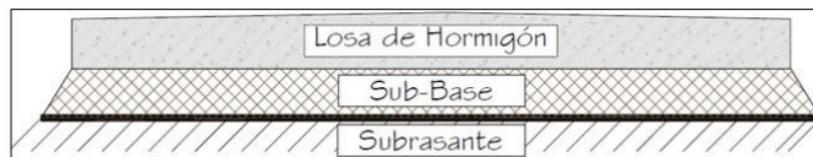


Figura 06 Sección típica de un pavimento rígido (Sotil 2016)

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \log \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k} \right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Figura 07 Ecuación fundamental AASHTO (Mendez, 2012)

Dónde:

W8.2= Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

ZR = Desviación normal estándar.

So = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

Δ PSI= Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

Pt= Índice de serviciabilidad o servicio final.

Mr= Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd = Coeficiente de drenaje.

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

E c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, sub base o sub rasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

La fórmula AASHTO 93 puede utilizarse directamente con una hoja de cálculo, se pueden utilizar nomogramas o se pueden utilizar programas informáticos especializados para calcular el grosor. Sin embargo, en este Manual se presenta un catálogo de secciones de estructuras de pavimentos rígidos, en el que se relaciona el tipo de suelo y el tráfico expresado en ejes equivalentes.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada pues se desalinea del conocimiento teórico, para adentrarse en la búsqueda de fines netamente prácticos bien establecidos, o sea, se estudia para poder desarrollar, cambiar o adaptar determinados ámbitos; estableciéndolos en prototipos de conocimiento y tecnología.

Diseño de investigación: Experimental pues para la determinación de la hipótesis se usarán ensayos y pruebas que se irán afinando de manera práctica, repetitiva y comparativa hasta encontrar o estimar los valores buscados, pero además los grupos de estudio no serán tomados en forma aleatoria, sino que se obtendrán según el cumplimiento de determinados parámetros.

Nivel de investigación: Explicativo pues determina la función entre una causa y su posterior efecto entre las fibras de mazorca de cacao y la resistencia a compresión y flexión del concreto.

Enfoque de investigación: Es cuantitativo pues se usarán valores numéricos para contrastar la hipótesis, básicamente ensayos de laboratorio.

3.2 Variables y operacionalización

Variables de estudio:

Variable Independiente: Fibras de mazorca de cacao

Definición conceptual: Los frutos que provienen de la polinización de las flores agrupados en cojines florales. *Theobroma cacao* L., es una sola especie, pero tiene variedades, con frutos y semillas diferentes.¹²

Definición operacional: Es la cantidad de fibras de mazorca de cacao que se adicionara al concreto hidráulico

Dimensión: Dosificación.

Indicadores: 0.00%, 1.50%, 3.00%, 4.50% y 6.00% de fibras de mazorca de cacao

Escala de medición: De razón.

Variable Dependiente: Propiedades físico mecánicas de un concreto.

Definición conceptual: Son las propiedades y la calidad del hormigón en su estado fresco y plástico, que dependen de la calidad del árido y de los aditivos utilizados para su fabricación.

Definición operacional: Se obtendrá resultados de la resistencia a la compresión para muestras cilíndricas y módulo de rotura para viguetas de hormigón endurecido mediante pruebas estándares de laboratorio.

Dimensión: Propiedades mecánicas y físicas.

Indicadores: Consistencia y trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire, temperatura, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Escala de medición: De razón.

¹² (Ogork, 2015 pág. 11)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Es un grupo de elementos con características similares, estos elementos son objeto de estudio y las conclusiones de la encuesta son válidas para ellos.¹³

La población del presente estudio será el concreto estándar $f'c=280kg/cm^2$ (sin la incorporación de fibras de mazorca de cacao) y el concreto de $f'c=280kg/cm^2$ con la incorporación de fibras de mazorca de cacao (en distintas proporciones).

Muestra

En esta investigación, la muestra constara de 9 testigos cilíndricos de un concreto estándar de $f'c=280kg/cm^2$, 36 testigos cilíndricos de un concreto de $f'c=280kg/cm^2$ adicionado de fibras de mazorca de cacao (con diferentes dosis), así como también 3 viguetas prismáticas de un concreto patrón de $f'c=280kg/cm^2$ y 1 viguetas prismáticas de un concreto de $f'c=280kg/cm^2$ con la incorporación de fibras de mazorca de cacao (en distintos porcentajes con relación fibras-cemento).

Tabla 4. Distribución de propiedades físicas y mecánicas según de ensayos.

ENSAYOS	CONCRETO PATRÓN			DOSIFICACIONES												TOTAL	
	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D		
				1.5%	1.5%	1.5%	3.0%	3.0%	3.0%	4.5%	4.5%	4.5%	6.0%	6.0%	6.0%		
Compresión simple	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45
Flexión en vigas			3			3			3			3			3		15
Slump	1			1			1			1			1			5	
Peso unitario	1			1			1			1			1			5	
Contenido Unitario	1			1			1			1			1			5	

¹³ (Sampieri, 2014 pág. 145)

Muestreo Se utilizarán métodos no aleatorios en el proceso de muestreo para garantizar que la muestra sea representativa de la población. En otras palabras, las propiedades están en línea con las del público objetivo. La "representación" es un término subjetivo que limita este tipo de muestra porque no puede cuantificarse, lo que es la principal desventaja de este método.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigación

La principal técnica que se utilizará en esta investigación será la observación directa sistemática.

Instrumentos de recolección de datos

Las herramientas o instrumentos utilizados en las técnicas descritas líneas arriba son:

Fichas técnicas de laboratorio para los ensayos de compresión axial, y flexión en vigas.

Validez

Grado en que un instrumento produce resultados confiables, consistentes y coherentes.¹⁴

El estudio será validado con las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, que estarán sometidas a las normativas vigentes por instituciones estandarizadoras de ensayos geotécnicos a nivel nacional e internacional, tales como la MTC, NTP, ASTM y AASHTO. Además, se adjuntará un panel fotográfico detallado de los desarrollos, procesos y ensayos; finalmente y para otorgarle un mayor grado de validez se aplicará una evaluación detallada por juicio de expertos.

¹⁴ (Sampieri, 2014 pág. 296)

Confiabilidad

“Grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir.”¹⁵

La base fundamental de la confiabilidad, es ofrecer un alto grado de veracidad a los datos obtenidos. Por esta razón el desarrollo de ensayos y la elaboración de informes será ejecutado por un laboratorio altamente implementado con certificación ISO-9001:2015, de vasta experiencia en el rubro, conformado por un equipo técnico capacitado y con una plana de ingenieros especialistas que además cuentan con certificados de calibración de equipos vigente. Del mismo modo con las compañías productoras de aditivos, que presentan una vasta experiencia en la estabilización de suelos y ponen a buena disposición sus fichas técnicas y de seguridad.

3.5. Procedimientos

Para la realización de este trabajo de investigación se siguió el siguiente orden.

Se utilizó bibliográfica como referencia y se buscará información sobre el hormigón adicionado de fibras de mazorca de cacao; se estudiará las propiedades físicas de las fibras de mazorca de cacao; se realizará el estudio al agregado fino (Arena Gruesa); se realizará el estudio al agregado Grueso (Piedra $\frac{3}{4}$ "); se obtendrá mazorca de cacao y se dará el tratamiento hasta convertirlo en fibras para su posterior uso; se realizará un diseño de mezclas para un hormigón estándar (sin adición de fibra de mazorca de cacao) y hormigón reforzado con fibra (con diferentes dosis de mazorca de cacao); se elaborará probetas cilíndricas y vigas prismáticas con una muestra de hormigón tradicional; a partir de la muestra estándar, se agregará fibras de mazorca de cacao en un porcentaje relativo al peso del cemento; se realizará ensayos de consistencia (Slump) para cada muestra de estudio; se realizará ensayos de resistencia a la compresión axial ASTM C39 y ensayos de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78; se recolectará datos para el análisis y evaluación y así finalmente diseñar un pavimento rígido con el

¹⁵ (Sampieri, 2014 pág. 425)

método AASHTO 93 adicionando fibras de mazorca de cacao en el concreto y se comparará con un diseño convencional.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis y procesamiento de datos se realizarán en formatos Excel establecidos para cada uno de los ensayos usados por los laboratorios: INGEOTECON E.I.R.L. Se emplearán procedimientos validados por normas internacionales y nacionales, los resultados obtenidos serán analizados mediante la comparación con las especificaciones técnicas vigentes. Asimismo, para la validación de la hipótesis se realizará mediante el software Excel utilizando la prueba hipótesis T-Student.

3.7. Aspectos éticos

Se evaluará los efectos de agregar fibras de mazorca de cacao al concreto hidráulico en el mejoramiento del diseño de un pavimento rígido. Los expertos en mecánica del suelo, el hormigón y el pavimento realizarán las pruebas en el laboratorio de INGEOTECON E.I.R.L. en la ciudad de Ayacucho, donde se recogerán los datos de acuerdo con las normas NTP y las normas internacionales de ASTM, bajo la supervisión y conformidad de los ingenieros consultores. La calidad de los datos recogidos y la aprobación de la prueba se revisarán por el ingeniero consultor. Los ingenieros y los ingenieros de métodos supervisarán el procesamiento de datos, garantizando que los datos sean coherentes y que los resultados puedan ser confiados. Los resultados del estudio se utilizarán para sacar conclusiones y hacer recomendaciones para futuras investigaciones. En las distintas etapas del proceso de investigación se considerarán las opiniones y observaciones del ingeniero consultor.

IV. RESULTADOS

Aspectos generales

La investigación en materia de estudio se desarrollo en el distrito de Ayacucho perteneciente a la provincia de Huamanga de la region de Ayacucho, a una altitud promedio de 2760 m.s.n.m. Que presenta climas templados secos y fríos, con una temperatura que llega a sus picos minimos y máximos de 8°C a 25°C, respectivamente; que suele variar según la condición de temporadas y efecto climatológicos variantes en la zona. El valor medio de la intensidad de precipitación es 1110mm; con una época plucial que inicia en diciembre y culmina en abril.

La forma de acceder es por la via libertadores 28A, carretera Ayacucho-Huanta o por la via 3S, dependiendo de lugar de donde se provenga suele variar la distacia y el tiempo de viaje, si la ruta es de la capital, Lima, la distancia promedio son 500Km y el tiempo de viaje son 10 horas.

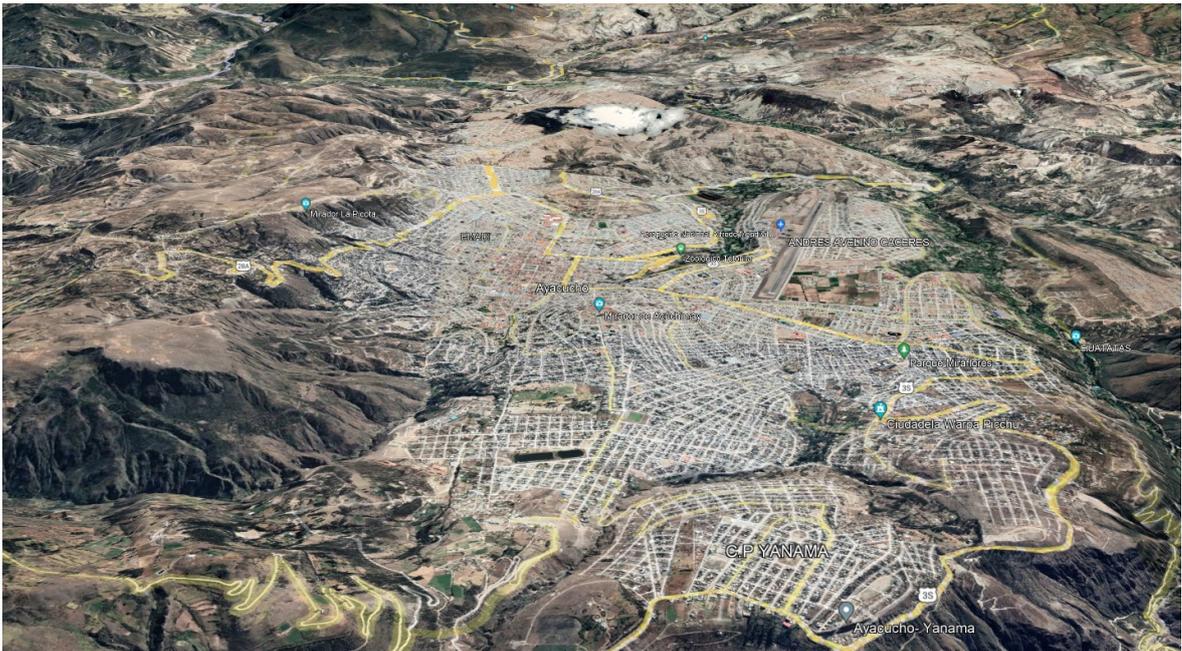


Figura 00: Mapa Satelital de Ayacucho (Google Earth)

Ubicación Política:

- Distrito : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Departamento : Ayacucho

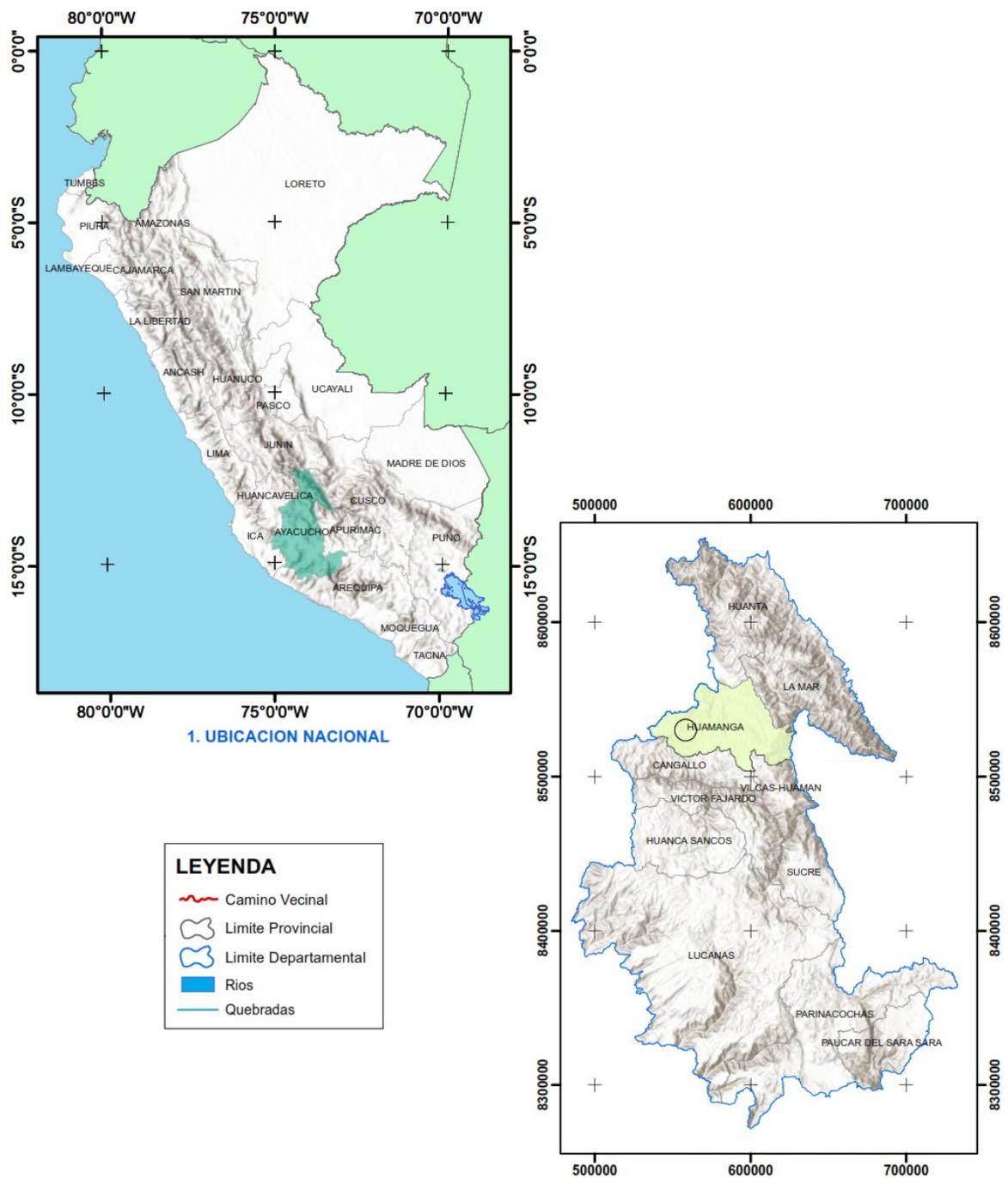


Figura 08: Mapa Ubicación Geografica de Ayacucho (Google Earth)

Geográficamente la ubicación de la zona de estudio, Ayacucho, tiene unas coordenadas WGS 84: Latitud 13° 9'37.47"S y longitud 74° 13'33.02"O, dentro de la provincia de Huamanga que delimita por el Norte con la región de Huancavelica y la provincia de Huanta, por el Este con la región de Huancavelica, por el sur con las provincias de Cangallo y Vilcashuaman y por el oeste con la región de Cusco.

Descripción del Proyecto

Para el procedimiento y ejecución de los ensayos se aplicará la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), según estos se aplicó el diseño de mezclas y la dosificación proporcional de fibras de mazorca de cacao, evaluando inicialmente las características del concreto en estado fresco y luego en condiciones endurecidas.

La dosificación de fibra de mazorca de cacao, de procedencia natural se dosificará según las diversas proporciones: 0.00%, 1.50%, 3.00%, 4.5% y 6.00%

El diseño de mezcla de concreto se ejecutó según el método del agregado global para resistencia de diseño de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ con consistencia plástica o slump de 3-4", con grava propia de la canchales explotado por la empresa La Moderna, que presenta buenas características y de explotación masiva que no registra algún tipo de patologías en las obras empleadas. Los ensayos realizados para el diseño de mezcla analítico fueron: Análisis granulométrico por tamizado, Peso unitario suelto y compactado de los agregados, gravedad específica en agregados, contenido de humedad de agregados.

Para la determinación de las propiedades del concreto fresco se determinó su trabajabilidad a través del ensayo de Slump con el cono de Abrahams, para la determinación del peso unitario del hormigón y el contenido de aire del mismo se empleó la olla Washington y para el control de la temperatura un termómetro. Para determinar las propiedades del concreto endurecido se realizaron vigas y probetas con diversas proporciones de fibras de mazorca de cacao; los ensayos de compresión axial se realizaron por repetibilidad de 3 y en fechas con edades

de 7, 14 y 28 días; mientras los ensayos a flexión con cargas a los tercios del tramo se ejecutaron por repetibilidad de 3 y solo a la fecha de 28 días.

Objetivo específico 1: Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.

A continuación, se exponen los procedimientos y valores resultantes de los ensayos de Slump, temperatura, peso unitario y contenido de aire del concreto en estado fresco, todos con dosificaciones de 0.0%, 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao.

Determinación de la trabajabilidad (Slump)

Para determinar la consistencia, cuando se comprueba que la mezcla está distribuida uniformemente en el trompo de mezclado, se vierte parte de la misma en el cono de Abrams, y se llena el molde de hormigón en tres capas. Todas las capas se compactan aplicando 25 golpes con una varilla de acero de 16 mm de diámetro x 60 cm de largo, luego se levanta el molde para determinar el nivel de asentamiento del concreto. La distancia de desplazamiento vertical medida desde la altura del molde hasta el centro de la superficie superior de la mezcla se registra como hundimiento del hormigón. Por lo tanto, la verificación de la consistencia del diseño se registró para el concreto estándar para el cual fue diseñado con una consistencia plástica de 3-4 pulgadas, el cual varía por cada dosis adicional de fibra de mazorca de cacao.



Figura 09: Ensayo de asentamiento del concreto

Tabla 5. Cuadro de asentamiento del concreto patron y adicionados

Tipo	SLUMP (pulg)
Concreto sin Adicion	3 3/8
Concreto con 1.5% Fibras de mazorca de cacao	3 3/4
Concreto con 3.0% Fibras de mazorca de cacao	3 3/4
Concreto con 4.5% Fibras de mazorca de cacao	3 3/8
Concreto con 6.0% Fibras de mazorca de cacao	4

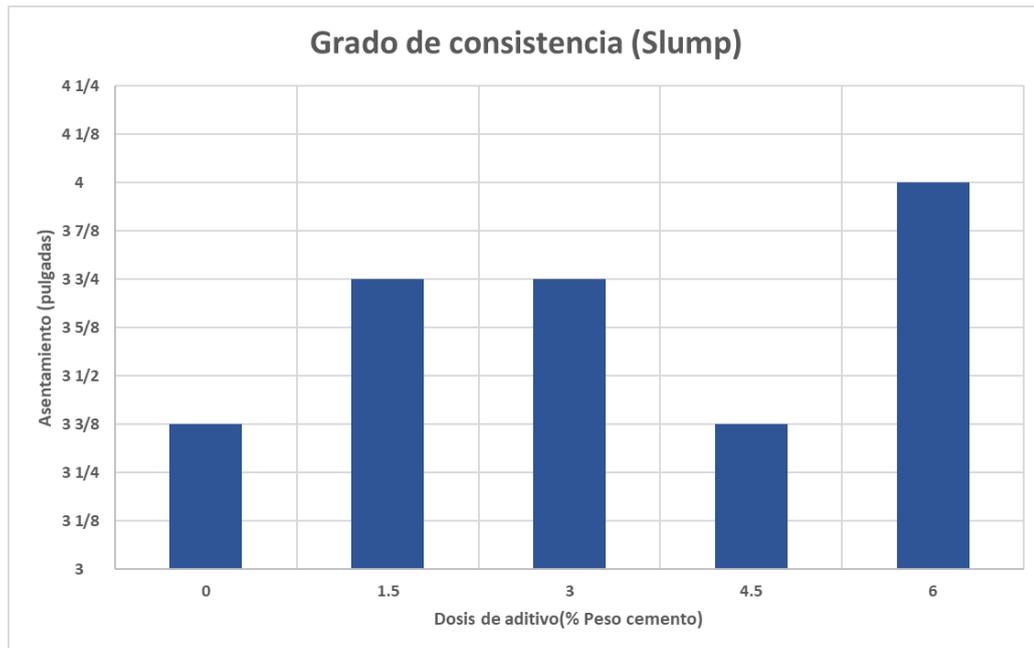


Figura 10: Consistencia del concreto patrón y adicionados

Interpretación: En el gráfico se muestra los valores del grado de consistencia del ensayo de Slump mediante el cono de Abrams, para el concreto patrón se obtiene un asentamiento de 3 3/8 pulg; para la primera dosis de 1.5% se obtiene un asentamiento de 3 3/4 pulg; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene un asentamiento de 3 3/4 pulg; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene un asentamiento de 3 3/8 pulg; finalmente para la ultima dosis de 6% se obtiene un asentamiento de 4 pulg.

Determinación de la temperatura

Para determinar la temperatura del concreto es necesario, verter la muestra recién mezclada sobre un recipiente, para después sumergir la punta de un termómetro un mínimo de 3pulg. o 75mm. y dejar estabilizar un tiempo mínimo de 2 minutos y un máximo de 20 minutos. Por lo tanto, la verificación de la temperatura del concreto estándar y adicionado con fibras de mazorca de cacao, dará valores no necesariamente igual, pero si dentro de un rango adecuado para contrastar la hidratación y fragua.



Figura 11: Ensayo de temperatura del concreto

Tabla 6. Cuadro de temperatura del concreto patron y adicionados

Tipo	Tempertura (°C)
Concreto sin adición	23.5
Concreto con 1.5% Fibras de mazorca de cacao	22.9
Concreto con 3.0% Fibras de mazorca de cacao	22.8
Concreto con 4.5% Fibras de mazorca de cacao	23.6
Concreto con 6.0% Fibras de mazorca de cacao	23.2

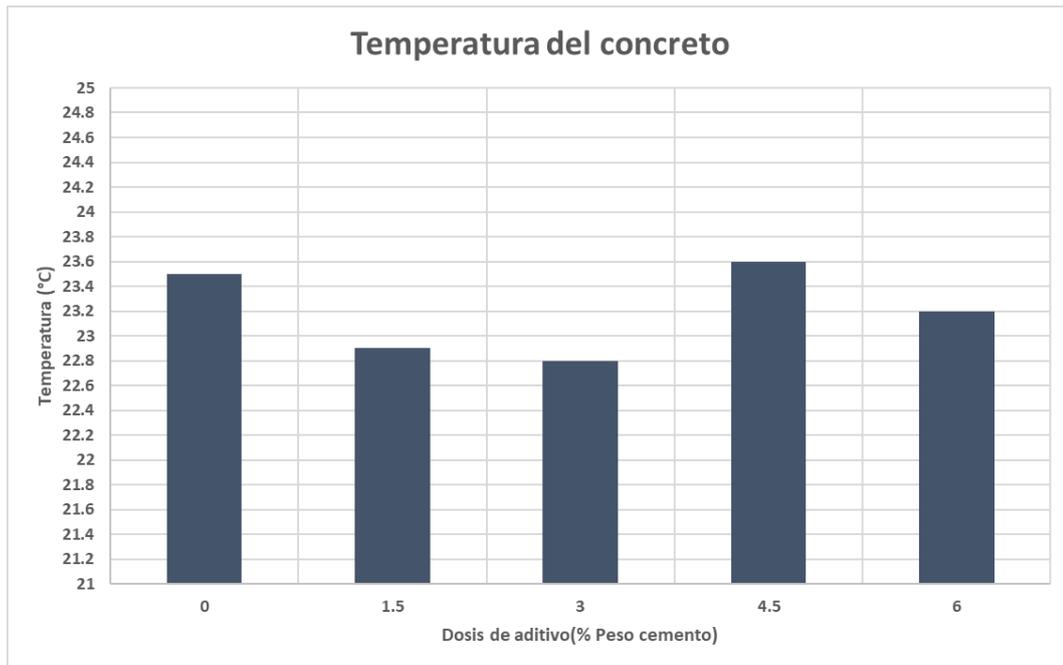


Figura 12: Temperatura del concreto patrón y adicionados

Interpretación: En el gráfico se muestra los valores en grados Celsius de la temperatura del ensayo de temperatura del concreto mediante el termómetro, para el concreto patrón se obtiene una temperatura de 23.5°C; para la primera dosis de 1.5% se obtiene una temperatura de 22.9°C; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene una temperatura de 22.8°C; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene una temperatura de 23.6°C; finalmente para la última dosis de 6% se obtiene una temperatura de 23.2°C.

Determinación del peso unitario

Para determinar el peso unitario del concreto es necesario, verter la muestra sobre un recipiente, para después pasarlo a un molde cilíndrico de dimensiones y peso conocido, finalmente se enazará y se podrá determinar el valor del peso unitario del concreto en estado fresco, solo y con adiciones de fibras de mazorca de cacao.



Figura 13: Ensayo de peso unitario del concreto

Tabla 7. Cuadro de peso unitario del concreto patron y adicionados

Tipo	Peso unitario (Kg/m3)
Concreto sin Adicion	2416
Concreto con 1.5% Fibras de mazorca de cacao	2395
Concreto con 3.0% Fibras de mazorca de cacao	2381
Concreto con 4.5% Fibras de mazorca de cacao	2378
Concreto con 6.0% Fibras de mazorca de cacao	2360

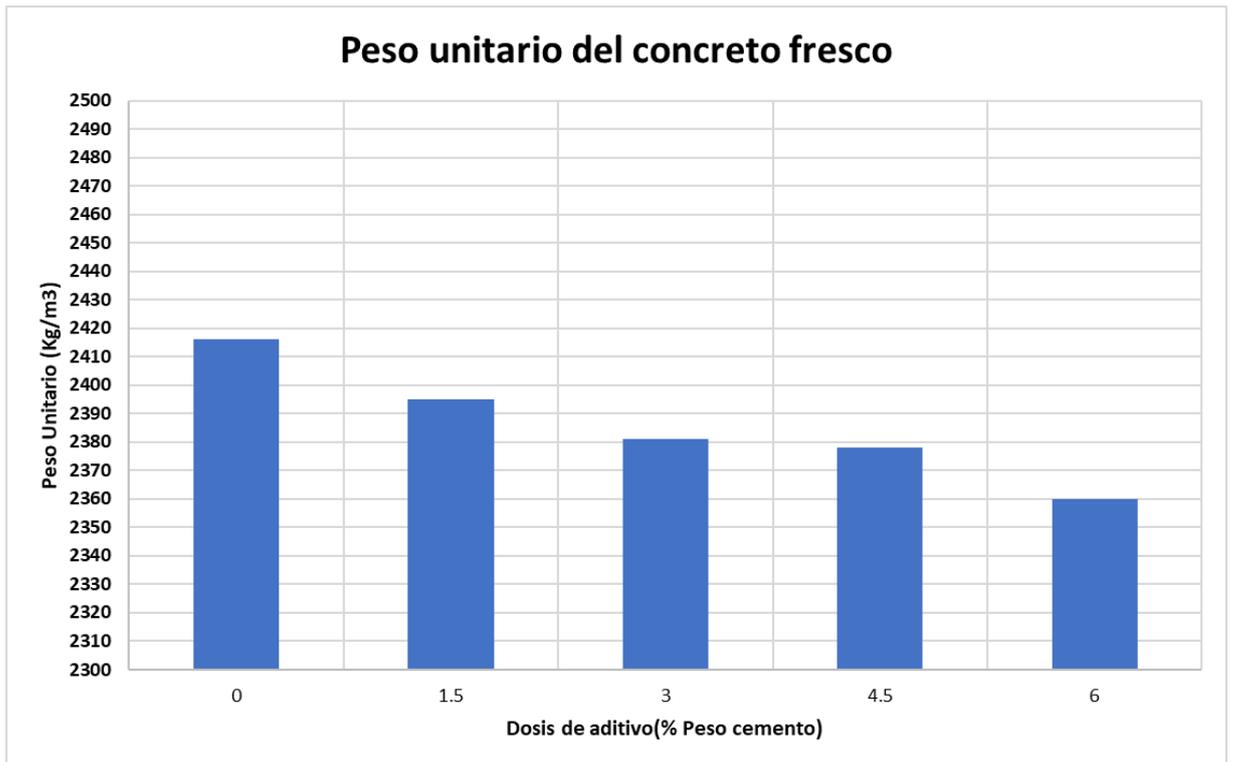


Figura 14: Peso unitario del concreto patrón y adicionados

Interpretación: En el gráfico se muestra los valores de densidad del concreto del ensayo de Peso unitario mediante un molde de dimensiones y masa conocida, para el concreto patrón se obtiene un peso unitario de 2416 Kg/m³; para la primera dosis de 1.5% se obtiene un peso unitario de 2395 Kg/m³; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene un peso unitario de 2381 Kg/m³; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene un peso unitario de 2378 Kg/m³; finalmente para la última dosis de 6% se obtiene un peso unitario de 2360 Kg/m³.

Determinación del contenido de aire

Para determinar el contenido de aire de una mezcla de concreto fresco, se usó el dispositivo conocido como olla Washington, el cual mide la variación de volumen a través de una aplicación de presión. El porcentaje de aire contenido dentro del recipiente, es expresado en el manómetro del equipo; las condiciones se realizaron al concreto convencional y a los adicionados con fibras de mazorca de cacao.



Figura 15: Ensayo de contenido de aire del concreto

Tabla 8. Cuadro de contenido de aire del concreto patron y adicionados

Tipo	Contenido de aire (%)
Concreto sin Adicion	1.0
Concreto con 1.5% Fibras de mazorca de cacao	1.1
Concreto con 3.0% Fibras de mazorca de cacao	1.1
Concreto con 4.5% Fibras de mazorca de cacao	1.2
Concreto con 6.0% Fibras de mazorca de cacao	1.2

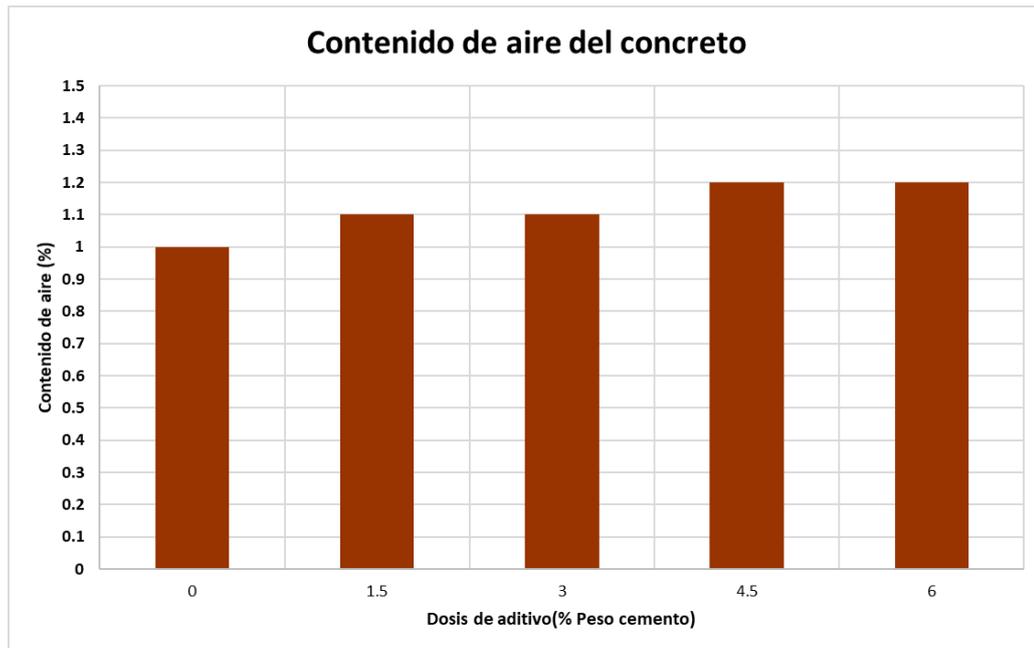


Figura 16: Contenido de aire del concreto patrón y adicionados

Interpretación: En el gráfico se muestra los valores porcentuales de aire en el concreto del ensayo de Contenido de aire mediante la olla Washington, para el concreto patrón se obtiene un contenido de aire de 1.0%; para la primera dosis de 1.5% se obtiene un contenido de aire de 1.1%; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene un contenido de aire de 1.1%; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene un contenido de aire de 1.2%; finalmente para la última dosis de 6% se obtiene un contenido de aire de 1.2%.

Objetivo específico 2: Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

Los primeros ensayos de resistencia a la compresión axial se realizaron a los 7 días, los testigos fueron elaborados el 29/01/2022, por ende, se realizaron los ensayos el día 5/02/2022, el resultado de los valores obtenidos fueron testigos de dimensiones 6 x 12", los mismos se elaboraron según el diseño patrón y diversas dosificaciones de fibras de mazorca de cacao, el análisis del resultado es el promedio de 3 testigos de una misma dosis.



Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 7 días

Tabla 9. Cuadro de resistencia compresión a los 7 días

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM2)	
		7 días	PORCENTAJE (%)
MDE	0.0% FMC	236.10	84.0
MD1	1.5% FMC	258.20	92.0
MD2	3.0% FMC	242.60	87.0
MD3	4.5% FMC	224.50	80.0
MD4	6.0% FMC	212.00	76.0

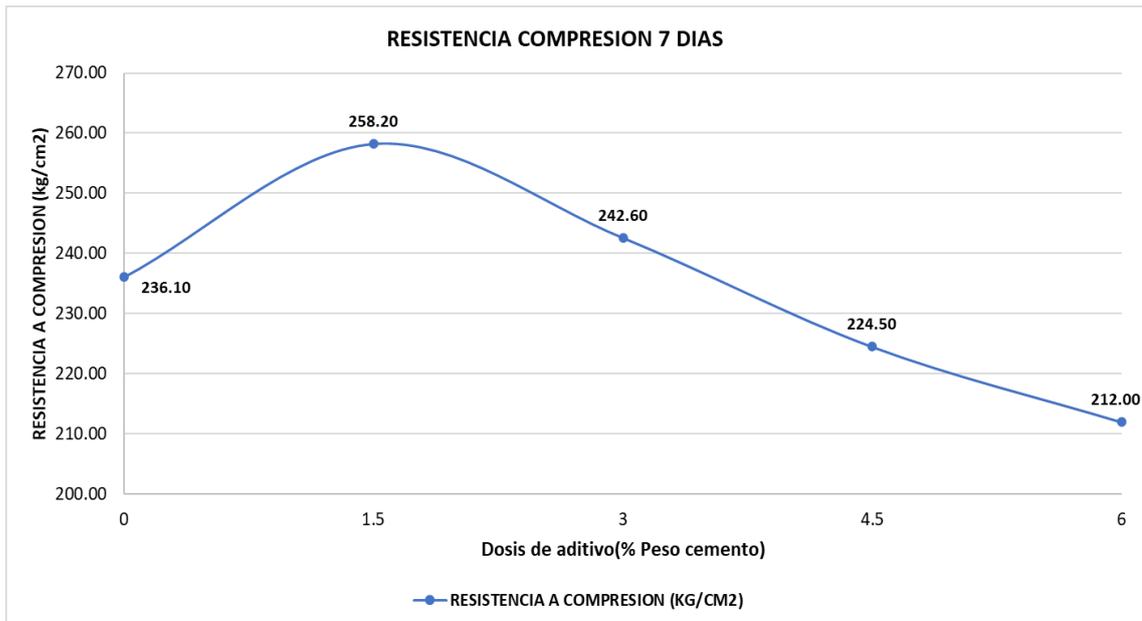


Figura 18: Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 7 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que la resistencia a la compresión axial de un concreto patrón sin adición a los 7 días es de 236.10 Kg/cm², el cual incrementa sus resistencia a 258.20 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 3% le corresponde una resistencia de 242.60 Kg/cm², a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia de 224.50 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia de 212.00 Kg/cm².

Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

Los siguientes ensayos de resistencia a la compresión axial se realizaron a los 14 días, los testigos fueron elaboradas el 29/01/2022, por ende, se realizaron los ensayos el día 12/02/2022, el resultado de los valores obtenidos fueron testigos dedim 6 x 12", los mismos que se evaluaron y se compararon entre un diseño patrón y diversas dosificaciones de fibras de mazorca de cacao, el analisis del resultado es el promedio de 3 testigos de una misma dosis.



Figura 19: Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 14 días

Tabla 10. Cuadro de resistencia compresión a los 14 días

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM2)	
		14 días	PORCENTAJE (%)
MDE	0.0% FMC	277.60	99.0
MD1	1.5% FMC	288.80	103.0
MD2	3.0% FMC	286.80	102.0
MD3	4.5% FMC	251.80	90.0
MD4	6.0% FMC	236.70	85.0

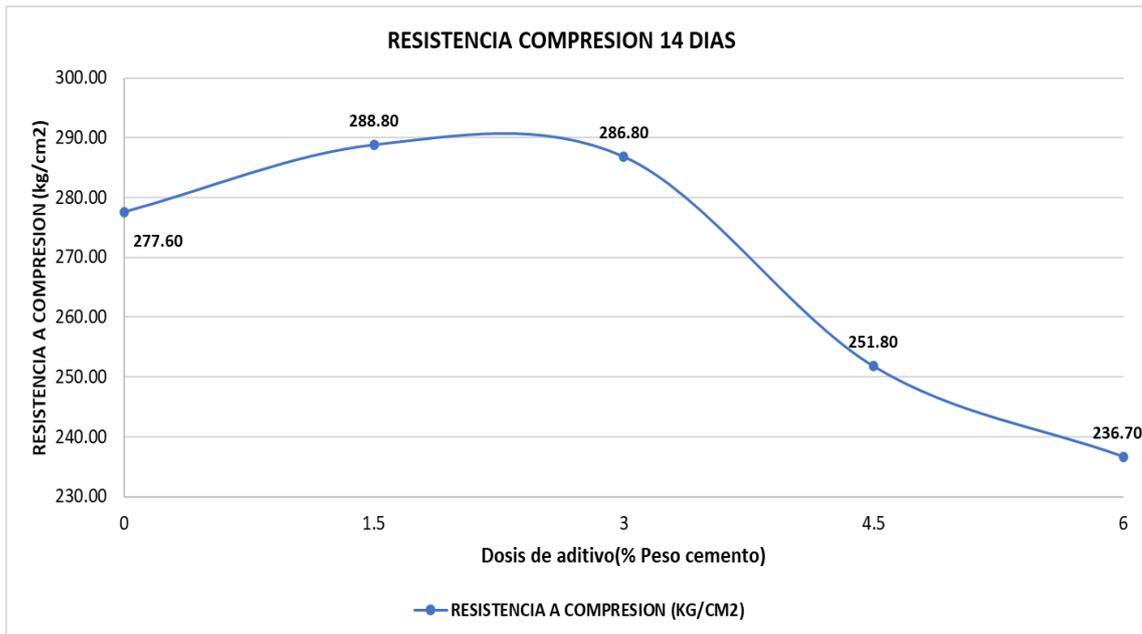


Figura 20: Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 14 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que la resistencia a la compresión axial de un concreto patrón sin adición a los 14 días es de 277.60 Kg/cm², el cual incrementa sus resistencia a 288.80 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 3% le corresponde una resistencia de 286.80 Kg/cm², a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia de 251.80 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia de 236.70 Kg/cm².

Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

Los últimos ensayos de resistencia a la compresión axial se realizaron a los 28 días, los testigos fueron elaboradas el 29/01/2022, por ende, se realizaron los ensayos el día 26/02/2022, el resultado de los valores obtenidos fueron testigos de dimensiones 6 x 12", los mismos que se evaluaron y se compararon entre un diseño patrón y diversas dosificaciones de fibras de mazorca de cacao, el análisis del resultado es el promedio de 3 testigos de una misma dosis.



Figura 21: Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 28 días

Tabla 11. Cuadro de resistencia compresión a los 28 días

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM2)	
		28 días	PORCENTAJE (%)
MDE	0.0% FMC	309.20	110.0
MD1	1.5% FMC	335.60	120.0
MD2	3.0% FMC	316.60	113.0
MD3	4.5% FMC	297.80	106.0
MD4	6.0% FMC	291.40	104.0

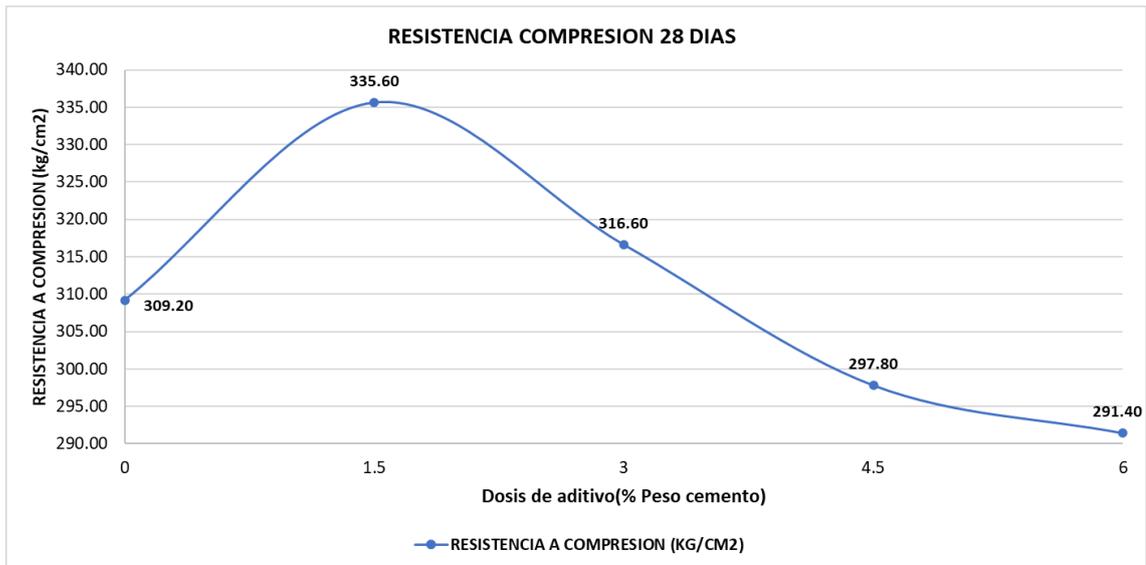


Figura 22: Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que la resistencia a la compresión axial de un concreto patrón sin adición a los 28 días es de 309.20 Kg/cm², el cual incrementa sus resistencia a 335.60 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 3% le corresponde una resistencia de 316.60 Kg/cm², a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia de 297.80 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia de 291.40 Kg/cm².

Evolución de resistencia a la compresión

Concreto sin adición

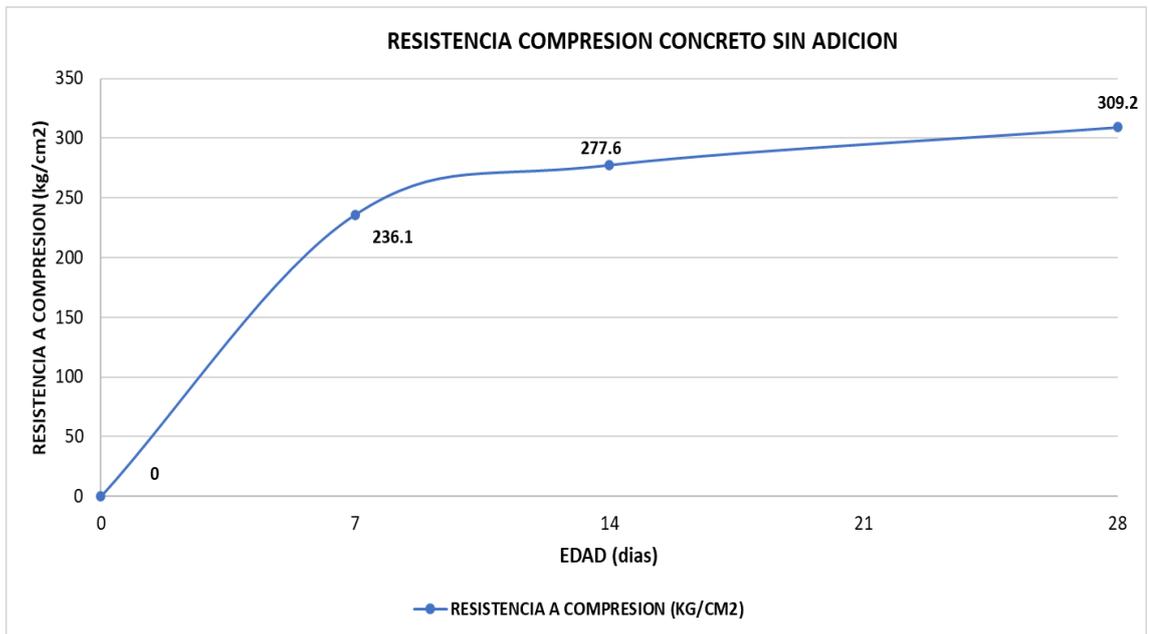


Figura 23: Evolución de la resistencia a la compresión concreto patrón según edad

Concreto con 1.5% Fibras de mazorca de cacao

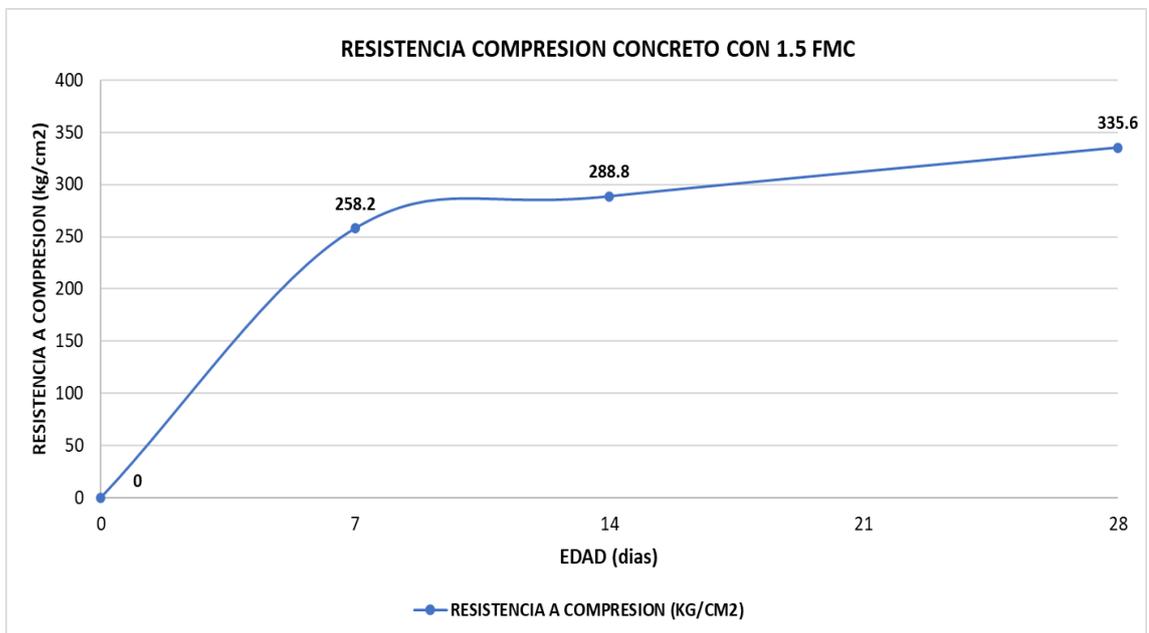


Figura 24: Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 1.5% FMC según edad

Concreto con 3.0% Fibras de mazorca de cacao

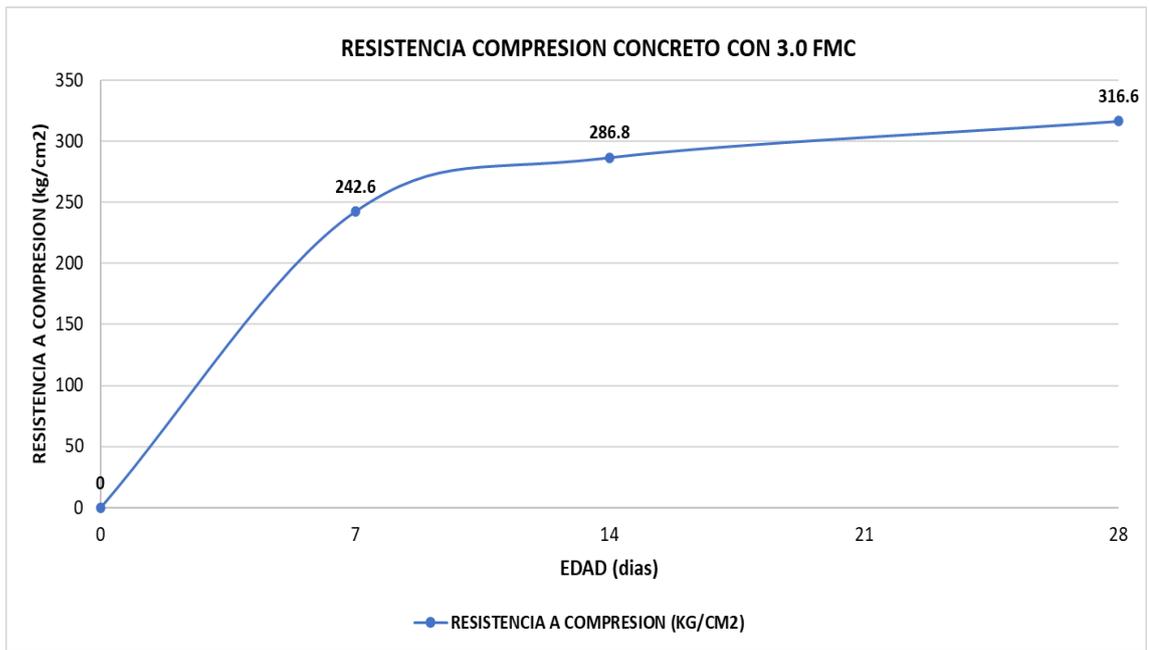


Figura 25: Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 3.0% FMC según edad

Concreto con 4.5% Fibras de mazorca de cacao

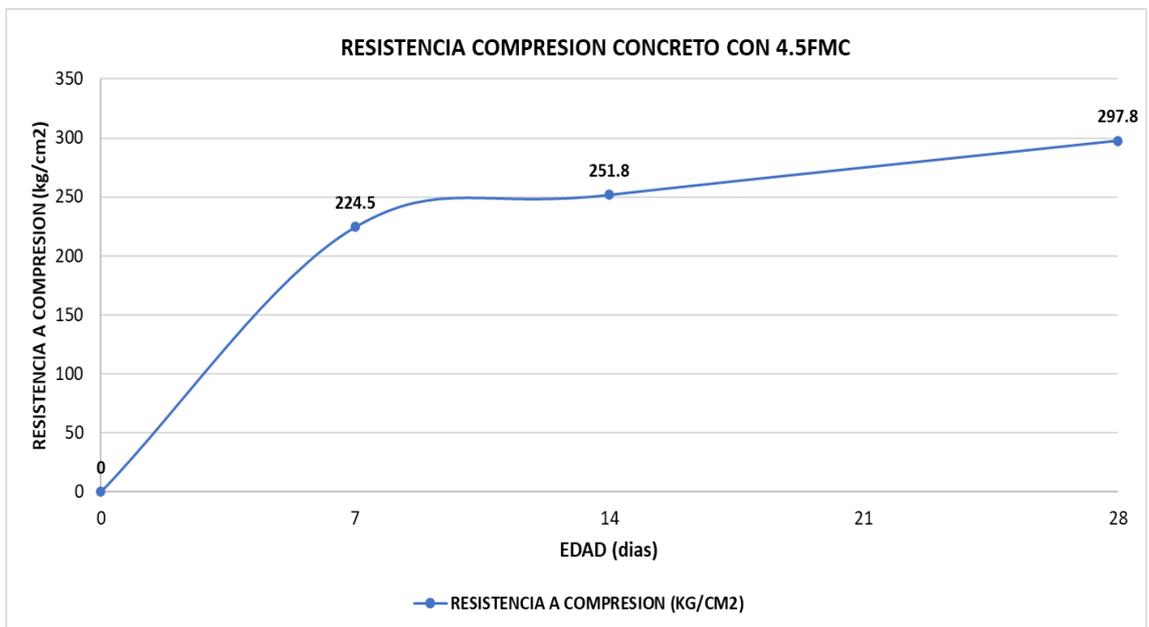


Figura 26: Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 4.5% FMC según edad

Concreto con 6.0% Fibras de mazorca de cacao

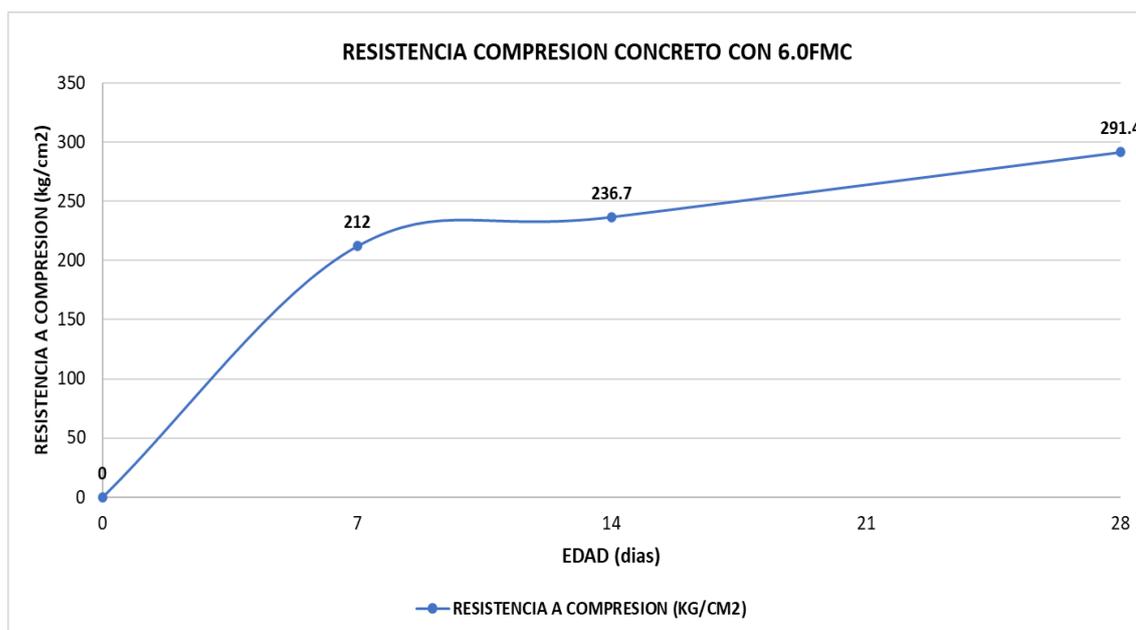


Figura 27: Evolución de la resistencia a la compresión concreto con 6.0% FMC según edad

El concreto patrón y los concretos con adiciones de 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao tienen un incremento progresivo de resistencia por edad, en promedio a los 7 días se alcanzan entre el 73% y 77% de la resistencia a los 28 días, a los 14 días se alcanzan valores entre el 81% y 91% de la resistencia a los 28 días. Siendo de esta forma las resistencias máximas a los 28 días; 309.2 Kg/cm² para el concreto patrón, 335.6 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, 316.6 Kg/cm² para una dosis de 3%, 297.8 Kg/cm² para una dosis de 4.5% y 291.4 Kg/cm² para una dosis de 6%.

Ensayos de resistencia a la flexión

Los ensayos de flexión con cargas a los 2 tercios del tramo se desarrollaron en vigas de dimensiones 15cm x15cm x 60cm, a los 28 días, los resultados de los valores obtenidos se evaluaron y compararon entre un diseño patrón y diversas dosificaciones de fibras de mazorca de cacao, el análisis del resultado es el promedio de 3 vigas de una misma dosis



Figura 28: Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días

Tabla 12. Cuadro de resistencia flexion a los 28 días

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN (KG/CM2)
		28 días
MDE	0.0% FMC	30.61
MD1	1.5% FMC	34.91
MD2	3.0% FMC	42.10
MD3	4.5% FMC	38.32
MD4	6.0% FMC	34.21

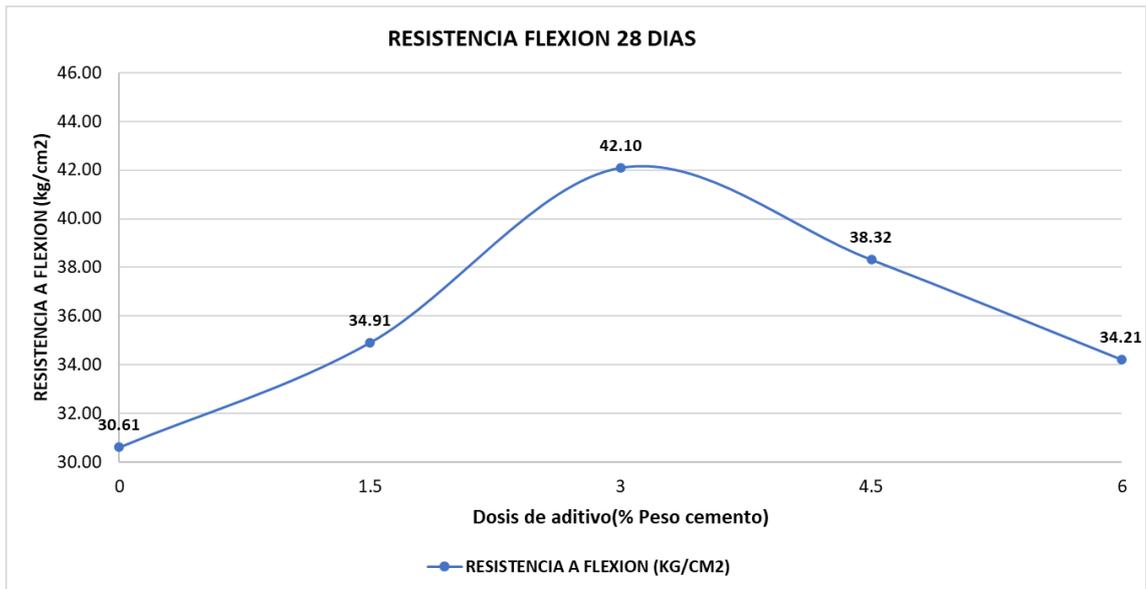


Figura 29: Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que el módulo de rotura del ensayo a flexión en vigas con cargas a los 2 tercios del tramo de un concreto patrón sin adición a los 28 días es de 30.61 Kg/cm², el cual incrementa su resistencia a la flexión a 34.91 Kg/cm² para una dosis de 1.5% y 42.10 Kg/cm² para una dosis de 3% sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia a la flexión de 38.32 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia a la flexión de 34.21 Kg/cm².

Objetivo específico 3: Determinar el efecto de la dosificación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.



Figura 30: Adición de fibras de mazorca de cacao al concreto



Figura 31: Preparación de probetas y vigas de concreto

Tabla 13. Efecto de la dosificación en las propiedades físicas del concreto

Tipo	Slump (pulgadas)	Temperatura (°C)	Peso Unitario (Kg/m ³)	Contenido de aire (%)
Concreto con 0.0% FMC	3 3/8	23.5	2416	1.0
Concreto con 1.5% FMC	3 3/4	22.9	2395	1.1
Concreto con 3.0% FMC	3 3/4	22.8	2381	1.1
Concreto con 4.5% FMC	3 3/8	23.6	2378	1.2
Concreto con 6.0% FMC	4	23.2	2360	1.2

Tabla 14. Efecto de la dosificación en las propiedades mecánicas del concreto

Tipo	Resistencia compresión 7d (Kg/cm ²)	Resistencia compresión 14d (Kg/cm ²)	Resistencia compresión 28d (Kg/cm ²)	Resistencia flexión 28d (Kg/cm ²)
Concreto con 0.0% FMC	236.10	277.60	309.20	30.61
Concreto con 1.5% FMC	258.20	288.80	335.60	34.91
Concreto con 3.0% FMC	242.60	286.80	316.60	42.10
Concreto con 4.5% FMC	224.50	251.80	297.80	38.32
Concreto con 6.0% FMC	212.00	236.70	291.40	34.21

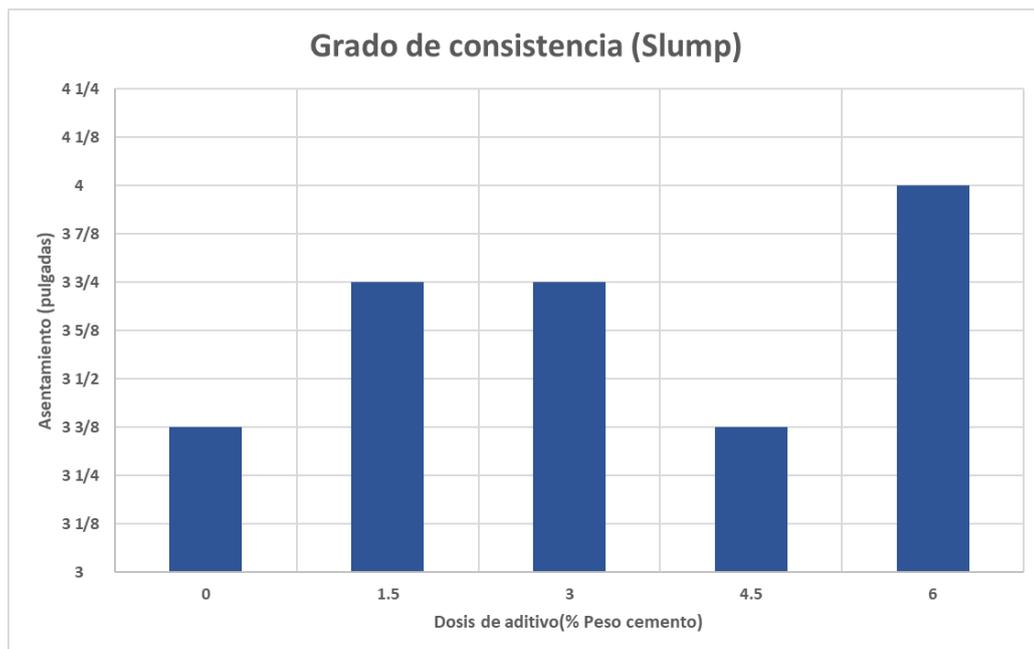


Figura 32: Slump del concreto patrón y adicionados

Interpretación: En el gráfico se muestra los valores del grado de consistencia del ensayo de Slump mediante el cono de Abrams, para el concreto patrón se obtiene un asentamiento de 3 3/8 pulg; para la primera dosis de 1.5% se obtiene un asentamiento de 3 3/4 pulg; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene un asentamiento de 3 3/4 pulg; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene un asentamiento de 3 3/8 pulg; finalmente para la ultima dosis de 6% se obtiene un asentamiento de 4 pulg, de lo cual se puede deducir que existe una tendencia relativa a incrementar la trabajabilidad, pero no se puede definir o estandarizar, pues existe mucha variabilidad.

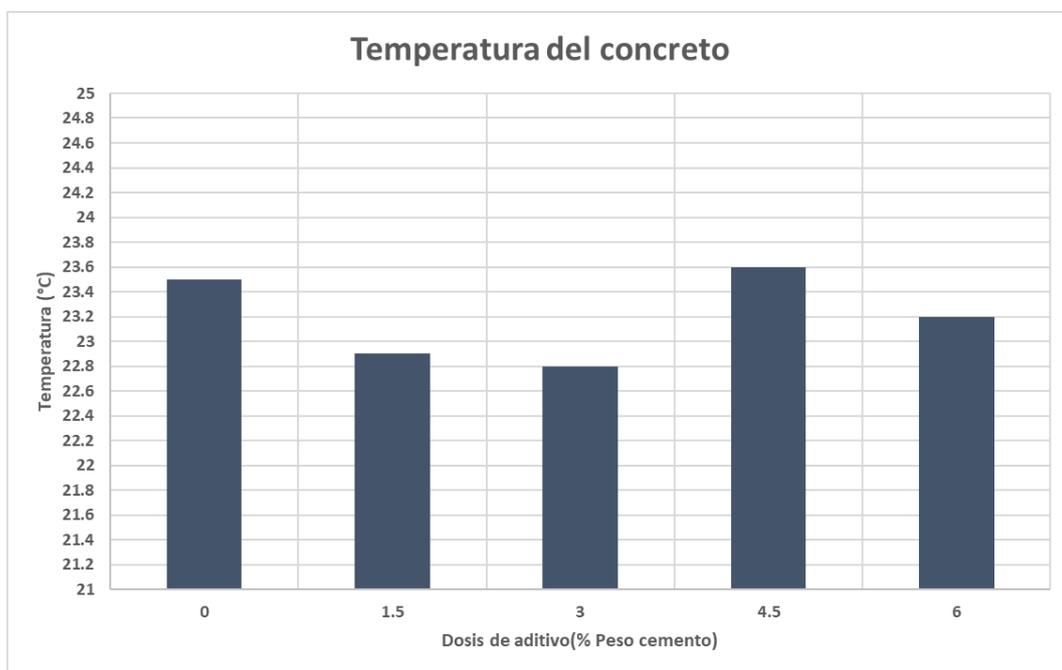


Figura 33: Temperatura del concreto patrón y adicionados

Interpretación: En el gráfico se muestra los valores en grados Celsius de la temperatura del ensayo de temperatura del concreto mediante el termómetro, para el concreto patrón se obtiene una temperatura de 23.5°C; para la primera dosis de 1.5% se obtiene una temperatura de 22.9°C; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene una temperatura de 22.8°C; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene una temperatura de 23.6°C; finalmente para la ultima dosis de 6% se obtiene una temperatura de 23.2°C, de lo cual se puede deducir que existe diversos valores de temperatura que no están necesariamente sometidos a una variación por adición de fibras de mazorca de cacao; los hidratación y fragua no

se verán afectados pues se encuentran dentro del rango de temperatura adecuada que va desde 21°C hasta 25°C, por ende, no es necesario el uso de ningún aditivo para controlar estas condiciones

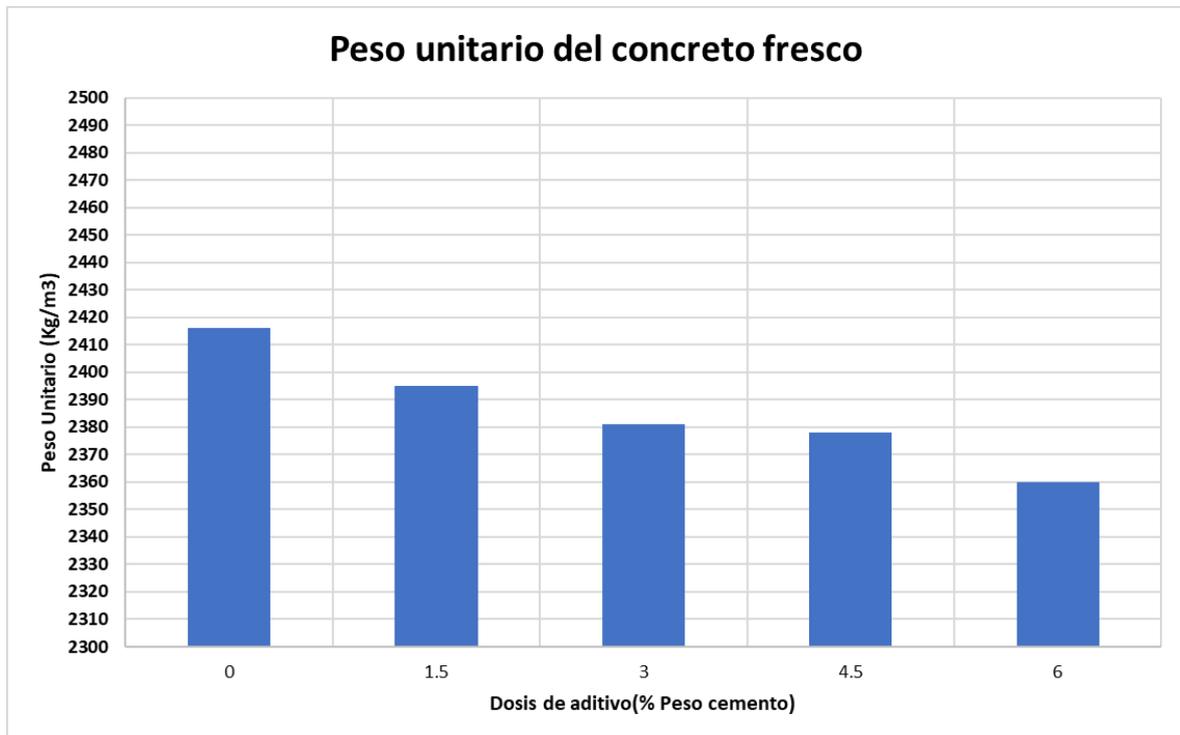


Figura 34: Peso unitario del concreto patrón y adicionados

Interpretacion: En el gráfico se muestra los valores de densidad del concreto del ensayo de Peso unitario mediante un molde de dimensiones y masa conocida, para el concreto patrón se obtiene un peso unitario de 2416 Kg/cm³; para la primera dosis de 1.5% se obtiene un peso unitario de 2395 Kg/cm³; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene un peso unitario de 2381 Kg/cm³; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene un peso unitario de 2378 Kg/cm³; finalmente para la ultima dosis de 6% se obtiene un peso unitario de 2360 Kg/cm³, de lo cual se puede deducir que existe un decremento progresivo del valor del peso unitario del concreto, mientras la adicion de fibras de mazorca de cacao es mayor, el valor de la densidad es menor, esto se debe claramente a que la fibra de mazorca de cacao tiene menor densidad que el de los otros componentes; su densidad promedio es 1.35 gr/cm³.

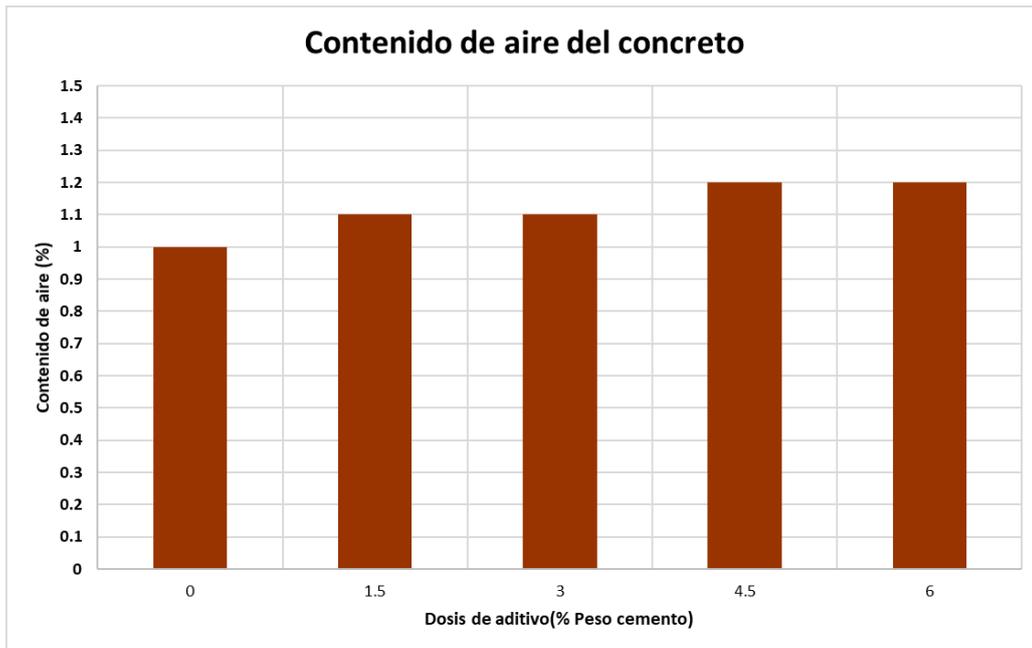


Figura 35: Contenido de aire del concreto patrón y adicionados

Interpretacion: En el gráfico se muestra los valores porcentuales de aire en el concreto del ensayo de Contenido de aire mediante la olla Washington, para el concreto patrón se obtiene un contenido de aire de 1.0%; para la primera dosis de 1.5% se obtiene un contenido de aire de 1.1%; para la segunda dosis de 3.0% se obtiene un contenido de aire de 1.1%; para la tercera dosis de 4.5% se obtiene un contenido de aire de 1.2%; finalmente para la ultima dosis de 6% se obtiene un contenido de aire de 1.2%, de lo cual se puede deducir que existe una tendencia al incremento progresivo lineal positivo, del valor del contenido de aire de las mezclas de concreto; a medida que las adiciones de fibras de mazorca son mayores, los valores de contenido de aire también aumentan, esto se debe a la característica de baja densidad de las fibras de mazorca de cacao.

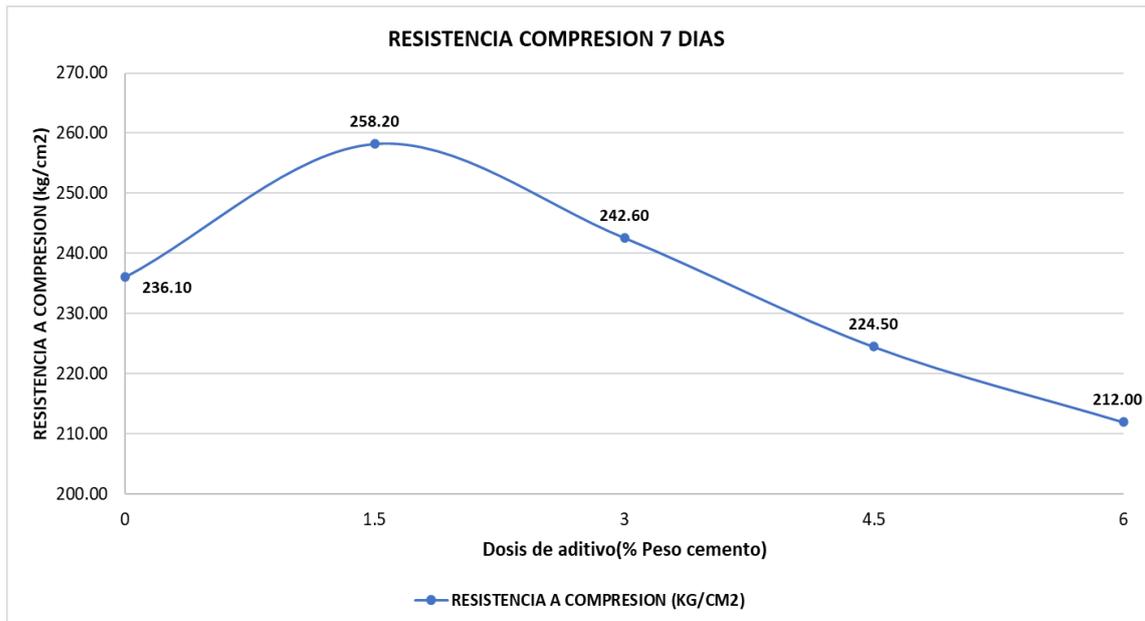


Figura 36: Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 7 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que la resistencia a la compresión axial de un concreto patrón sin adición a los 7 días es de 236.10 Kg/cm², el cual incrementa sus resistencia a 258.20 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 3% le corresponde una resistencia de 242.60 Kg/cm², a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia de 224.50 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia de 212.00 Kg/cm². Por lo tanto, para obtener una máxima resistencia a los 7 días la dosis óptima es 1.5% de fibras de mazorca de cacao en función al peso del cemento.

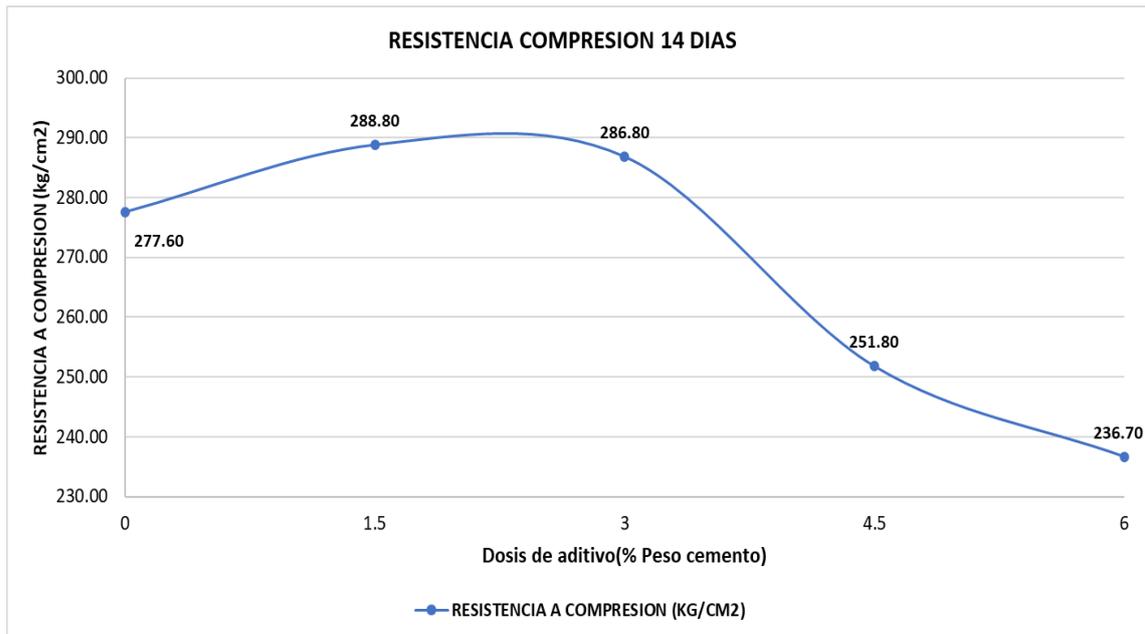


Figura 37: Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 14 días.

Interpretacion: En la figura anterior se aprecia que la resistencia a la compresión axial de un concreto patrón sin adición a los 14 días es de 277.60 Kg/cm², el cual incrementa sus resistencia a 288.80 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 3% le corresponde una resistencia de 286.80 Kg/cm², a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia de 251.80 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia de 236.70 Kg/cm². Por lo tanto, para obtener una máxima resistencia a los 14 días la dosis óptima estaría comprendida entre 1.5% y 3% de fibras de mazorca de cacao en función al peso del cemento.

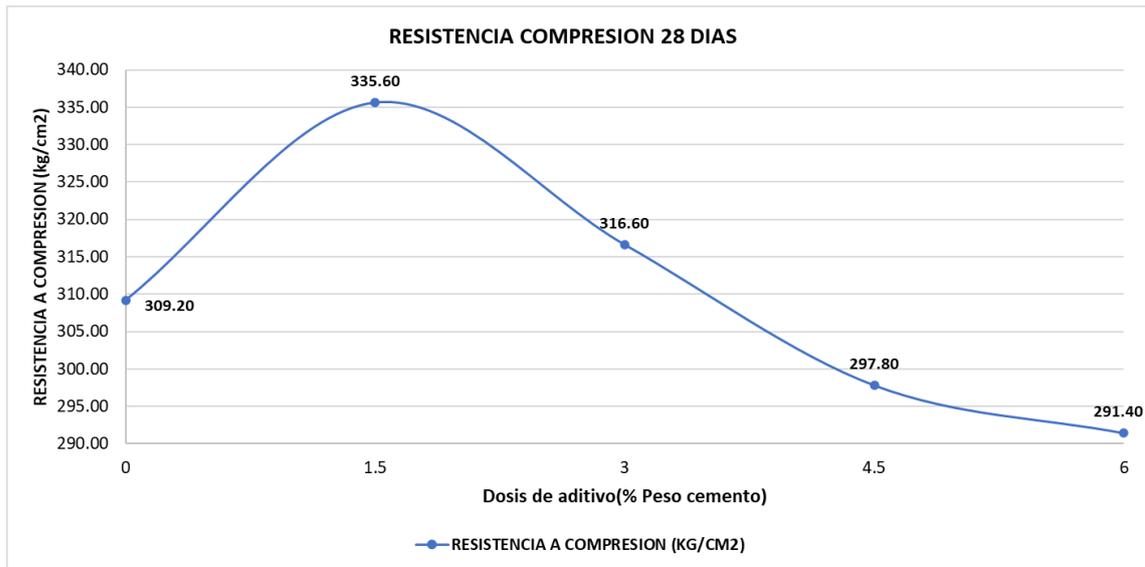


Figura 38: Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que la resistencia a la compresión axial de un concreto patrón sin adición a los 28 días es de 309.20 Kg/cm², el cual incrementa sus resistencia a 335.60 Kg/cm² para una dosis de 1.5%, sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 3% le corresponde una resistencia de 316.60 Kg/cm², a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia de 297.80 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia de 291.40 Kg/cm². Por lo tanto, para obtener una máxima resistencia a los 28 días la dosis óptima es 1.5% de fibras de mazorca de cacao en función al peso del cemento.

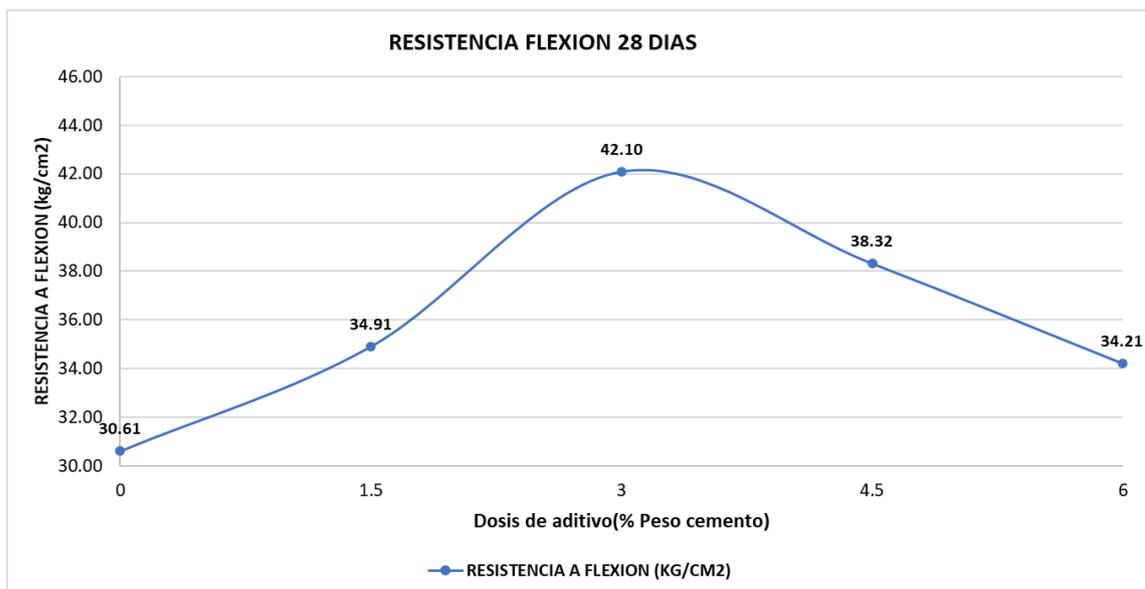


Figura 39: Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.

Interpretación: En la figura anterior se aprecia que el módulo de rotura del ensayo a flexión en vigas con cargas a los 2 tercios del tramo de un concreto patrón sin adición a los 28 días es de 30.61 Kg/cm², el cual incrementa su resistencia a la flexión a 34.91 Kg/cm² para una dosis de 1.5% y 42.10 Kg/cm² para una dosis de 3% sin embargo, a partir de la dosis siguiente la tendencia se ve en descenso; a una dosis de 4.5% le corresponde una resistencia a la flexión de 38.32 Kg/cm² y para una dosis de 6% se obtiene una mínima resistencia a la flexión de 34.21 Kg/cm². Por lo tanto, para obtener una máxima resistencia a la flexión a los 28 días la dosis óptima es 3% de fibras de mazorca de cacao en función al peso del cemento.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.

Asentamiento del concreto

Para **Fernandez Acosta, Percy Yonel** tesis titulada "Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210kg/cm^2$ para pavimentos rígidos Lima, 2019", los valores de asentamiento del ensayo de Slump para el concreto patrón fue de $4\frac{1}{4}$ pulg. y al incrementar 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de coco fue de $2\frac{1}{2}$ pulg, $1\frac{3}{4}$ pulg y $\frac{1}{2}$ pulg; disminuyendo así su trabajabilidad respecto a la muestra sin adición en: 41.2%, 58.8% y 88.2%, respectivamente

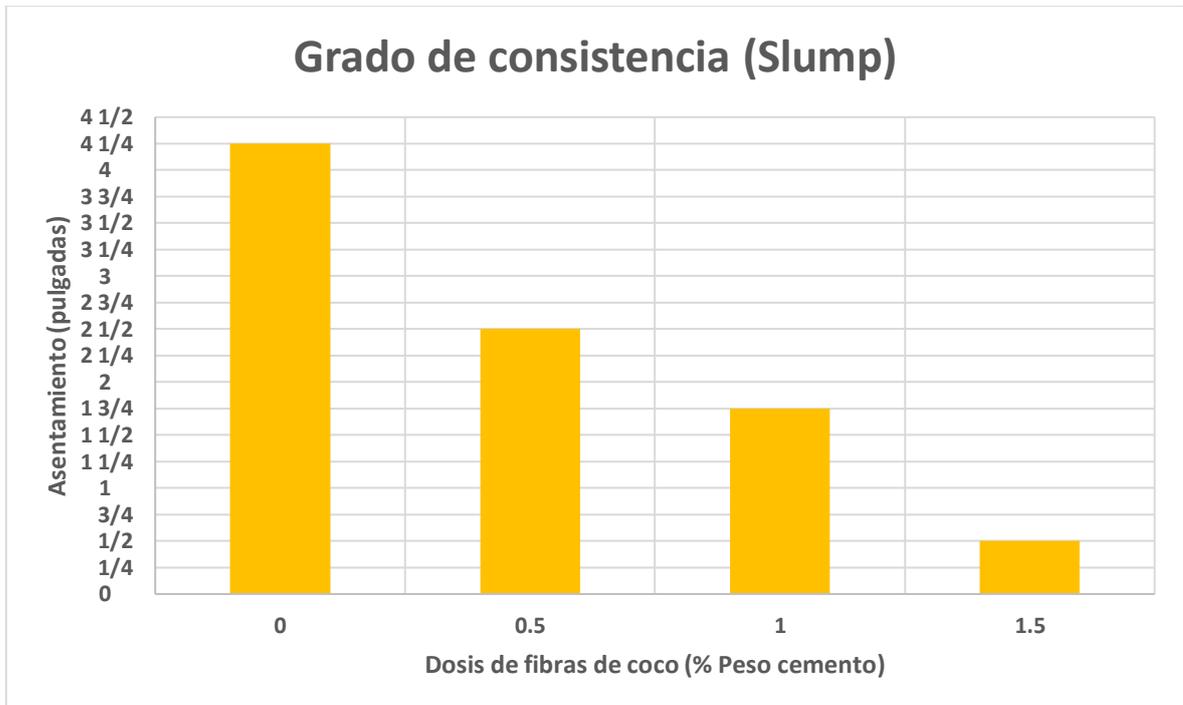


Figura 40: Resultados Slump tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.

En la presente investigación el asentamiento del ensayo de Slump en el concreto patrón fue $3\frac{3}{8}$ ", y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue $3\frac{3}{8}$ ", $3\frac{3}{4}$ ", $3\frac{3}{4}$ ", $3\frac{3}{8}$ " y 4"; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de trabajabilidad en: 15.4%, 15.4%, 0% y 23.1% respectivamente.

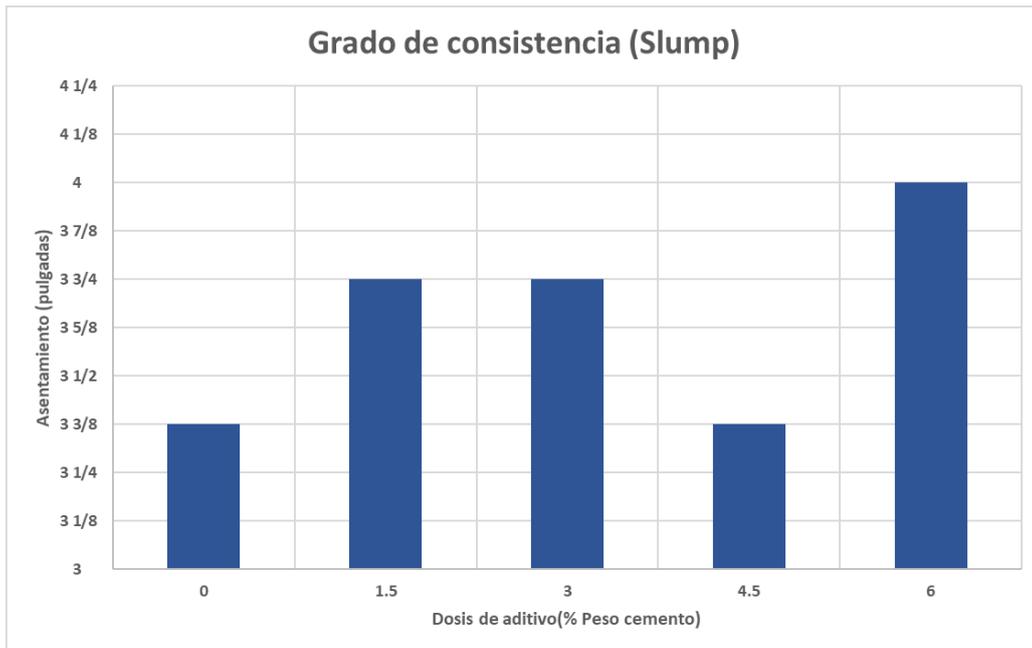


Figura 41: Slump del concreto patrón y adicionados

Para Fernández (2019), al dosificar fibra de coco al 0.5%, 1% y 1.5% en las mezclas de prueba de concreto el asentamiento del ensayo de slump disminuyó en 41.2%, 58.8% y 88.2%, respectivamente; mientras que en la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6%, los valores tuvieron una tendencia a incrementar en: 15.4%, 15.4%, 0% y 23.1% respectivamente, existiendo NO COINCIDENCIA en los resultados, esto debido a la alta variabilidad propia del ensayo.

Los resultados de Fernández no cumplen con la consistencia mínima para poder hacer el concreto trabajable a excepción de la muestra patrón, ya que se especifica minimamente una consistencia plástica de asentamiento de 3-4" según la CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, en el caso particular de la investigación todas las muestras preparadas tienen un asentamiento dentro del rango.

El ensayo de Slump mediante el cono de Abrams es adecuado pues nos ayuda a determinar la trabajabilidad del concreto y ver la tendencia del asentamiento para un incremento dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto.

Para **Rodríguez Soberón, Nixon Carlos** en su tesis titulada “Diseño de concreto $f'c=250$ kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén”, los valores de asentamiento del ensayo de Slump para el concreto patrón fue de 3.3 pulg. y al incrementar 1%, 2% y 3% de cascarilla de café fue de 3.0 pulg, 2.7 pulg y 2.45 pulg; disminuyendo así su trabajabilidad respecto a la muestra sin adición en: 9.1%, 18.0% y 25.8%, respectivamente

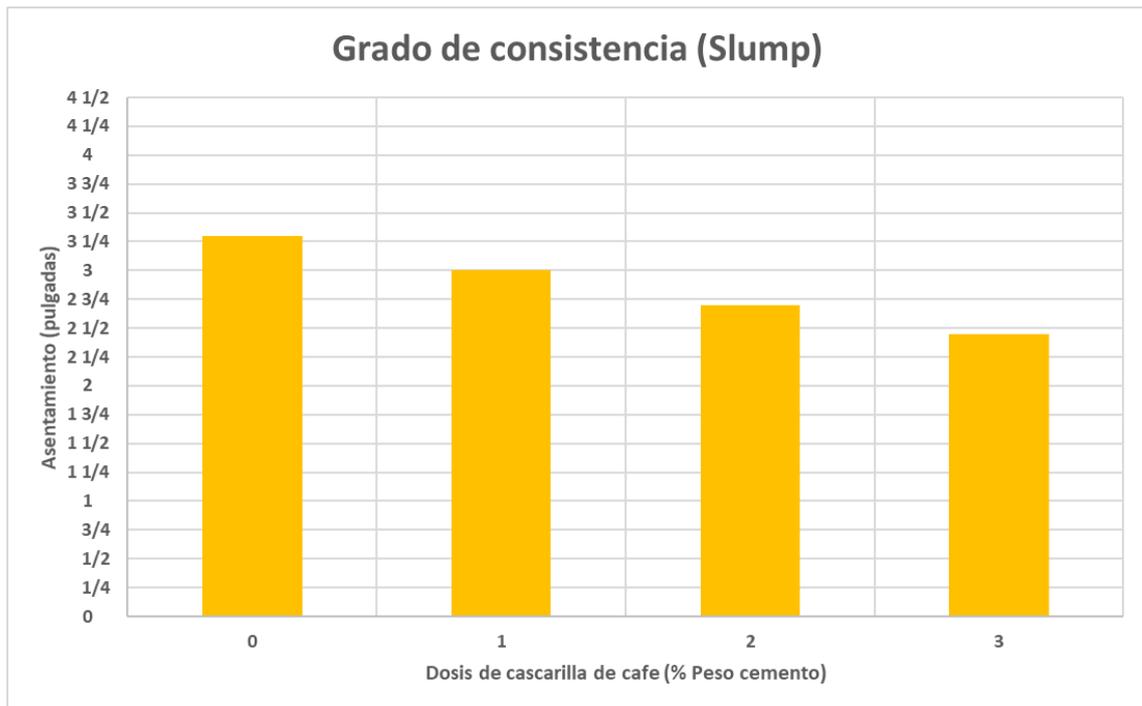


Figura 42: Resultados Slump tesis de Rodriguez Soberón, Nixon Carlos.

En la presente investigación el asentamiento del ensayo de Slump en el concreto patrón fue 3 3/8”, y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 3 3/8”, 3 3/4”, 3 3/4”, 3 3/8” y 4”; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de trabajabilidad en: 15.4%, 15.4%, 0% y 23.1% respectivamente.

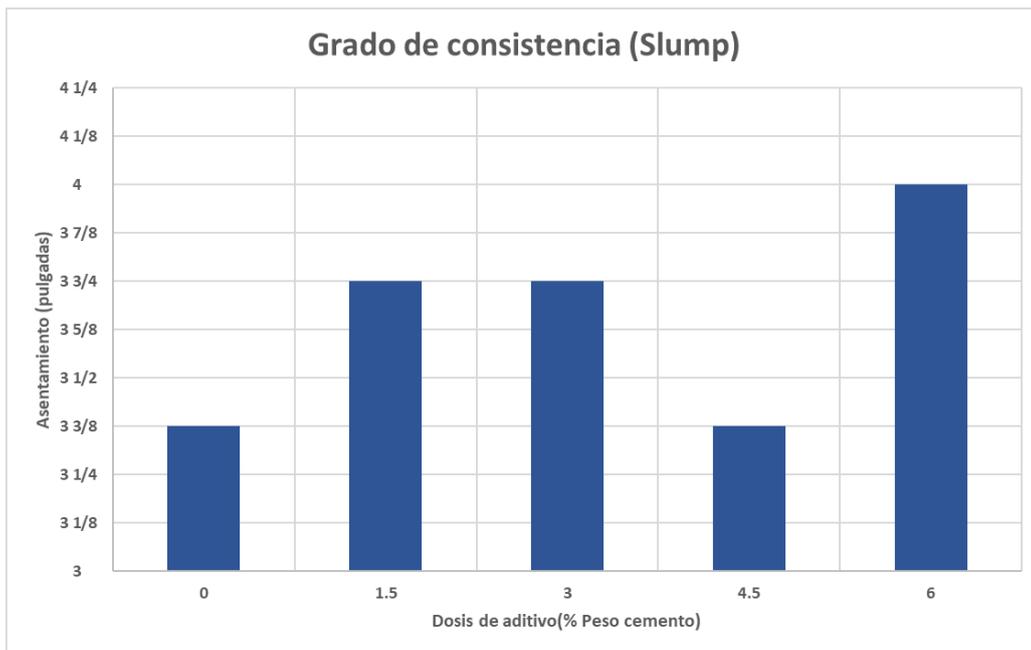


Figura 43: Slump del concreto patrón y adicionados

Para Rodríguez (2017), al dosificar cascarilla de café al 1%, 2% y 3% en las mezclas de prueba de concreto el asentamiento del ensayo de slump disminuyó en 9.1%, 18.0% y 25.8%, respectivamente; mientras que en la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6%, los valores tuvieron una tendencia a incrementar en: 15.4%, 15.4%, 0% y 23.1% respectivamente, existiendo NO COINCIDENCIA en los resultados, esto debido a la alta variabilidad propia del ensayo.

Para los resultados de Rodríguez (2017) solo cumplen con la consistencia mínima para poder hacer el concreto trabajable la dosis patrón y la dosis de 1%, mientras que la dosis de 2% y 3% de cascarilla de café tienen baja trabajabilidad, ya que se especifica minimamente una consistencia plástica de asentamiento de 3-4" según la CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, en el caso particular de la investigación todas las muestras preparadas tienen un asentamiento dentro del rango.

El ensayo de Slump mediante el cono de Abrams es adecuado pues nos ayuda a determinar la trabajabilidad del concreto y ver la tendencia del asentamiento para un incremento de dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto.

Peso unitario fresco del concreto

Para **Weninger Padilla, Luis Alberto** en su tesis titulada “Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Piura”, el valor del peso unitario del concreto fresco para el concreto patrón fue de 2350 Kg/m³ y al incrementar 5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de café fue de 2336 Kg/m³, 2326 Kg/m³ y 2316 Kg/m³, respectivamente; disminuyendo así su densidad respecto a la muestra sin adición en: 0.60%, 1.02% y 1.45%, respectivamente.

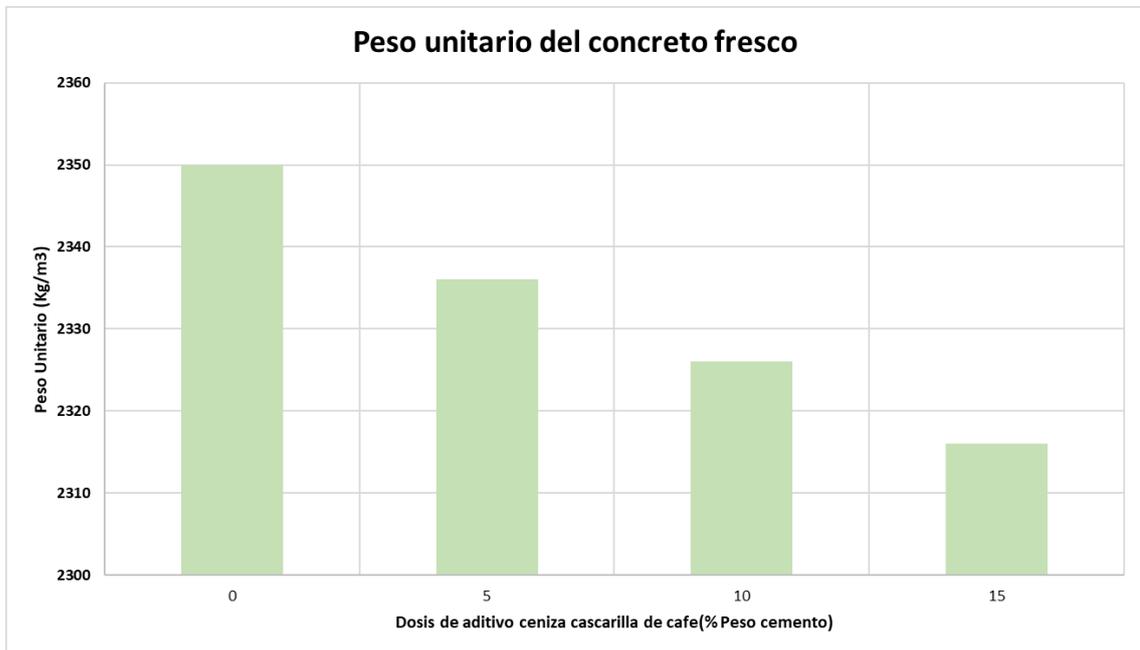


Figura 43: Resultados peso unitario tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.

En la presente investigación el peso unitario del concreto patrón fue 2416 Kg/m³, y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 2395 Kg/m³, 2381 Kg/m³, 2378 Kg/m³ y 2360 Kg/m³; teniendo entonces una tendencia dispersa a disminuir los valores de densidad en: 0.87%, 1.45%, 1.57% y 2.32% respectivamente.

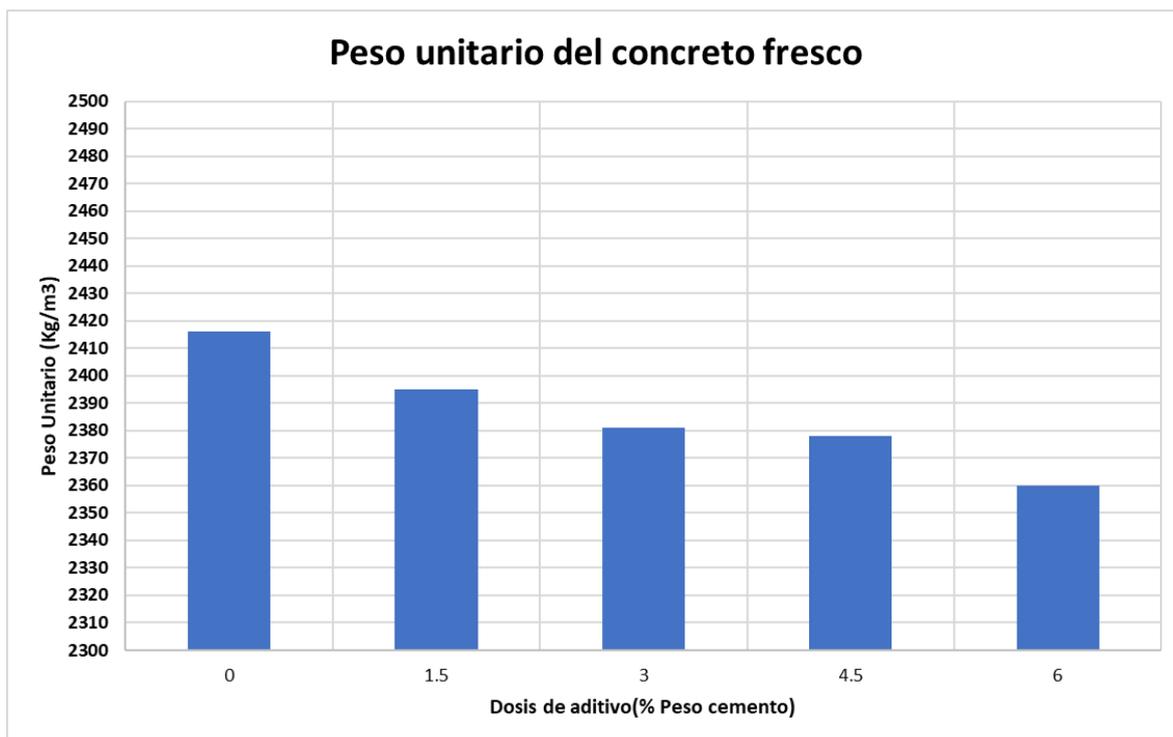


Figura 44: Peso unitario del concreto patrón y adicionados

Para Weninger (2020), al dosificar ceniza de cascarilla de café al 5%, 10% y 15% en las mezclas de prueba de concreto peso unitario disminuyo en 0.60%, 1.02% y 1.45%, respectivamente; al igual que la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6%, los valores tuvieron una tendencia a incrementar en: 0.87%, 1.45%, 1.57% y 2.32% respectivamente, existiendo COINCIDENCIA en los resultados.

La normativa nacional o internacional no menciona nada con respecto a valores minimos o máximos sobre el peso unitario del concreto fresco; sin embargo, se recomienda que para garantizar las resistencias minimas estos valores deben estar dentro de un rango que va de 2200 Kg/m³ y 2450 Kg/m³; Los resultados de Weninger (2020) cumplen con las recomendaciones al igual que la presente investigación que tiene el valor del peso unitario estrictamente dentro del rango.

El ensayo de peso unitario es adecuado pues nos ayuda a determinar la densidad del concreto y ver la tendencia que va disminuyendo según se incrementa la dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto, además de darnos una estimación superficial e indirecta de la resistencia.

Para **Rodríguez Soberón, Nixon Carlos** en su tesis titulada “Diseño de concreto $f'c=250$ kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén” el valor del peso unitario del concreto fresco para el concreto patrón fue de 2366.5 Kg/m³ y al incrementar 1%, 2% y 3% de cascarilla de café fue de 2332.8 Kg/m³, 2296 Kg/m³ y 2286.2 Kg/m³, respectivamente; disminuyendo así su densidad respecto a la muestra sin adición en: 1.42%, 2.98% y 3.39%, respectivamente.

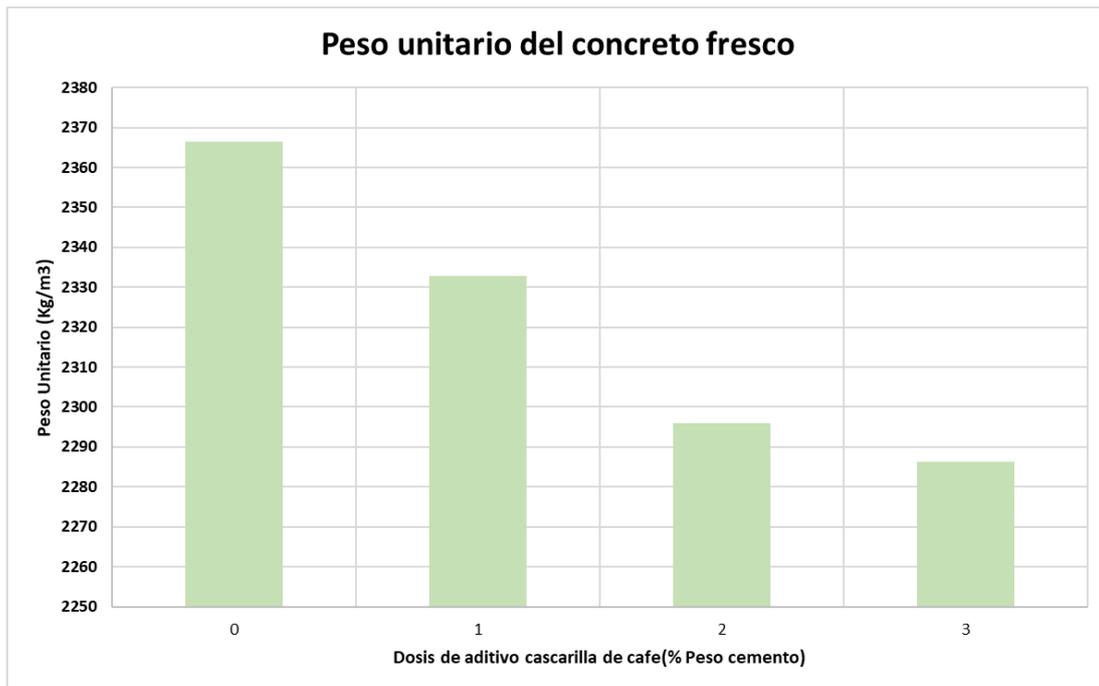


Figura 45: Resultados peso unitario tesis de Rodríguez Soberón, Nixon Carlos.

En la presente investigación el peso unitario del concreto patrón fue 2416 Kg/m³, y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 2395 Kg/m³, 2381 Kg/m³, 2378 Kg/m³ y 2360 Kg/m³; teniendo entonces una tendencia dispersa a disminuir los valores de densidad en: 0.87%, 1.45%, 1.57% y 2.32% respectivamente.

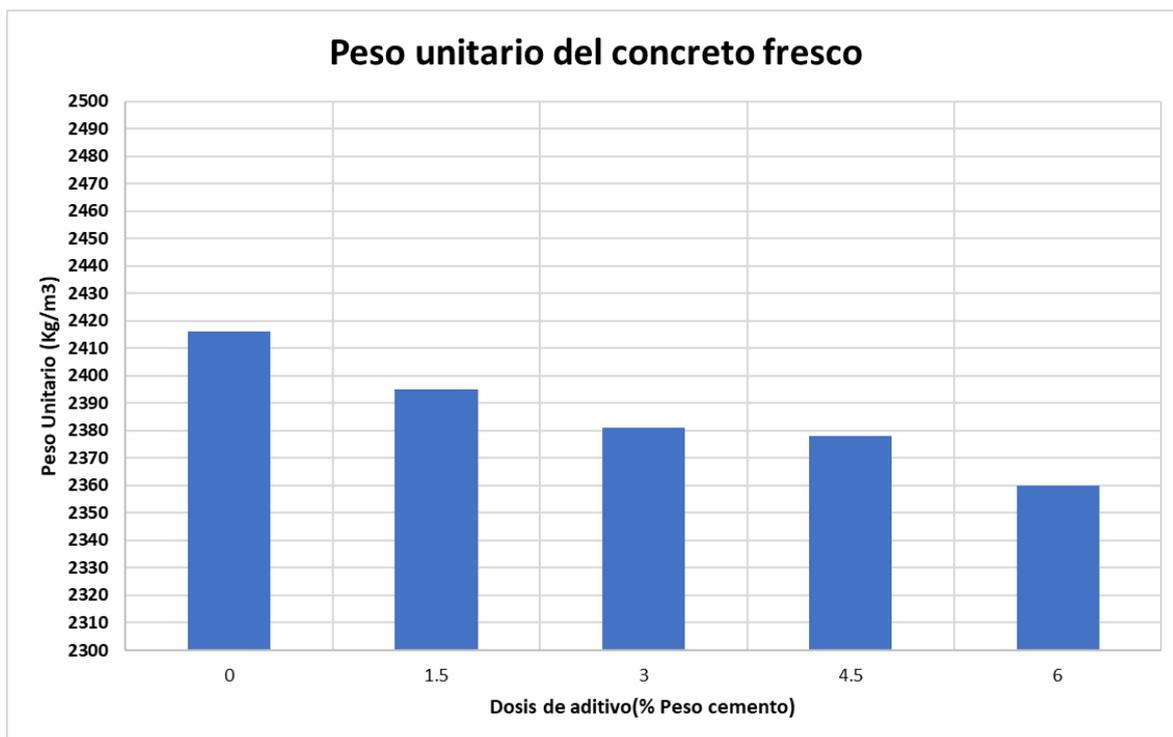


Figura 46: Peso unitario del concreto patrón y adicionados

Para Rodríguez (2017), al dosificar cascarilla de café al 1%, 2% y 3% en las mezclas de prueba de concreto peso unitario disminuyo en 1.42%, 2.98% y 3.39%, respectivamente; al igual que la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6%, los valores tuvieron una tendencia a incrementar en: 0.87%, 1.45%, 1.57% y 2.32% respectivamente, existiendo COINCIDENCIA en los resultados.

La normativa nacional o internacional no menciona nada con respecto a valores minimos o máximos sobre el peso unitario del concreto fresco; sin embargo, se recomienda que para garantizar las resistencias minimas estos valores deben estar dentro de un rango que va de 2200 Kg/m³ y 2450 Kg/m³; Los resultados de Rodríguez (2017) cumplen con las recomendaciones al igual que la presente investigación que tiene el valor del peso unitario estrictamente dentro del rango.

El ensayo de peso unitario es adecuado pues nos ayuda a determinar la densidad del concreto y ver la tendencia que va disminuyendo según se incrementa la dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto, además de darnos una estimación superficial e indirecta de la resistencia.

Objetivo específico 2: Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.

Resistencia a la compresion axial del concreto

Para **Bowan Pensilvania** su artículo titulado "Cocoa Pod Husk Ash as Partial Replacement of Cement in Concrete Production" en donde se muestra la resistencia a la compresion simple para el concreto patrón fue de 232.6 Kg/cm² y al incrementar 6%, 12% y 18% de ceniza de cascarilla de cacao fue de 207.61 Kg/cm², 252.6 Kg/cm² y 213.2 Kg/cm², respectivamente; incrementado así su resistencia para la dosis de 12% en 8.6% con respecto a la dosis patrón, pero disminuyendo para las dosis de 6% y 18% en: 10.7% y 8.34%, respectivamente.

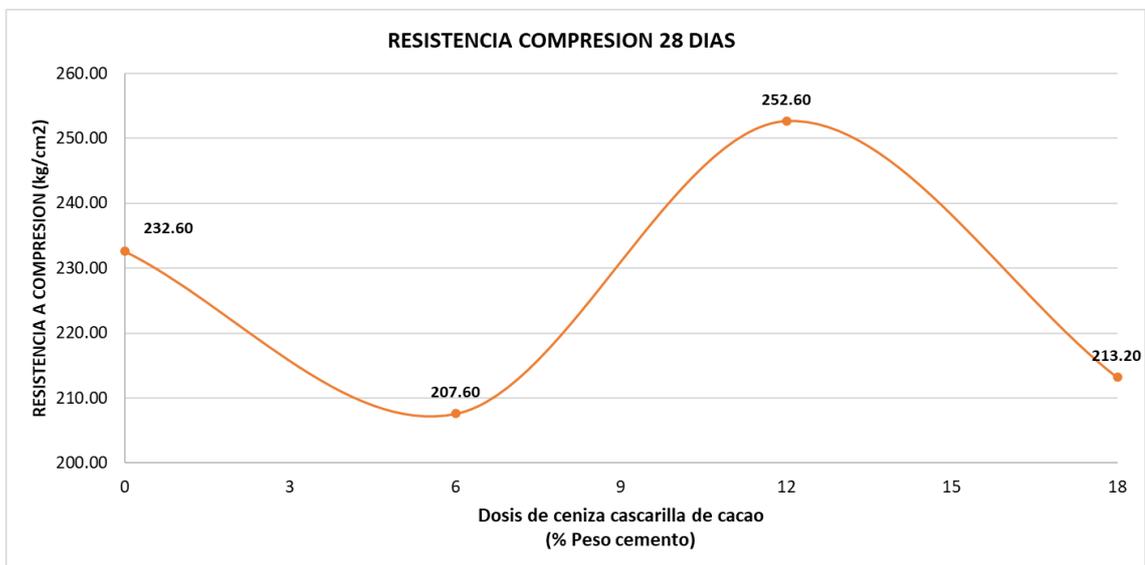


Figura 47: Resultados compresion axial articulo de Bowan Pensilvania.

En la presente investigación la resistencia axial del concreto patrón fue 309.2 Kg/cm², y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 335.6 Kg/cm², 316.6 Kg/cm², 297.8 Kg/cm² y 291.4 Kg/cm²; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de su compresion axial para la dosis de 1.5% y 3.0% en 8.5% y 2.4% respectivamente; con respecto a la muestra sin adición, sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%.

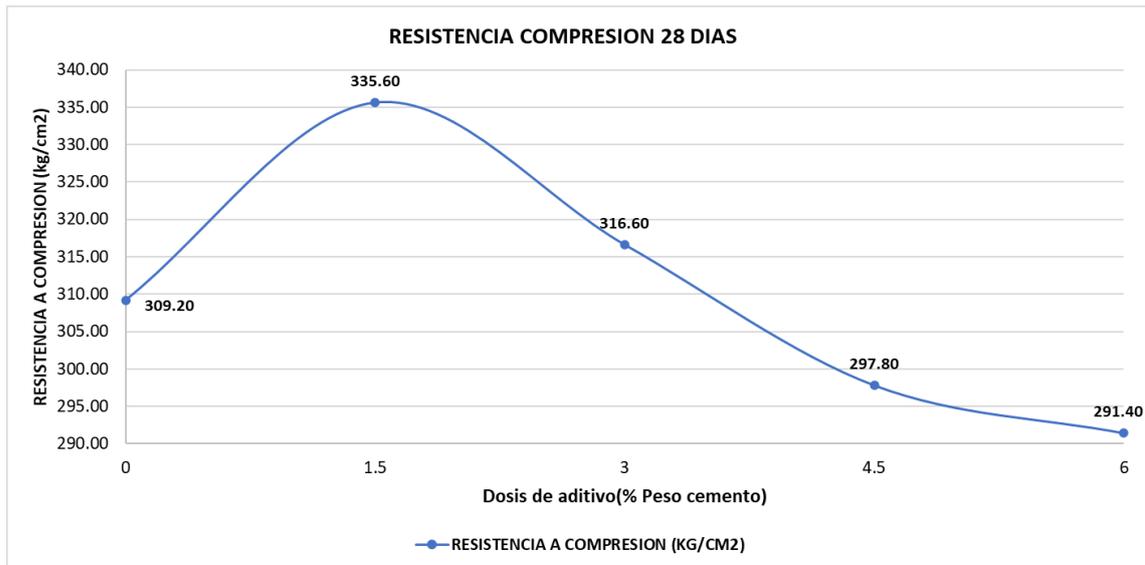


Figura 48: Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 dias.

Para Bowan (2021), al dosificar ceniza de cascarilla de cacao al 6%, 12% y 18% en las mezclas de prueba la resistencia axial incrementó para la dosis de 12% en 8.6% con respecto a la dosis patrón, pero disminuyendo para las dosis de 6% y 18% en: 10.7% y 8.34%, en forma similar a la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5% y 3.0% el porcentaje con respecto a la muestra patrón incremento en 8.5% y 2.4% respectivamente; sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%, respectivamente, existiendo COINCIDENCIA relativa en los resultados.

Todas las dosis de los resultados a excepción del 6% de cenizas de cacao de Bowan (2021) cumplen con la resistencia de diseño mínimo 210 Kg/cm² según las especificaciones de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, en el caso particular de la investigación se hizo para un diseño 280Kg /cm² y como muestran los resultados todas las muestras preparadas y ensayadas cumplen con los valores de diseño mínimo y de la normativa.

El ensayo de Resistencia a la compresión simple en testigos cilindricos es adecuado pues nos ayuda a determinar el esfuerzo de compresión del concreto y ver la tendencia de incremento y disminución según se aumenta la dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto.

Para **Weninger Padilla, Luis Alberto** en su tesis titulada “Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Piura”, el valor de la resistencia a la compresión simple para el concreto patrón fue de 288.7 Kg/cm² y al incrementar 5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de café fue de 291.2 Kg/cm², 228.9 Kg/cm² y 222.1 Kg/cm², respectivamente; incrementado así su resistencia para la dosis de 5% en 0.87% con respecto a la dosis patrón, pero disminuyendo para las dosis de 10% y 15% en: 20.7% y 23.1%, respectivamente.

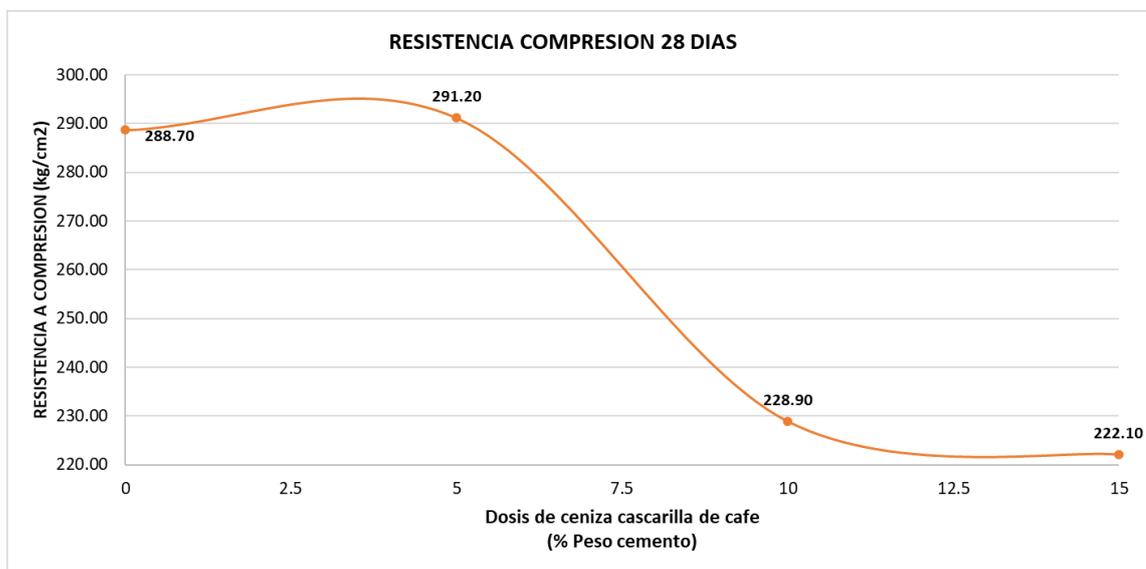


Figura 49: Resultados compresión axial tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.

En la presente investigación la resistencia axial del concreto patrón fue 309.2 Kg/cm², y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 335.6 Kg/cm², 316.6 Kg/cm², 297.8 Kg/cm² y 291.4 Kg/cm²; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de su compresión axial para la dosis de 1.5% y 3.0% en 8.5% y 2.4% respectivamente; con respecto a la muestra sin adición, sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%.

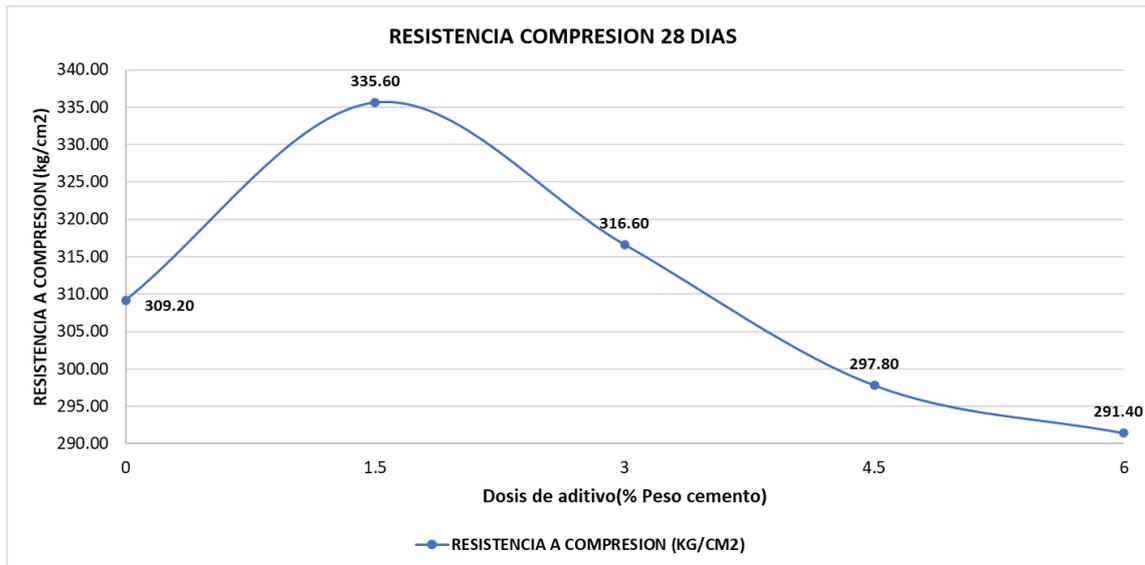


Figura 50: Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 dias.

Para Weninger (2020), al dosificar ceniza de cascarilla de café al 5%, 10% y 15% en las mezclas de prueba la resistencia axial incrementó para la dosis de 5% en 0.87% con respecto a la dosis patrón, pero disminuyendo para las dosis de 10% y 15% en: 20.7% y 23.1%, en forma similar a la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5% y 3.0% el porcentaje con respecto a la muestra patrón incremento en 8.5% y 2.4% respectivamente; sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%, respectivamente, existiendo COINCIDENCIA relativa en los resultados.

Todas las dosis de los resultados de Weninger (2020) cumplen con la resistencia de diseño mínimo 210 Kg/cm² según las especificaciones de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, en el caso particular de la investigación se hizo para un diseño 280Kg /cm² y como muestran los resultados todas las muestras preparadas y ensayadas cumplen con los valores de diseño mínimo y de la normativa.

El ensayo de Resistencia a la compresión simple en testigos cilindricos es adecuado pues nos ayuda a determinar el esfuerzo de compresión del concreto y ver la tendencia de incremento y disminución según se aumenta la dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto.

Para **Fernandez Acosta, Percy Yonel** en su tesis titulada “Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Lima, 2019”, el valor de la resistencia a la compresión simple para el concreto patrón fue de 323.8 Kg/cm^2 y al incrementar 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibras de coco fue de 311 Kg/cm^2 , 300.9 Kg/cm^2 y 280.6 Kg/cm^2 , respectivamente; disminuyendo así su resistencia en comparación con la muestra patrón para las dosis de 0.5%, 1.0% y 1.5% en: 4.0%, 7.1% y 13.3%, respectivamente.

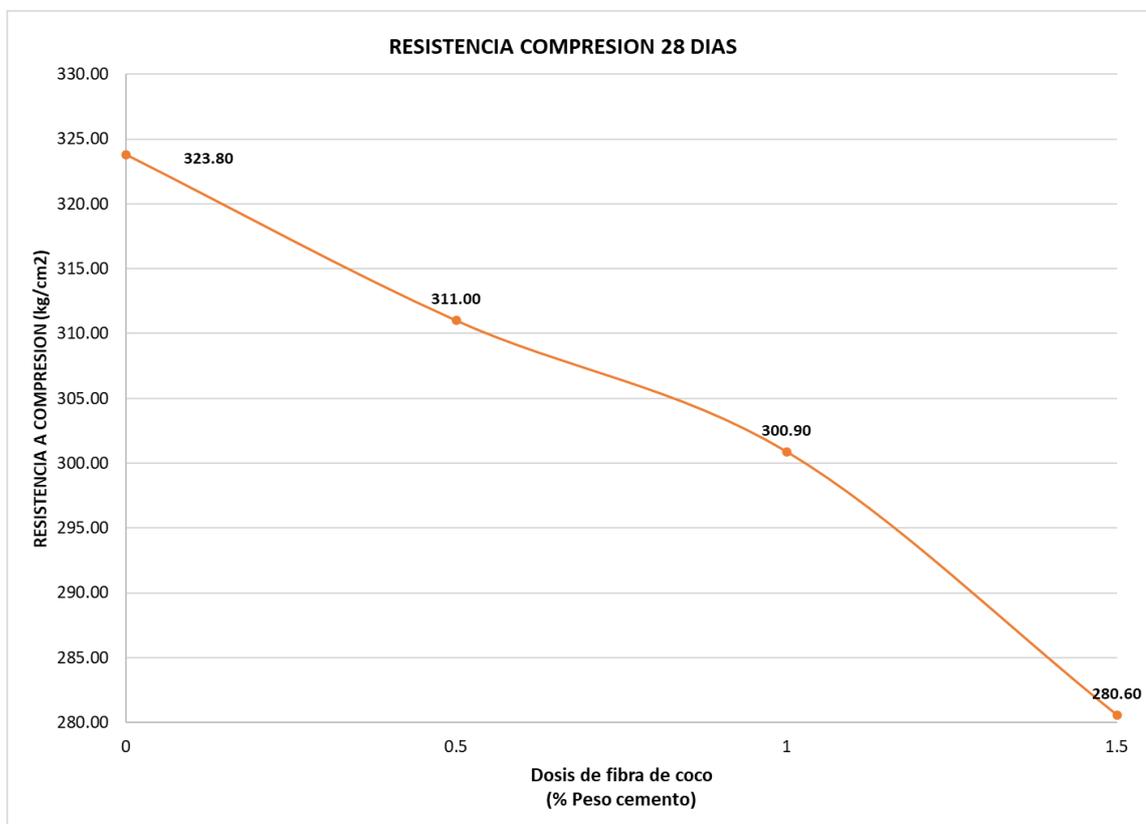


Figura 51: Resultados compresion axial tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.

En la presente investigación la resistencia axial del concreto patrón fue 309.2 Kg/cm^2 , y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 335.6 Kg/cm^2 , 316.6 Kg/cm^2 , 297.8 Kg/cm^2 y 291.4 Kg/cm^2 ; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de su compresion axial para la dosis de 1.5% y 3.0% en 8.5% y 2.4% respectivamente; con respecto a la muestra sin adicion, sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%.

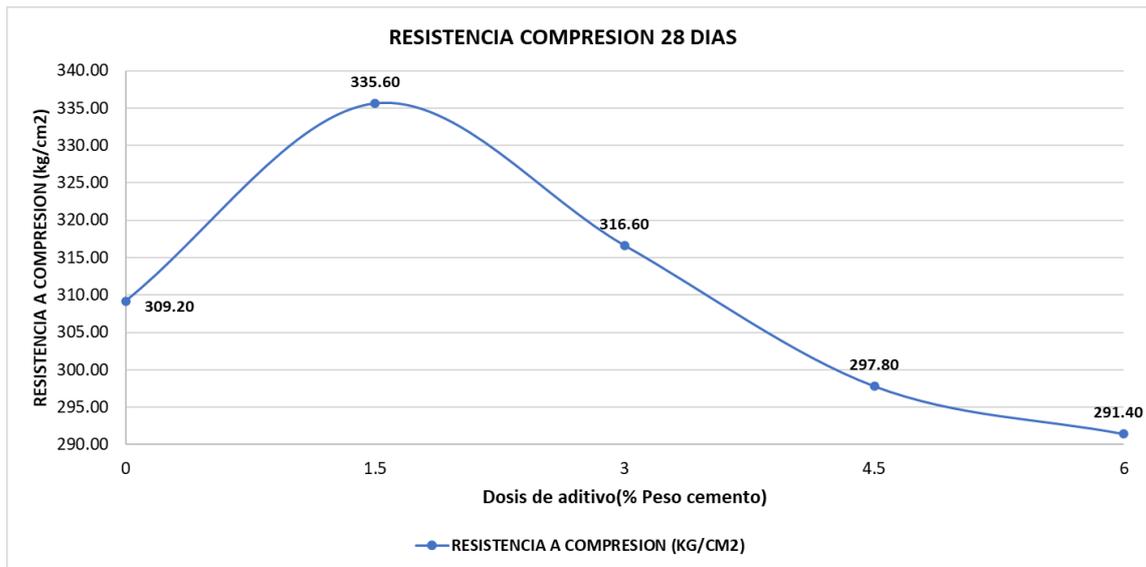


Figura 52: Resistencia a la compresión concreto patron y adiciones de FMC a los 28 días.

Para Fernández (2019), al dosificar fibras de coco al 5%, 10% y 15% en las mezclas de prueba la resistencia axial disminuyó para la dosis de 0.5%, 1.0% y 1.5% en 4.0%, 7.1% y 13.3%, con respecto a la dosis patrón, en forma contraria a la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5% y 3.0% el porcentaje con respecto a la muestra patrón incremento en 8.5% y 2.4% respectivamente; sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%, respectivamente, existiendo NO COINCIDENCIA en los resultados.

Todas las dosis de los resultados de Fernández (2019) cumplen con la resistencia de diseño mínimo 210 Kg/cm² según las especificaciones de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, en el caso particular de la investigación se hizo para un diseño 280Kg /cm² y como muestran los resultados todas las muestras preparadas y ensayadas cumplen con los valores de diseño mínimo y de la normativa.

El ensayo de Resistencia a la compresión simple en testigos cilindricos es adecuado pues nos ayuda a determinar el esfuerzo de compresión del concreto y ver la tendencia de incremento y disminución según se aumenta la dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto.

Resistencia a la flexión del concreto

Para **Fernandez Acosta, Percy Yonel** en su tesis titulada “Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Lima, 2019”, el valor de la resistencia a la flexión para el concreto patrón fue de 50.5 Kg/cm^2 y al incrementar 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibras de coco fue de 51.5 Kg/cm^2 , 52.5 Kg/cm^2 y 54.4 Kg/cm^2 , respectivamente; aumentando así su resistencia en comparación con la muestra patrón para las dosis de 0.5%, 1.0% y 1.5% en: 2.0%, 4.0% y 7.7%, respectivamente.

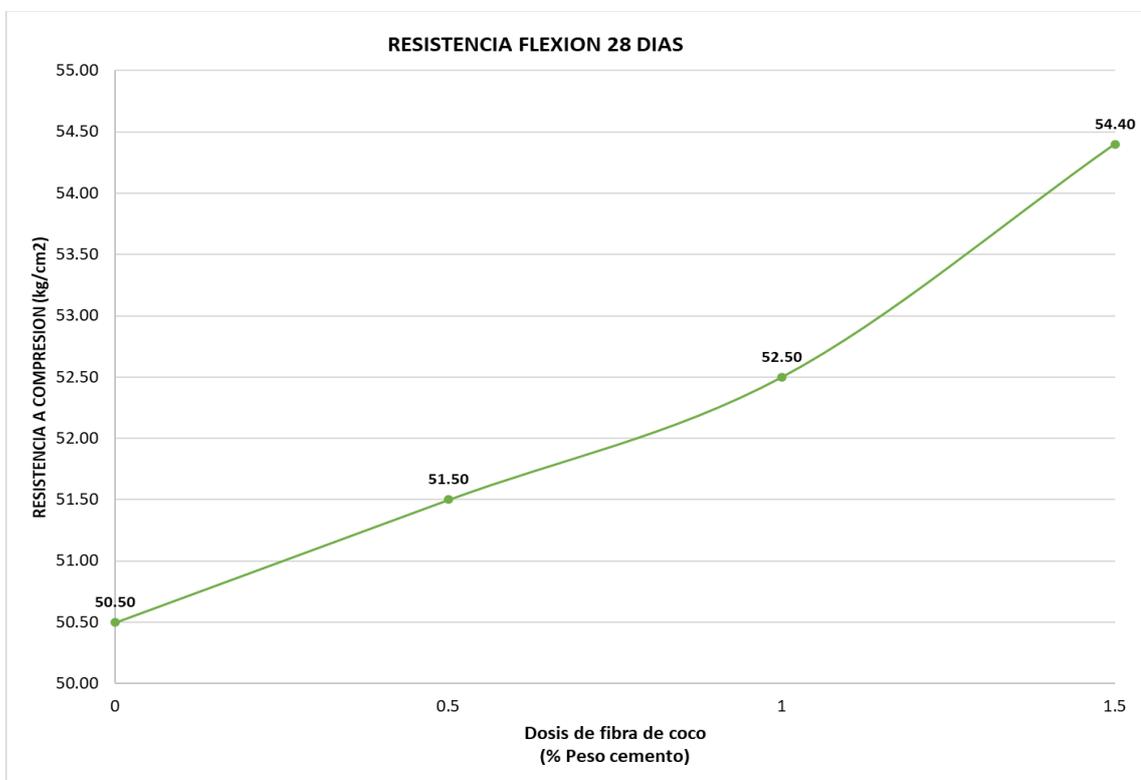


Figura 53: Resultados compresion axial tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.

En la presente investigación la resistencia a la flexión del concreto patrón fue 30.61 Kg/cm^2 , y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 34.91 Kg/cm^2 , 42.10 Kg/cm^2 , 38.32 Kg/cm^2 y 34.21 Kg/cm^2 ; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de su compresión axial para la dosis de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% en 14.0%, 37.5%, 25.2% y 11.8% respectivamente; con respecto a la muestra sin adición.

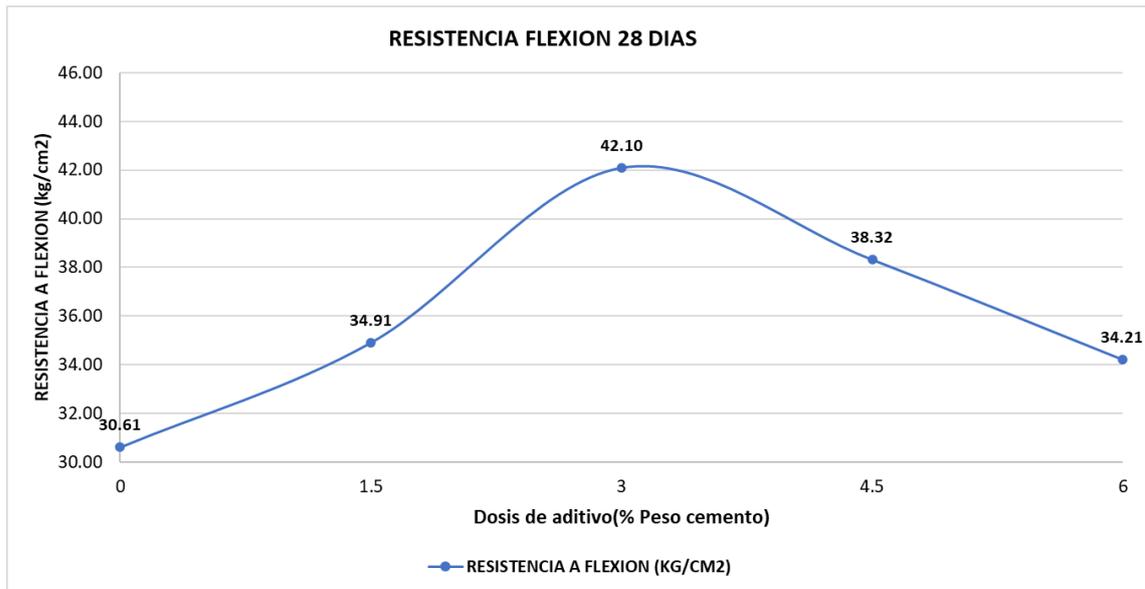


Figura 54: Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.

Para Fernández (2019), al dosificar fibra de coco al 0.5%, 1.0% y 1.5% en las mezclas de prueba la resistencia a la flexion incremento para la dosis de 0.5%, 1.0% y 1.5% en 2.0%, 4.0% y 7.7%, con respecto a la dosis patrón, en forma similar a la presente investigación al adicionar fibras de mazorca de cacao al 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% el porcentaje con respecto a la muestra patrón incremento en 14.0%, 37.5%, 25.2% y 11.8% respectivamente, existiendo COINCIDENCIA en los resultados.

La normativa CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, no señala o especifica modulos de rotura mínimo del concreto, pues los diseños se hacen en función a la resistencia a la compresión, sin embargo, se recomienda tener valores superiores a los 30 Kg/cm2 en esta situación, os resultados de la tesis de Fernández (2019) al igual que la presente investigación cumplen con los valores minimos recomendados.

El ensayo de Resistencia a la flexion en vigas es adecuado pues nos ayuda a determinar el esfuerzo de compresión del concreto y ver la tendencia de incremento y disminución según se aumenta la dosis de fibras de mazorca de cacao en el concreto.

Objetivo específico 3: Determinar el efecto de la dosificación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.

Para **Fernandez Acosta, Percy Yonel** en su tesis titulada “Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210kg/cm^2$ para pavimentos rígidos Lima, 2019”, los valores de asentamiento del ensayo de Slump para el concreto patrón fue de $4\frac{1}{4}$ pulg. y al incrementar 1.5% de fibras de coco fue de $\frac{1}{2}$ pulg; disminuyendo así su trabajabilidad respecto a la muestra sin adición en: 88.2%. El valor de la resistencia a la compresión simple para el concreto patrón fue de 323.8 Kg/cm² y al incrementar 1.5% de fibras de coco fue de 280.6 Kg/cm²; disminuyendo así su resistencia en 13.3%. El valor de la resistencia a la flexión para el concreto patrón fue de 50.5 Kg/cm² y al incrementar 1.5% de fibras de coco fue de 54.4 Kg/cm², respectivamente; aumentando así su resistencia en comparación con la muestra patrón en 7.7%.

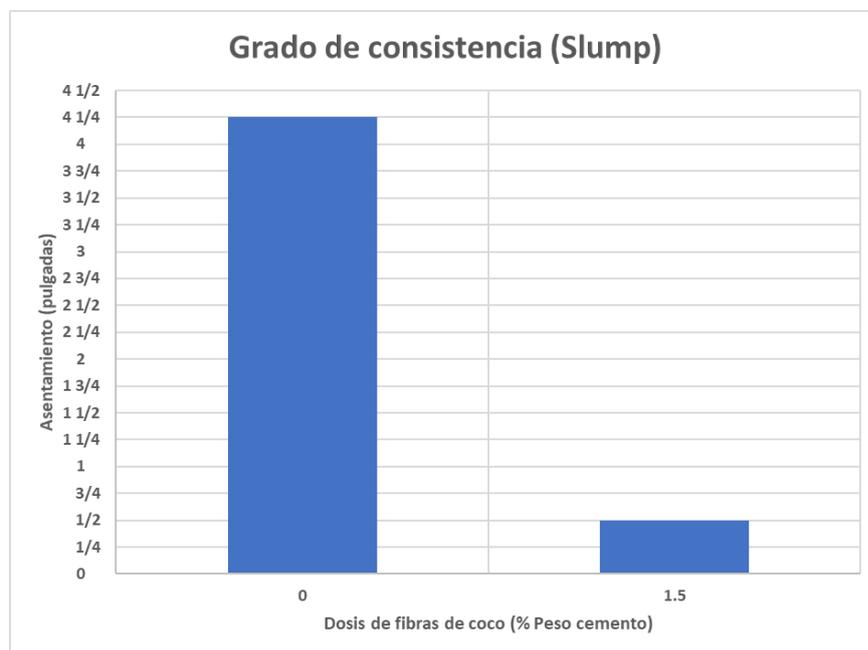


Figura 55: Resultados Slump tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.

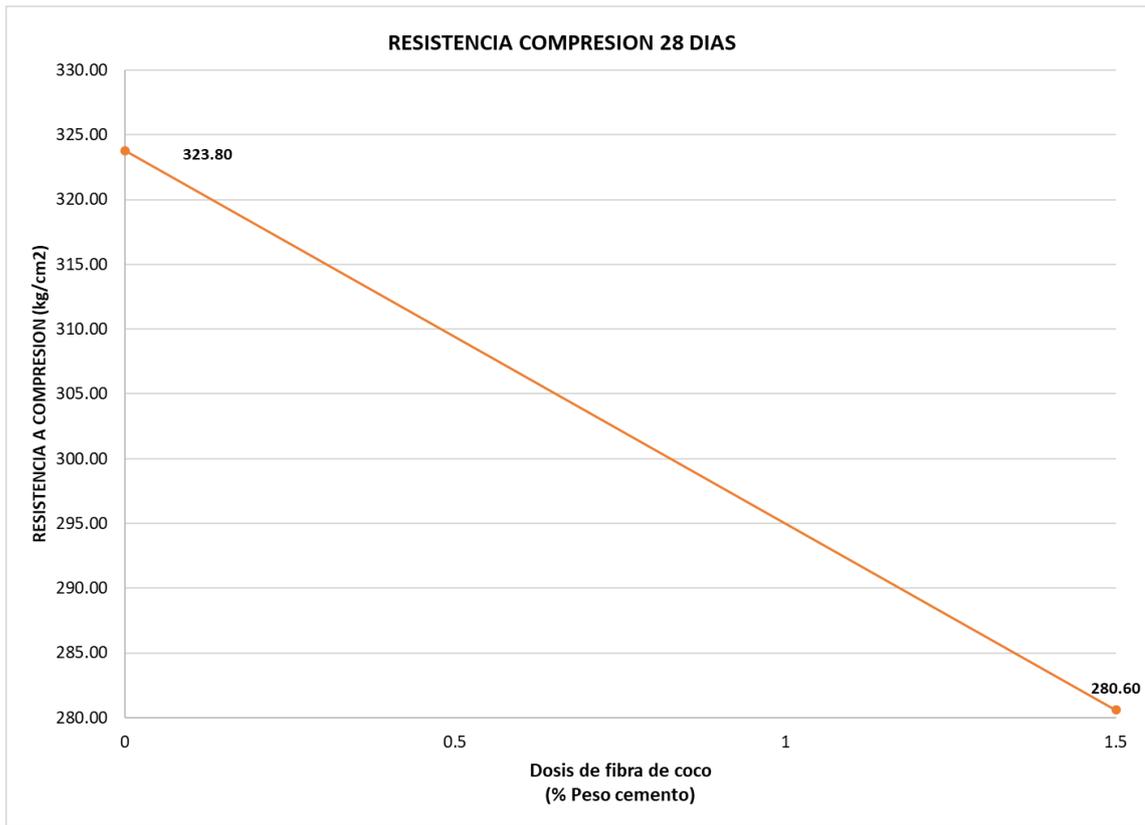


Figura 56: Resultados compresion axial tesis de Fernandez Acosta, Percy Yonel.

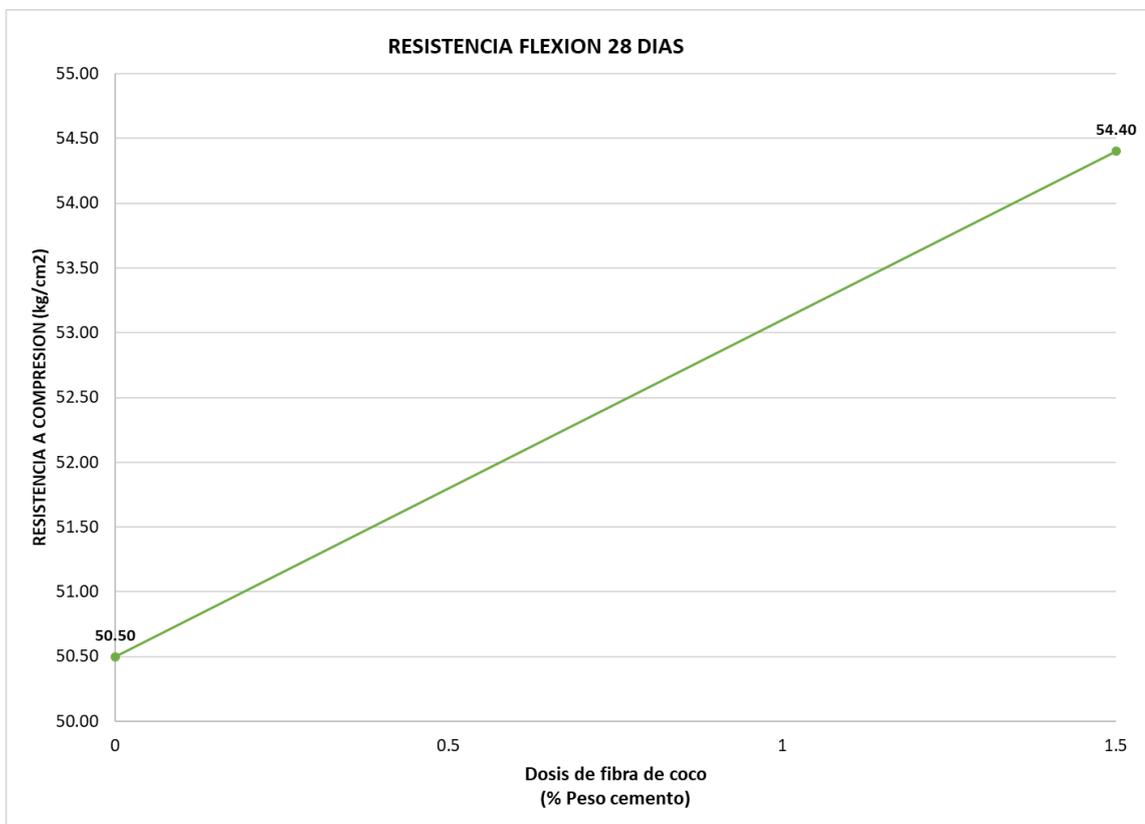


Figura 57: Resultados compresion axial tesis de Weninger Padilla, Luis Alberto.

En la presente investigación el asentamiento del ensayo de Slump en el concreto patrón fue 3 3/8", y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 3 3/8", 3 3/4", 3 3/4", 3 3/8" y 4"; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de trabajabilidad en: 15.4%, 15.4%, 0% y 23.1% respectivamente.

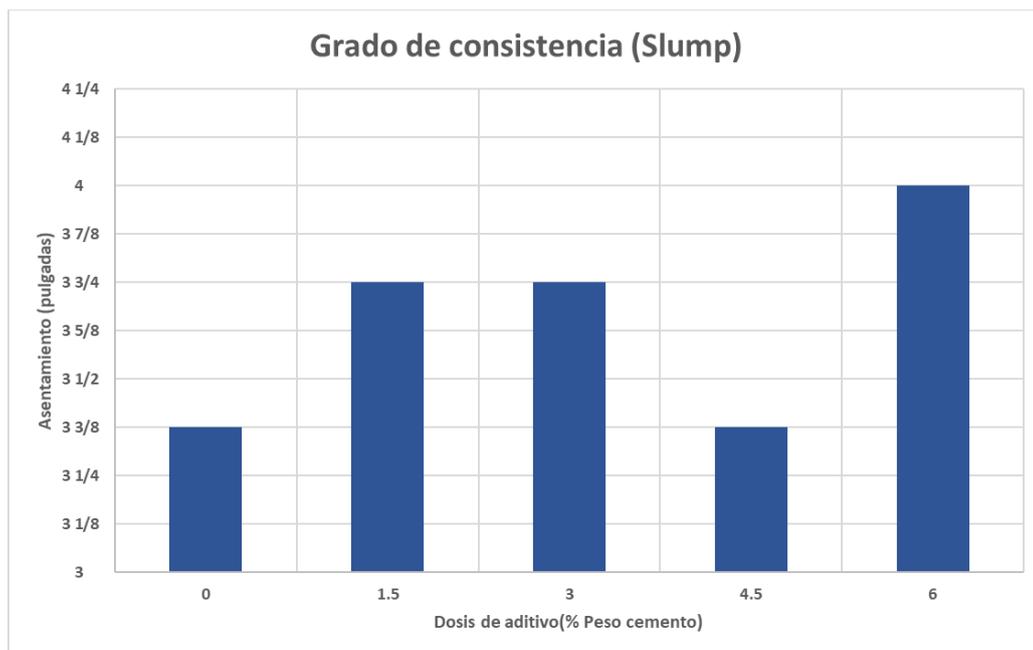


Figura 58: Slump del concreto patrón y adicionados

En la presente investigación la resistencia axial del concreto patrón fue 309.2 Kg/cm², y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 335.6 Kg/cm², 316.6 Kg/cm², 297.8 Kg/cm² y 291.4 Kg/cm²; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de su compresion axial para la dosis de 1.5% y 3.0% en 8.5% y 2.4% respectivamente; con respecto a la muestra sin adicion, sin embargo, para las dosis siguientes de 4.5% y 6% la tendencia disminuye en 3.7% y 5.8%.

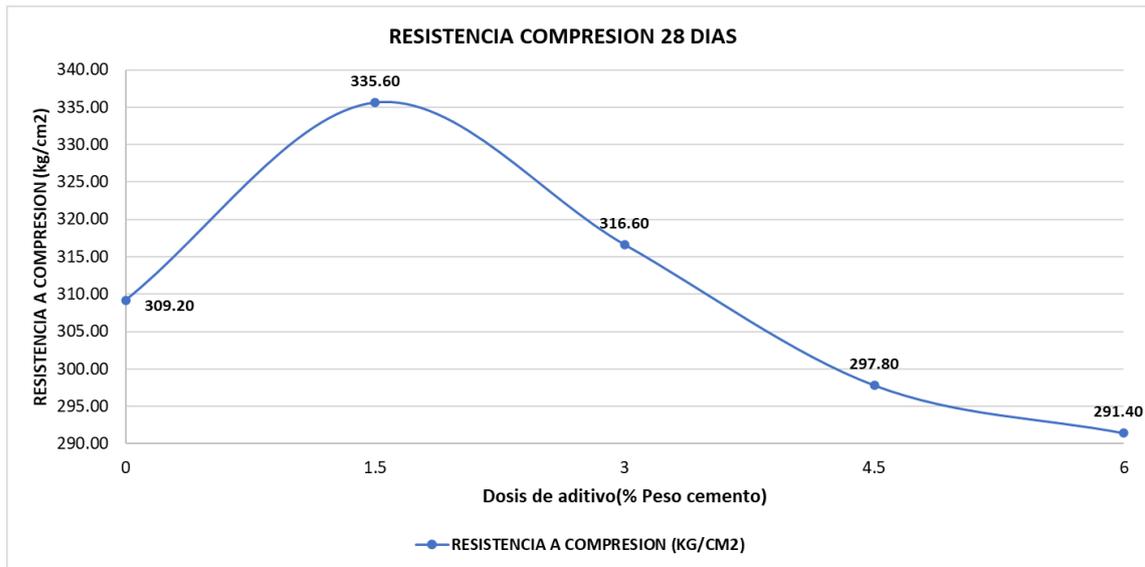


Figura 59: Resistencia a la compresión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.

En la presente investigación la resistencia a la flexión del concreto patrón fue 30.61 Kg/cm², y al añadir 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% de fibras de mazorca de cacao fue 34.91 Kg/cm², 42.10 Kg/cm², 38.32 Kg/cm² y 34.21 Kg/cm²; teniendo entonces una tendencia dispersa a incrementar los valores de su compresion axial para la dosis de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% en 14.0%, 37.5%, 25.2% y 11.8% respectivamente; con respecto a la muestra sin adición.

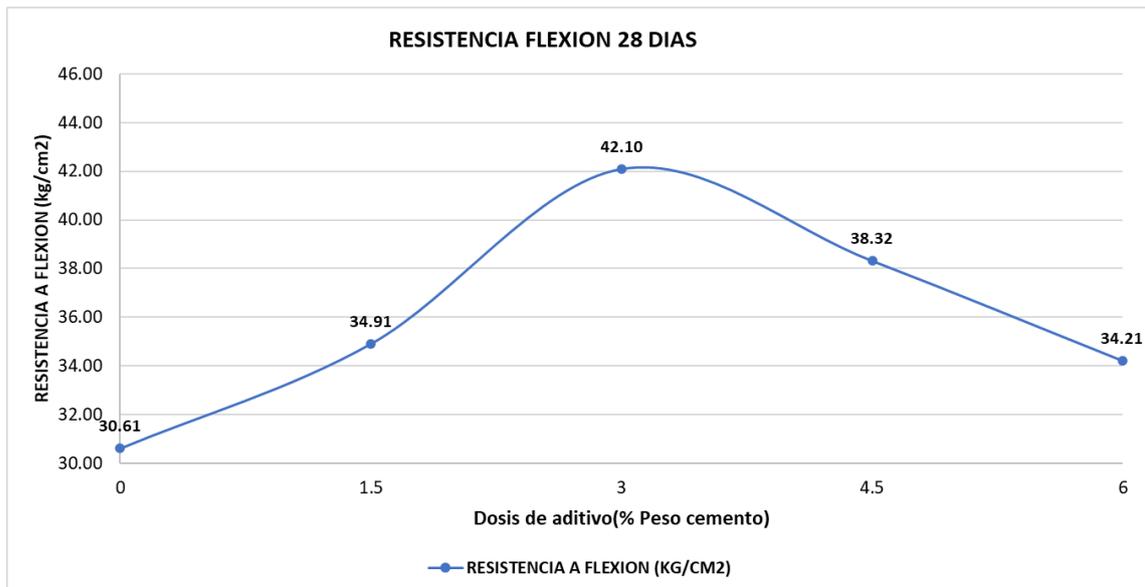


Figura 60: Resistencia a la flexión concreto patrón y adiciones de FMC a los 28 días.

Para **Fernández (2019)** al adicionar 1.5% de fibras de coco se muestra un incremento significativo en el modulo de rotura, pero una disminución en los valores de asentamiento y resistencia axial del concreto con adiciones, mientras en la presente investigación al añadir fibras de mazorca de cacao aumenta irregularmente el asentamiento, para una dosis optima de 1.5% incrementa la resistencia a la compresion axial, mientras que para incrementar la resistencia a la flexion es necesario una cantidad de 3%; existiendo asi una COINCIDENCIA relativa en los resultados.

Según la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, los resultados de Fernández no cumplen con la consistencia mínima, pero si con los valores de resistencia axial y flexión en el caso particular de la investigación todas las muestras preparadas tienen un asentamiento dentro del rango aceptable y las resistencias son adecuadas.

Los ensayos de Slump mediante el cono de Abrams, la compresion simple en testigos cilíndricos y la resistencia a la flexion en vigas son adecuados pues nos ayuda a determinar la trabajabilidad, compresión y flexion del concreto y ver la tendencia de los resultados según las dosis.

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto a las propiedades físicas del concreto con adición de fibras de mazorca de cacao se tiene lo siguiente:

- Al añadir fibras de mazorca de cacao en proporciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% los valores del asentamiento, respecto a la mezcla patrón de 3 3/8", tuvieron una tendencia relativa incrementativa en: 15.4% (3 3/4"), 15.4 (3 3/4"), 0% (3 3/8") y 23.1 (4") respectivamente; cumpliendo de esta forma con el requisito de concreto trabajable de consistencia plástica (3-4") de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, si bien es cierto todas las dosis se mantienen dentro del rango normativo la tendencia no siempre será correcta pues el ensayo presenta mucha variabilidad.
- Al añadir fibras de mazorca de cacao en proporciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% los valores de temperatura, respecto a la mezcla patrón de 23.5°C, presentaron resultados dispersos: 2.6% (22.9°C), 3% (22.8°C), 0.4% (23.6°C), y 1.3 (23.2°C), respectivamente; cumpliendo de esta forma el requisito de temperatura adecuada del concreto (21 - 25°C) de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, si bien los todos los resultados de temperatura están dentro del rango recomendado no dependen específicamente de la adición de las fibras de mazorca de cacao pues existen agentes más importantes como las condiciones atmosféricas y la temperatura ambiente.
- Al añadir fibras de mazorca de cacao en proporciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% los valores de peso unitario del concreto, respecto a la mezcla patrón 2416 Kg/m³ tuvieron una tendencia a disminuir en: 0.87% (2395 Kg/m³), 1.45% (2381 Kg/m³), 1.57% (2378 Kg/m³) y 2.32% (2360 Kg/m³), respectivamente, cumpliendo de esta forma los valores recomendados de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS para peso unitario del concreto (2200 – 2450Kg/m³), según este indicador se podría emplear cualquier dosis de fibra de mazorca de cacao.

- Al añadir fibras de mazorca de cacao en proporciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% los valores del contenido de aire del concreto, respecto a la mezcla patrón 1% tuvieron una tendencia a incrementar en: 10% (1.1%), 10% (1.1%), 20% (1.2%) y 20 (1.2%), respectivamente, cumpliendo de esta forma los valores recomendados de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS para la region de Ayacucho (<3%), según este indicador se podría emplear cualquier dosis de fibra de mazorca de cacao.

2. En cuanto a las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras de mazorca de cacao se tiene lo siguiente:

- Al añadir fibras de mazorca de cacao en proporciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% los valores de resistencia axial del concreto a los 28 días, respecto a la mezcla patrón 309.2 Kg/cm² tuvieron una variación ascendente y descendente de: 8.5% (335.6 Kg/cm²), 2.4% (316.60 Kg/cm²), -3.7% (297.80 Kg/cm²) y -5.8% (291.40 Kg/cm²), respectivamente, cumpliendo de esta forma con el requisito mínimo para diseño de pavimentos rígidos (210 Kg/cm²) de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, sin bien cumple las resistencias mínimas de diseño los valores se incrementan para 1.5% y 3.0% pero disminuyen para 4.5% y 6%; por ende, la dosis óptima de fibras de mazorca en el concreto es 1.5%.
- Al añadir fibras de mazorca de cacao en proporciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6% los valores de modulo de rotura de la resistencia a la flexión con cargas a los tercios del tramo del concreto, respecto a la mezcla patrón es 30.61 Kg/cm² tuvieron una variación ascendente y descendente de: 14.0% (34.91 Kg/cm²), 37.5% (42.10 Kg/cm²), 25.2% (38.32 Kg/cm²) y 11.8% (34.21 Kg/cm²), respectivamente, cumpliendo de esta forma los valores recomendados de la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, sin bien todas las dosificaciones cumplen las resistencias mínimas la dosis óptima de fibras de mazorca en el concreto es 3.0%.

3. En cuanto a las diversas dosis de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas para el concreto se tiene lo siguiente:
- Al añadir 1.5% fibras de mazorca de cacao en el concreto, el asentamiento aumenta ($3 \frac{3}{4}$ " en comparación a la mezcla patrón ($3 \frac{3}{8}$ "), la temperatura disminuye (22.9°C) en comparación a la mezcla patrón (23.5°C), el peso unitario disminuye (2395 Kg/m^3) en comparación a la mezcla patrón (2416 Kg/m^3), el contenido de aire aumenta (1.1%) en comparación a la mezcla patrón (1%), la compresión simple incrementa (335.6 Kg/cm^2) en comparación a la mezcla patrón (309.2 Kg/cm^2), el módulo de rotura incrementa (34.91 Kg/cm^2) en comparación a la mezcla patrón (30.61 Kg/cm^2)
 - Al añadir 3.0% fibras de mazorca de cacao en el concreto, el asentamiento aumenta ($3 \frac{3}{4}$ " en comparación a la mezcla patrón ($3 \frac{3}{8}$ "), la temperatura disminuye (22.8°C) en comparación a la mezcla patrón (23.5°C), el peso unitario disminuye (2381 Kg/m^3) en comparación a la mezcla patrón (2416 Kg/m^3), el contenido de aumenta (1.1%) en comparación a la mezcla patrón (1%), la compresión simple incrementa (316.6 Kg/cm^2) en comparación a la mezcla patrón (309.2 Kg/cm^2), el módulo de rotura incrementa (42.10 Kg/cm^2) en comparación a la mezcla patrón (30.61 Kg/cm^2)
 - Al añadir 4.5% fibras de mazorca de cacao en el concreto, el asentamiento se mantiene constante ($3 \frac{3}{8}$ " en comparación a la mezcla patrón ($3 \frac{3}{8}$ "), la temperatura aumenta (23.6°C) en comparación a la mezcla patrón (23.5°C), el peso unitario disminuye (2378 Kg/m^3) en comparación a la mezcla patrón (2416 Kg/m^3), el contenido de aumenta (1.2%) en comparación a la mezcla patrón (1%), la compresión simple disminuye (297.8 Kg/cm^2) en comparación a la mezcla patrón (309.2 Kg/cm^2), el módulo de rotura incrementa (38.32 Kg/cm^2) en comparación a la mezcla patrón (30.61 Kg/cm^2)

- Al añadir 6.0% fibras de mazorca de cacao en el concreto, el asentamiento aumenta (4") en comparación a la mezcla patrón (3 3/8"), la temperatura disminuye (23.2°C) en comparación a la mezcla patrón (23.5°C), el peso unitario disminuye (2360 Kg/m³) en comparación a la mezcla patrón (2416 Kg/m³), el contenido de aumenta (1.2%) en comparación a la mezcla patrón (1%), la compresión simple disminuye (291.4 Kg/cm²) en comparación a la mezcla patrón (309.2 Kg/cm²), el módulo de rotura incrementa (34.21 Kg/cm²) en comparación a la mezcla patrón (30.61 Kg/cm²)

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, gobiernos regionales y gobiernos locales, evaluar la aplicación de fibras de mazorca de cacao en el concreto como tratamiento en pavimentos rígidos.
2. Se recomienda a ingenieros civiles, consultores y constructores, aplicar una dosis de 1.5% de fibras de mazorca en el concreto para proyectos viales de pavimentos rígidos.
3. Se recomienda a investigadores, incrementar la cantidad de muestra para concretos con adiciones de fibras de mazorca de cacao según la población, con la finalidad de incrementar la repetibilidad y disminuir la dispersión.
4. Se recomienda a investigadores, evaluar un análisis por durabilidad del concreto con adiciones de fibras de mazorca de cacao.
5. Se recomienda a investigadores, evaluar otras propiedades físicas del concreto con adiciones de fibra de mazorca de cacao, como la exudación y el tiempo de fragua.
6. Se recomienda a investigadores, evaluar otras propiedades mecánicas del concreto con adiciones de fibra de mazorca de cacao, como la tracción indirecta.
7. En general, para análisis reales sobre la aplicación de fibras de mazorca en el concreto, considerar los desperdicios y evaluación económica.

REFERENCIAS

- Aberilla, J. M., Gallego-Schmid, A. and Azapagic, A. (2019) 'Environmental sustainability of small-scale biomass power technologies for agricultural communities in developing countries', *Renewable Energy*, 141, 493–506.
- Andrade Ávila, A. B., & Palacios Caicedo, K. L. (2019). *Elaboración de bloque prefabricado con cáscara de cacao, viruta de madera y mortero mixto para viviendas de interés social* (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2019.).
- Aslani, F., Ma, G., Wan, D.L.Y. and Le, V.X.T., (2018) 'Experimental investigation into rubber granules and their effects on the fresh and hardened properties of self-compacting concrete', *Journal of Cleaner Production*, 172, 1835–1847
- Al-Hadithia A., Noamana A. y Moslehb W. (2019). Mechanical properties and impact behavior of PET fiber reinforced self-compacting concrete (SCC). Ambar, Iraq: *Composite Structures Vol 224* (2019)
- Balla, V.K., Kate, K.H., Satyavolu, J., Singh, P. and Tadimeteti, J.G.D., (2019) 'Additive manufacturing of natural fiber reinforced polymer composites: Processing and prospects', *Composites Part B: Engineering*, 174, 106956.
- Bamgbade, J.A., Kamaruddeen, A.M., Nawi, M.N.M., Adeleke, A.Q., Salimon, M.G. and Ajibike, W.A., (2019) 'Analysis of some factors driving ecological sustainability in construction firms', *Journal of Cleaner Production*, 208, 1537–1545.
- Berra, M., Mangialardi, T., Paolini, A.: Reuse of woody biomass fly ash in cement-based materials. *Constr. Build. Mater.* 76, 286– 296 (2015)
- Bowan, Pensilvania (2021). Ceniza de cáscara de cacao como reemplazo parcial del cemento en la producción de concreto. *Comunicaciones en Ciencias Aplicadas*, 10.

- Carbajal, E. P. (1993). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Colegio de Ingenieros del Perú.
- Carrasco Díaz, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica* (1ra ed.). Paredes Galván
- CAPECO (2018). Informe económico de la construcción. No-19. Publicado: Julio 2018
- Chowdhury, S., Mishra, M., Suganya, O.: The incorporation of wood waste ash as a partial cement replacement material for making structural grade concrete: an overview. *Ain Shams Eng. J.* 6, 429–437 (2015)
- Dastgerdi, A.S., Peterman, R.J., Riding, K. and Beck, B.T., (2019) 'Effect of concrete mixture components, proportioning, and compressive strength on fracture parameters', *Construction and Building Materials*, 206, 179–192.
- Elinwa, A.U. and Abdulkadir, S. (2011). Characterizing Sawdust-Ash for Use as an Inhibitor for Reinforcement Corrosion. *New Clues in Sciences*, vol. 1: pp.1-10.
- Field, A. (2002). *Discovering Statistics using SPSS for windows*. Sage publication, London. United Kingdom. pp. 492.
- Fernández Acosta, P. Y. (2019). Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'_{c} = 210\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Lima, 2019.
- Flores Uto, E. O. (2018). Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima-2018.
- Fontes, CMA, Silva, RB y Lima, PRL (2019). Fontes, C. M. A., Silva, R. B., & Lima, P. R. L. (2017). Characterization and Effect of Using Bottom and Fly Ashes from Co-combustion of Cocoa Waste as Mineral Addition in Concrete. *Waste and Biomass Valorization. Valorización de residuos y biomasa* , 10 (1), 223-233.

- Garcia, M.L., Coutinho, J.S.: Strength and durability of cement with forest waste bottom ash. *Constr. Build. Mater.* 41, 897–910 (2013)
- Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. *Revista INVI*, Vol 23 N°063, pp. 137-163.
- Hao, W., Wang, M., Zhou, F., Luo, H., Xie, X., Luo, F. and Cha, R., (2020) 'A review on nanocellulose as a lightweight filler of polyolefin composites', *Carbohydrate Polymers*, 116466
- Hernández, S. (2010). *Metodología de la investigación*. México: MC Draw Hill.
- Hernández Sampieri, R., y Fernández Collado, C. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed, Vol.148).
- Irías Pineda, Ana. (2013). Refuerzo de elementos estructurales con hormigones con fibras o solo fibras. (Tesis inédita de maestría). Escuela Técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid.
- Khalid F.S., Irwan J.M., Wan M.H. Ibrahim, Othman N. y Shahidan S. (2018) Performance of plastic wastes in fiber-reinforced concrete beams, *Malasia: Construction and Building Materials* vol. 183 (2018) pp.451–464
- Kalembkiewicz, J., Chmielarz, U.: Ashes from co-combustion of coal and biomass: new industrial wastes. *Resour. Conserv. Recycl.* 69, 109–121 (2012)
- Kien Bui, Satomi T. y Takahashi H. (2018), Recycling woven plastic sackwaste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete: An experimental study, *Miyagi, Japón: Waste Management* vol. 78 (2018) pp. 79–93
- Kruzskaya, C. A. (2016). Elaboracion de un tablero de particulas a partir de la cáscara de cacao y su aplicación para cielos rasos y paredes. Trabajo de titulación. Universidad tecnica particular de Loja, Loja.

- Lavado, J., Bogas, J., de Brito, J. and Hawreen, A., (2020) 'Fresh properties of recycled aggregate concrete', *Construction and Building Materials*, 233, 117322.
- Li, L., Liu, W., You, Q., Chen, M. and Zeng, Q., (2020) 'Waste ceramic powder as a pozzolanic supplementary filler of cement for developing sustainable building materials.', *Journal of Cleaner Production*, 120853.
- López, E. R. (1992). *Diseño de mezclas*. Editorial Hozlo SCRL.
- Marchon, D., Kawashima, S., Bessaies-Bey, H., Mantellato, S. and Ng, S., (2018) 'Hydration and rheology control of concrete for digital fabrication: Potential
- Martínez Mayancela, J. R. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: Sintética (polipropileno), orgánica (estopa de cacao), inorgánica (vidrio)* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil).
- Méndez, E. (2012). *Propuesta para sustitución de agregados pétreos por agregados PET, en diseño de mezcla de concreto con resistencia $f'c=150\text{kg/cm}^2$, usado para banquetas, guarniciones y firmes*. Tesina de Especialista en construcción. Universidad Veracruzana, México.
- MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lince, Lima. Servicios Gráficos JMD.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2018a). Red vial existente del sistema nacional de carreteras, según superficie de rodadura: 1990-2018.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2018b). Red vi

Morales Olivares, J. (2005). Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo. Universidad de Piura, Piura.

Muñoz Cebrian, F. (2011). *Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de polipropileno multifilamento: Influencia del porcentaje de fibra adicionado*. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Ogork, EN y Audu, VEM (2015). Hormigón de ceniza de cascarilla de cacao (CPHA) en ambiente agresivo. *Revista de ingeniería y tecnología*, 10 (1), 35-43.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnología de Concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.

Pawelska-Mazur, M., & Kaszynska, M. (2021). Mechanical Performance and Environmental Assessment of Sustainable Concrete Reinforced with Recycled End-of-Life Tyre Fibres. *Materials*, 14(2), 256.

Pitroda, J., Umrigar, F.S., Principal, B.V.M., Anand, G.I.: Evaluation of sorptivity and water absorption of concrete with partial replacement of cement by thermal industry waste (fly ash). *Int. J. Eng. Innov. Technol.* 2, 245–249 (2013)

Quirós Rodríguez, L. R. (2018). *Estudio del comportamiento mecánico del mortero reforzado con fibra de cacao y modificado con óxido de hierro* (Bachelor's thesis, Escuela Arquitectura y Diseño).

Ramkumar, K.B., Rajkumar, P.K., Ahmmad, S.N. and Jegan, M., (2020) 'A Review on Performance of Self-Compacting Concrete - Use of Mineral Admixtures and Steel Fibres with Artificial Neural Network Application', *Construction and Building Materials*, 261, 120215.

Rimay Vásquez, E. (2017). Diseño de concreto fibroreforzado de $F' C = 250 \text{ kg/cm}^2$ con fibra vegetal en la ciudad de Jaén.

- Rivva López (2010). *Tecnología del concreto*. Lima.
- Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. (A. Gomez, K. Ramos, & R. Herrera, Edits) Lima: ACI Peru.
- Rojas Torres, Á. M. (2015). *Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión* (Bachelor's thesis).
- Roessler, J., Paris, J., Ferraro, C.C., Watts, B., Townsend, T.: Use of waste to energy bottom ash as an aggregate in Portland cement concrete: impacts of size fractionation (2016)
- Rodríguez Soberón, N. C. (2017). *Diseño de concreto F' C= 250 kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén*.
- Sekar, A., & Kandasamy, G. (2018). Optimization of cacaonut fiber in cacaonut shell concrete and its mechanical and bond properties. *Materials*, 11(9), 1726.
- Torre, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto* [Universidad Nacional de Ingeniería].
- Terneus Páez, C. F. (2015). *Análisis, desarrollo y evaluación de aislantes térmicos fabricando bloques de hormigón con cascarilla de arroz para su aplicación en edificaciones*.
- Vassilev, S.V., Baxter, D., Andersen, L.K., Vassileva, C.G.: An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel* 89, 913– 933 (2010)
- Vivar R., G. (1995). *Diseño y Construcción de Pavimentos* (2da ed., Vol. Libro 6). Lima: Colección del Ingeniero Civil - CIP.
- Villanueva Monteza, N. E. (2016). *Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto*.
- Werther J., Saenger M., Hartge E.U., Ogada T., Siagi Z.: Combustion of agricultural residues. *Prog. Energy Combust. Sci.* 26, 1–27 (2000)
- Weninger Padilla, L. A. (2020). *Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Piura*.

World Cocoa Foundation (2014). Cocoa market update. <http://www.WorldCocoa.org>

Yin, B.C.L., Laing, R., Leon, M. and Mabon, L., (2018) 'An evaluation of sustainable construction perceptions and practices in Singapore', *Sustainable cities and society*, 39, 613– 620.

Yuksel, I; Bilir, T. and Ozkan, O. (2007). Durability of concrete incorporating nonground blast furnace slag and bottom ash as fine aggregate. *Building and Environment*, vol. 42: pp.2651-2659. www.sciencedirect.com

Youssif, O., Mills, J. E. and Hassanli, R. (2016) 'Assessment of the mechanical performance of crumb rubber concrete', *Construction and Building Materials*, 125,

Anexo 1. Matriz de Consistencia

TITULO: "Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022"

AUTOR: Br. Gómez Huamán, Alfredo

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para el uso en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022?</p>	<p>Objetivo General: Analizar el efecto de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para el uso en pavimentos rígidos en Ayacucho – 2022.</p>	<p>Hipótesis General: La incorporación de fibras de mazorca de cacao, mejora las propiedades del concreto $f'c=280kg/cm^2$, para el uso en pavimentos rígidos en Ayacucho - 2022</p>	INDEPENDIENTE	Fibras de mazorca de cacao	Dosificación	0.00% de fibras de mazorca de cacao	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
						1.50% de fibras de mazorca de cacao	
						3.00% de fibras de mazorca de cacao	
						4.50% de fibras de mazorca de cacao	
						6.00% de fibras de mazorca de cacao	
<p>Problemas Específicos: ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$?</p>	<p>Objetivo Específicos: Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.</p>	<p>Hipótesis Específicos: La incorporación de fibras de mazorca de cacao mejora algunas propiedades físicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.</p>	DEPENDIENTE	Propiedades físico mecánicas de un concreto	Propiedades Físicas	Consistencia y Trabajabilidad (in)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según MTC E 705
<p>¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$?</p>	<p>Determinar el efecto de la incorporación de fibras mazorca de cacao en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.</p>	<p>La incorporación de fibras de mazorca de cacao mejora las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.</p>				Peso Unitario (kg/cm^3)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Peso unitario según MTC E 714
						Contenido de aire (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Contenido de aire según MTC E 706
						Temperatura (°C)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Temperatura según MTC E 724
						<p>¿Que efecto tiene la dosificación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$?</p>	<p>Determinar el efecto de la dosificación de fibras de mazorca de cacao en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$.</p>
Resistencia a la Flexión (kg/cm^2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Flexión según MTC E 709						

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

TITULO: “Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022”

AUTOR: Br. Gómez Huamán, Alfredo

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Fibras de mazorca de cacao	Los frutos que provienen de la polinización de las flores agrupados en cojines florales. Theobroma cacao L., es una sola especie, pero tiene variedades, con frutos y semillas diferentes. (Carrera, 2015)	Es la cantidad de fibras de mazorca de cacao que se adicionara al concreto hidráulico	Dosificación	0.00% de fibras de mazorca de cacao.	Razón	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental: Experimental.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Población: 45 probetas y 15 vigas de concreto.</p> <p>Muestra: 45 probetas y 15 vigas de concreto.</p> <p>Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas y vigas por interés.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, T-student)</p>
				1.50% de fibras de mazorca de cacao.		
				3.00% de fibras de mazorca de cacao.		
				4.50% de fibras de mazorca de cacao.		
				6.00% de fibras de mazorca de cacao.		
Propiedades Físico Mecánicas de un concreto	Son las propiedades y la calidad del hormigón en su estado fresco y plástico, que dependen de la calidad del árido y de los aditivos utilizados para su fabricación.	Se obtendrá resultados de la resistencia a la compresión para muestras cilíndricas y módulo de rotura para viguetas de hormigón endurecido mediante pruebas estándares de laboratorio.	Propiedades Físicas	Consistencia y Trabajabilidad (in)	Razón	
				Peso Unitario (kg/cm^3)		
				Contenido de aire (%)		
				Temperatura ($^{\circ}C$)		
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión kg/cm^2		
				Resistencia a la Flexión kg/cm^2		

Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (1.5%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	1.5% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	312.08	337.43
Varianza(σ^2)	32.00	31.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 1.5% concreto, **NO INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 1.5% al concreto, **INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.665$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Desviación estándar de lo grupos
 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 -5.53

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.665$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.665$

5. CONCLUSIÓN : **Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-5.53 < -1.665\}$ es VERDADERA entonces SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 1.5% al concreto, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (3.0%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	3.0% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	312.08	316.98
Varianza(σ^2)	32.00	12.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 3.0% concreto, **NO INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 3.0% al concreto, **INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.665$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 $N1, N2$ de los grupos

Prueba Z : Z_0 -4.28

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.665$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.665$

5. CONCLUSIÓN : **Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-4.28 < -1.665\}$ es VERDADERA entonces SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 3.0% al concreto, **INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (4.5%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	4.5% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	312.08	296.12
Varianza(σ^2)	32.00	5.33

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 4.5% concreto, **NO INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 4.5% al concreto, **INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.665$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 1.52

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.665$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.665$

5. CONCLUSIÓN : **No Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-1.52 < -1.665\}$ es FALSA entonces NO SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyéndose así que: La incorporación de FMC en un 4.5% al concreto, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (6.0%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	6.0% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	312.08	292.68
Varianza(σ^2)	32.00	32.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 6.0% concreto, **NO INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 6.0% al concreto, **INCREMENTA** la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.665$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 1.20

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.665$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.665$

5. CONCLUSIÓN : **No Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-1.20 < -1.665\}$ es FALSA entonces NO SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 6.0% al concreto, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (1.5%FMC) - 28días
 1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	1.5% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	30.05	34.47
Varianza(σ^2)	21.00	12.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : **Ho:** $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 1.5% concreto, **NO INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : **Ha:** $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 1.5% al concreto, **INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.662$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 -2.33

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.662$
Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.662$

5. CONCLUSIÓN : **Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-2.33 < -1.662\}$ es VERDADERA entonces SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 1.5% al concreto, INCREMENTA el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (3.0%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	3.0% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	30.05	42.21
Varianza(σ^2)	21.00	9.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 3.0% concreto, **NO INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 3.0% al concreto, **INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.662$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 -3.85

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.662$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.662$

5. CONCLUSIÓN : **Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-3.85 < -1.662\}$ es VERDADERA entonces SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 3.0% al concreto, INCREMENTA el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (4.5%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	4.5% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	30.05	38.16
Varianza(σ^2)	21.00	17.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 4.5% concreto, **NO INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 4.5% al concreto, **INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.662$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 -2.28

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.662$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.662$

5. CONCLUSIÓN : **Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-2.28 < -1.662\}$ es VERDADERA entonces SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 4.5% al concreto, INCREMENTA el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

MUESTRA ESTANDAR (1) : MDE - 28 días
 MUESTRA COMPARADA (2) : MD1 (6.0%FMC) - 28días

1. PARÁMETROS DE INTERÉS : Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados

Cantidad de FMC incorporado	0%	6.0% FMC
Número de muestras (N)	3	3
Media (\bar{X})	30.05	35.26
Varianza(σ^2)	21.00	4.00

2. HIPÓTESIS : $\bar{X}1$: fc Media del grupo 1
 $\bar{X}2$: fc Media del grupo 2

2.1 HIPÓTESIS NULA : Ho: $\bar{X}1 \geq \bar{X}2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$
 La incorporación de FMC en un 6.0% concreto, **NO INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $\bar{X}1 < \bar{X}2$ Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación de FMC en un 6.0% al concreto, **INCREMENTA** el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : $\alpha = 0.05$ $Z=1.662$

4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA : La estadística de prueba usas en la prueba de Hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N1} + \frac{\sigma^2_2}{N2}}}$$

Donde:
 Z_0 : Estadística de prueba
 : Resistencia promedio
 $\bar{X}1, \bar{X}2$ en lo grupos
 : Desviación estándar de lo grupos
 σ^2_1, σ^2_2 : Cantidad de muestras
 N1, N2 de los grupos

Prueba Z : Z_0 -1.81

Por lo tanto se tiene que para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde un valor de $Z=1.662$

Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.662$

5. CONCLUSIÓN : **Se Rechaza: Ho** Se acepta Ha $\bar{X}1 < \bar{X}2$

Puesto a la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-1.81 < -1.662\}$ es VERDADERA entonces SE RECHAZA Ho; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendose así que: La incorporación de FMC en un 6.0% al concreto, INCREMENTA el modulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días de edad).

Anexo 4. Ensayos de laboratorio



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVOS

INFORME N° 001-2022/ING-CON-21-O-
011/INGEOTECON-0125-OT

PROYECTO

"EFECTOS DE LA INCORPORACION DE FIBRAS
DE MAZORCA DE CACAO EN EL CONCRETO
F'c=280KG/CM2, PARA PAVIMENTOS RIGIDOS,
AYACUCHO - 2022"

SOLICITANTE

ALFREDO GÓMEZ HUAMÁN

Fecha

FEBRERO DEL 2022

INGEOTECON
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
CIP N° 20.2986
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 5. Confiabilidad de resultados

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Lagaro Arce, Wilmer*
 Institución donde se labora : *consultor particular*
 Especialidad : *Ing. Civil*
 Instrumento de evaluación : *Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario, slump, resistencia a la compresión simple, flexión en vigas.*
 Autor de instrumento:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <i>Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.</i>					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: <i>Fibras de mazorca de cacao</i>					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable <i>Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao</i> de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <i>Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao</i>					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						<i>50</i>

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Ayacucho, 03 de enero 2022

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Zevallos Llaclachugman, Luis A.*
 Institución donde se labora : *SOILTEST PERU SRL.*
 Especialidad : *Ing. Civil*
 Instrumento de evaluación : *Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario, slump, resistencia a la compresión simple, flexión en vigas.*

Autor de instrumento:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Fibras de mazorca de cacao					x
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				x	
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					x
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao					x
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				x	
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL					48	

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO



PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Ayacucho, 03 de enero 2022

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Velarde Carhuas Janeth*
 Institución donde se labora : *Provias Nacional*
 Especialidad : *Ing. Civil*
 Instrumento de evaluación : *Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario, slump, resistencia a la compresión simple, flexión en vigas.*
 Autor de instrumento:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetivo sobre la variable: <i>Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao</i> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				✓	
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: <i>Fibras de mazorca de cacao</i>					✓
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable <i>Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao</i> de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					✓
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <i>Propiedades física y mecánicas de un concreto adicionado con fibras de mazorca de cacao</i>					✓
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL						49

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49


Janeth Velarde Carhuas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 180205

Ayacucho, 03 de enero 2022

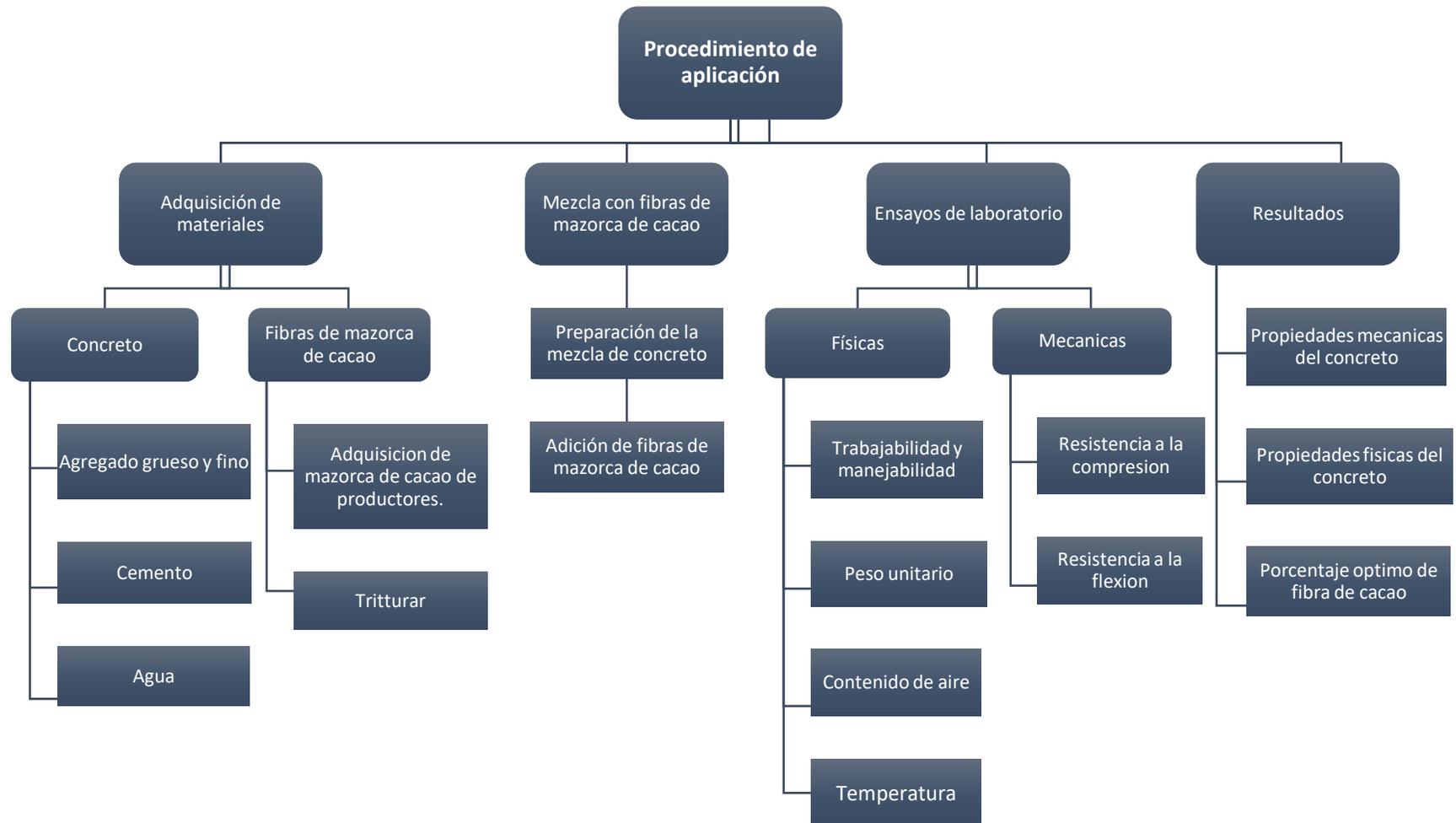
Anexo 6. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes

TITULO: "Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022"

AUTOR: Br. Gómez Huamán, Alfredo

	AUTOR	TITULO	Año	f'c de C° Patron (kg/cm2)	Fibra Agregada	Porcentajes de adición (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia a la tracción (kg/cm2)	Resistencia a la flexión (kg/cm2)	Asentamiento (cm)	Consistencia	Trabajabilidad	Long. Fibra (mm)
							28 días	28 días	28 días				
							28 días de curado						
Tesis Nacionales	Fernández Acosta, P. Y.	Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210kg/cm^2$ para pavimentos rígidos Lima	2019	210	Fibra de coco	0.00	323.83		50.50				25.00
						0.50	310.97		51.50				
						1.00	300.93		52.50				
						1.50	280.60		54.40				
	Weninger Padilla, L. A.	Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Piura.	2020	210 / 175	Cascarilla de café	0.00	288,7						Ceniza
						5.00	291,2						
						10.00	228,9						
						15.00	222,1						
	Rodríguez Soberón, Nixon Carlos	Diseño de concreto $F'C=250 kg/cm^2$ reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén.	2017	250	Cascarilla de café	0.00	292.08						20.00
						1.00	284.56						
						2.00	275.12						
						3.00	269.01						
Villanueva Monteza, N. E.	Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto (Lima)	2016	210	Fibra de coco	0.00	212.01		32.09				30.00	
					0.50	200.77		36.78					
					1.00	206.62		37.45					
					1.50	160.38		38.31					
					2.00	138.04		40.63					
Bowan, Pensilvania	Cocoa Pod Husk Ash as Partial Replacement of Cement in Concrete Production (Ceniza de cáscara de vaina de cacao como reemplazo parcial del cemento en la producción de concreto)	2021	210	Ceniza de cascarilla de cacao	0.00	232.60						Ceniza	
					6.00	207.61							
					12.00	252.18							
Fontes, CMA, Silva, RB y Lima, PRL	Characterization and Effect of Using Bottom and Fly Ashes from Co-combustion of Cocoa Waste as Mineral Addition in Concrete (Caracterización y efecto del uso de cenizas volantes y de fondo de la co-combustión de residuos de cacao como adición mineral en el concreto)	2017	280	Cenizas de biomasa producto de residuos de cacao	0.00	343.64						Ceniza	
					0.50	283.48							
					10.00	261.05							

Anexo 7. Procedimientos



Proceso de Aplicación



INDUSTRIAS DE CACAO



DESECHO DE MAZORCA



ACOPIO



TRITURADO



CORTE Y FILAMENTOS



FIBRAS



ADICION



CONCRETO REFORAZADO

Anexo 8. Ficha de recolección de datos del tratamiento del producto



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)

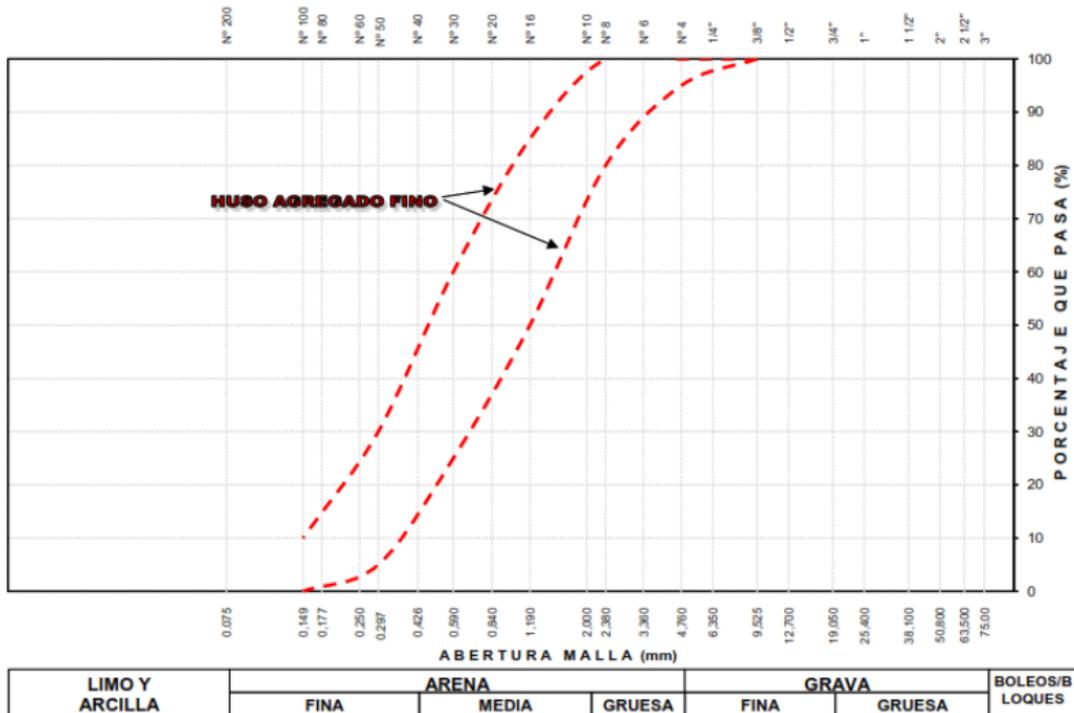
Proyecto : *Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f_c=280\text{Kg/cm}^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho - 2021*

Trazabilidad : -
Solicitante : Gómez Huamán, Alfredo
Cantera : -
Material : Arena zarandeada

Región/Provir : Ayacucho/ Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Ayacucho
Fecha : -

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	75.000						PESOS (gr)
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Peso seco inicial
1 1/2"	38.100						Peso seco lavado
1"	25.400						Pérdida por lavado
3/4"	19.000						ENSAYOS ESTANDAR
1/2"	12.700						% Grava
3/8"	9.500						% Arena
1/4"	6.350						% de Finos
Nº 4	4.760						$D_{10} = D_{0(\text{mm})} =$
Nº 8	2.360						$D_{30} =$
Nº 10	2.000						$D_{50(\text{mm})} =$
Nº 16	1.100						Cu =
Nº 30	0.590						Cc =
Nº 40	0.425						$D_{15(\text{mm})} =$
Nº 50	0.297						$D_{50(\text{mm})} =$
Nº 100	0.149						$D_{60(\text{mm})} =$
Nº 200	0.075						Clasificación SUCS
Lavado							
TOTAL							
Módulo de Fineza =		Superficie específica (cm²/gr) =					

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO





FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215), ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL

Proyecto : "Efectos de la Incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f_c=280\text{Kg/cm}^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2021"

Código : -- Región/Provincia : Ayacucho/ Huamanga
Solicitante : Gómez Huamán, Alfredo Distrito : Ayacucho
Cantera : --: -- Lugar : Ayacucho
Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : --

HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL	
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso
Peso Húmedo de la muestra (gr)	
Peso Seco de la muestra (gr)	
Peso del agua en la muestra (gr)	
Contenido de Humedad (%)	
Contenido de Humedad (%)	
% de absorción	
Absorción Efectiva (%)	
Humedad Superficial (%)	
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino
Peso Húmedo de la muestra (gr)	
Peso Seco de la muestra (gr)	
Peso del agua en la muestra (gr)	
Contenido de Humedad (%)	
Contenido de Humedad (%)	
% de absorción	
Absorción Efectiva (%)	
Humedad Superficial (%)	

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

PORCENTAJE DE VACIOS		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm^3)		
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm^3)		
Gravedad Especifica de Masa		
Peso de los Sólidos (gr)		
Porcentaje de Vacíos (%) Agregado suelto		
Porcentaje de Vacíos (%) Agregado varillado		



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto : "Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f_c=280\text{Kg/cm}^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2021"

Código : --

Región/Provin. : Ayacucho/ Huamanga

Solicitante : Gómez Huamán, Alfredo

Distrito : Ayacucho

Cantera : --: --

Lugar : Ayacucho

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : --

AGREGADO GRUESO (MTC E 206)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)			
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)			
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)			
Peso Especifico de masa			
Peso Especifico de masa SSS			
Peso Especifico aparente			
% de Absorción			

AGREGADO FINO (MTC E 205)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)			
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)			
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)			
Peso de la muestra en SSS (gr)			
Temperatura del agua en el ensayo			
Corrección por temperatura (K)			
Peso Especifico de masa			
Peso Especifico de masa SSS			
Peso Especifico aparente			
% de Absorción			

Porcentaje Retenido en la Malla Nº4 (%)

Porcentaje que pasa la Malla Nº4 (%)

Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)

Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017, MTC E 203)

Proyecto : "Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f_c=280\text{Kg/cm}^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2021"

Código : -.- Región/Provincia : Ayacucho/ Huamanga
Solicitante : Gómez Huamán, Alfredo Distrito : Ayacucho
Cantera : -.-:- Lugar : Ayacucho
Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : -.-

AGREGADO FINO		
PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)		
B Peso Agregado + Molde (gr)		
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)		
D Volumen del Molde (cm ³)		
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)		
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)		
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)		
B Peso Agregado + Molde (gr)		
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)		
D Volumen del Molde (cm ³)		
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)		
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)		
AGREGADO GRUESO		
PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)		
B Peso Agregado + Molde (gr)		
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)		
D Volumen del Molde (cm ³)		
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)		
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)		
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)		
B Peso Agregado + Molde (gr)		
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)		
D Volumen del Molde (cm ³)		
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)		
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)		

Anexo 10. Normativa

Item	Descripcion	Año
1	NORMA CE.010 PAVIMENTO URBANOS	2010
2	MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS	2013
3	MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES	2016
4	NORMA TECNICA PERUANA	Varios

NORMA TÉCNICA

CE. 010

PAVIMENTOS URBANOS



ICG

Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS



2013



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016

 **PERÚ** PROGRESO
PARA TODOS

AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para
agregados en hormigón (concreto)

AGGREGATES. Standard specification for concrete aggregates

2002-02-14
2ª Edición

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 128-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2013-12-26
3ª Edición**

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.021
2002**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

AGGREGATES. Standard test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate

**2002-05-16
2ª Edición**

AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

AGGREGATE. Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate

1999-04-21
2ª Edición

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

CONCRETE. Standard test method for mesure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2009-12-23
3ª Edición

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)

HORMIGÓN. Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire hormigón

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C138 / C138M - 08 Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico).
Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, EE. UU.
-Reimpreso por autorización de ASTM International

2008-09-03
2ª Edición

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.034
2008

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

CONCRETE . Standard Test method for Compressive Strength of cylindrical concrete specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C39/C39M-05e1 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2008-01-02
3ª Edición

R.001-2008/INDECOPI-CRT. Publicada el 2008-01-25

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Hormigón, concreto, resistencia, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

Prohibida su reproducción total o parcial

CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

CONCRETE. Standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with center-point loading)

2012-09-26

3ª Edición

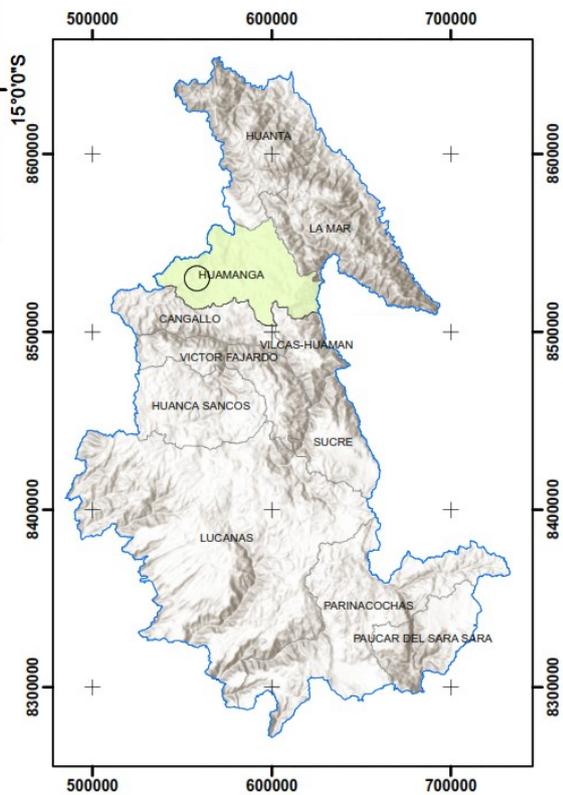
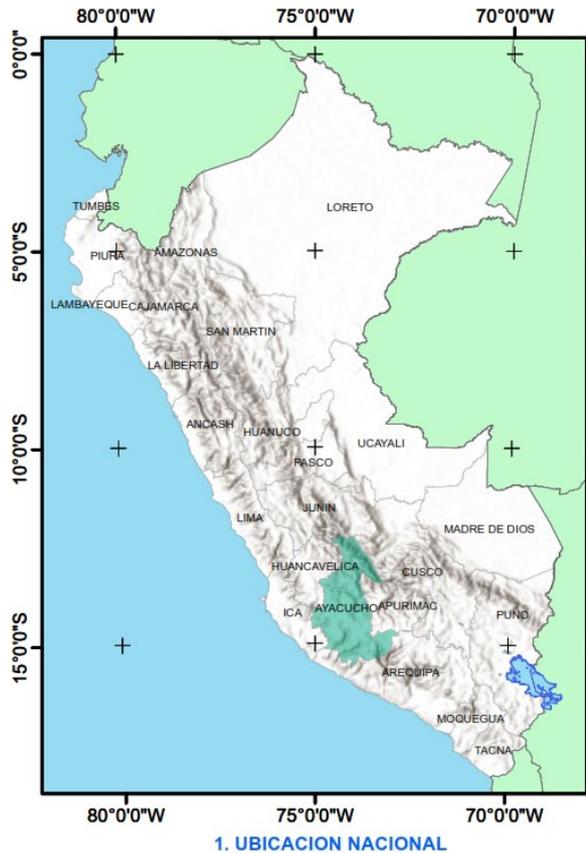
Anexo 11. Mapas y planos

TITULO: "Efectos de la incorporación de fibras de mazorca de cacao en el concreto $f'c=280kg/cm^2$, para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2022"

AUTOR: Br. Gómez Huamán, Alfredo

UBICACIÓN POLÍTICA

DEPARTAMENTO: Ayacucho **PROVINCIA :** Huamanga **DISTRITO :** Ayacucho



PLANO DE UBICACIÓN Y ACCESO A LA CANTERA CACHI



Anexo 12. Panel fotográfico



Figura 61: Acopio de mazorcas de cacao



Figura 62: Secado de mazorcas de cacao



Figura 63: Rayado de mazorcas de cacao



Figura 64: Selección de agregado fino para concreto



Figura 65: Selección de agregado grueso para concreto



Figura 66: Preparación de mezclas de concreto



Figura 67: Adición de FMC al concreto



Figura 68: Ensayo de Slump



Figura 69: Ensayo de Contenido de aire

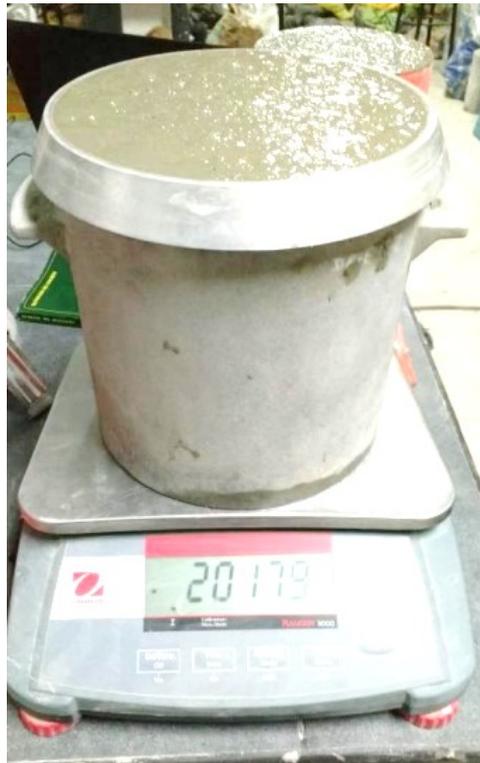


Figura 70: Ensayo de Peso unitario del concreto



Figura 71: Preparación de testigos cilíndricos de concreto con FMC



Figura 72: Preparación de vigas de concreto con FMC



Figura 73: Compactado de vigas de concreto con FMC



Figura 74: Pesado de vigas de concreto



Figura 75: Ensayo de dimensionamiento de testigos y vigas de concreto con FMC



Figura 76: Ensayo de compresión en testigos de concreto a los 7 y 14 días con FMC



Figura 77: Ensayo de compresión en testigos de concreto con FMC a los 28 días



Figura 78: Ensayo de flexión en vigas de concreto con FMC