Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
Vea una copia de esta licencia en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Obra publicada con autorización del autor

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Jhordy André Torres Romero
https://orcid.org/0009-0006-8922-5303

Dany Junior Pinedo Tananta
https://orcid.org/0009-0002-4791-8292

Asesor:
Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón
https://orcid.org/0000-0003-3053-2908

Tarapoto, Perú

2023

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Presentado por

Jhordy André Torres Romero
Dany Junior Pinedo Tananta

Sustentada y aprobada el 24 de marzo de 2023, por los siguientes jurados:

Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Diaz

Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Iván Gustavo Reátegui Acedo

Vocal del Jurado
Ing. Nestor Raul Sandoval Salazar

Asesor
Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón

Tarapoto, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

"Año de la Unidad la Paz y el Desarrollo"

Acta de Sustentación de Trabajo de Investigación Para título de Ingeniero Civil Nº 758

Jurado reconocido con:
Resolución Nº 243-2022-UNSM/FICA-CF-NLU
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.
Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

A las 17:00 horas del día viernes fecha 24 de marzo de 2023, inició el acto público de sustentación del trabajo de investigación **"DISEÑO DE UN CONCRETO 210 KG/CM2 CON PIEDRA CHANCADA E INCLUSIÓN DE FIBRA DE VIDRIO Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN COMPARACIÓN CON EL CONCRETO CONVENCIONAL"**, para optar el título de INGENIERO CIVIL, presentado por el Bachiller **Jhordy André Torres Romero** y **Dany Junior Pinedo Tananta**, con el asesoramiento del **Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz (presidente del jurado), Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo (secretario), Ing. Nestor Raul Sandoval Salazar (vocal), y acompañados por el Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular Nº 009-2023-UNSM/FICA.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por los sustentantes y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue QUINCE (15); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es APROBATORIA y correspondiente a la calificación de QUINCE (15). Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones Nº 758 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 18:10 horas del mismo día de sustentación, viernes 24 de marzo de 2023.

Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo Secretario del Jurado	**Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz** Presidente del Jurado	**Ing. Nestor Raul Sandoval Salazar** Vocal del Jurado	**Ing. M.Sc Carlos Segundo Huamán Torrejón** Asesor

Declaratoria de autenticidad

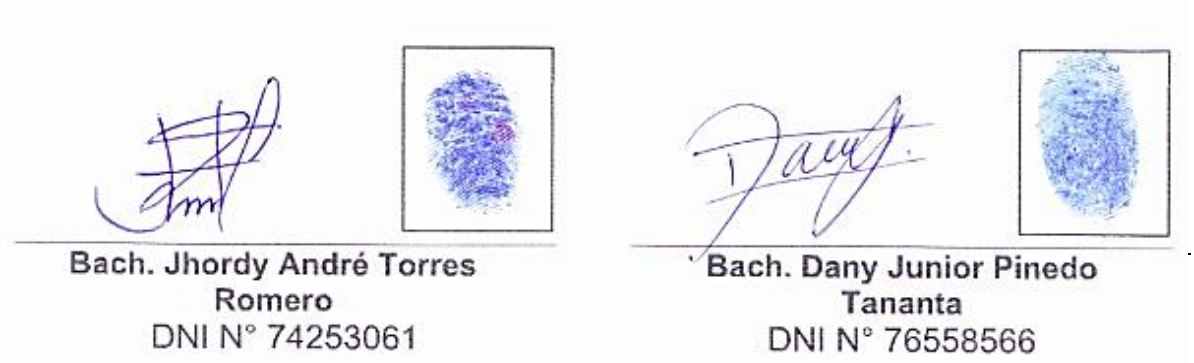
Jhordy André Torres Romero, identificado con DNI N° 74253061 y **Dany Junior Pinedo Tananta**, identificado con DNI N° 76558566, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: "**Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional."**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis que entregamos es de nuestra creación.
2. La escritura fue hecha siguiendo las citas y referencias de las fuentes bibliográficas usadas.
3. Toda la información que incluye la tesis no ha sido auto copiada.
4. Los datos mostrados en los resultados son verdaderos, no han sido modificados ni tomados de otros, por lo tanto, la información de esta investigación debe tomarse como parte de la realidad estudiada.

Por lo expuesto, asumimos con responsabilidad las consecuencias que resulten de nuestro actuar, acatando las leyes de nuestro país y normas actuales de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 24 de marzo de 2023.



Bach. Jhordy André Torres Romero
DNI N° 74253061

Bach. Dany Junior Pinedo Tananta
DNI N° 76558566

Declaración Jurada

Jhordy André Torres Romero, identificado con DNI N° 74253061, domicilio legal Jr. Francisco Bolognesi 259 C.P.M 9 de abril y **Dany Junior Pinedo Tananta**, identificado con DNI N° 76558566, domicilio legal Jr. José Pardo N° 353 – Tarapoto, con el fin de cumplir con las normas actuales establecidas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaro Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e informaciones de la presente tesis, que adjunto son verídicos y originales.

En consecuencia, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información proporcionada por lo cual nos acatamos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 24 de marzo de 2023.

Bach. Jhordy André Torres Romero
DNI N° 74253061

Bach. Dany Junior Pinedo Tananta
DNI N° 76558566

Ficha de identificación

Título del proyecto Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional	**Área de investigación:** Estructura. **Línea de investigación:** Estrategia de tecnología de información y comunicación (TIC) Transportes. **Sublínea de investigación:** Tecnología del Concreto **Tipo de investigación:** Básica ☐, Aplicada ☒, Desarrollo experimental ☐

Autor: **Bach. Jhordy André Torres Romero** **Bach. Dany Junior Pinedo Tananta**	Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0009-0006-8922-5303 https://orcid.org/0009-0002-4791-8292

Asesor: **Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón**	**Dependencia local de soporte:** Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0003-3053-2908

Dedicatoria

A mis padres, por la ayuda incondicional y emocional, y a sus sabios consejos que sirvieron para formarme como persona con principios y valores.

A mis docentes de la carrera, por haber compartido sus conocimientos y experiencias, ya que fueron los principales pilares para mi formación profesional.

Dany Junior Pinedo Tananta

A mis padres por siempre haberme criado correctamente con valores y aptitudes positivas para salir adelante y afrontar los momentos negativos que te da la vida, ayudándome a afrontar cualquier adversidad sin nunca darme por vencido.

Por su amor incondicional, apoyo sin límites, por los valiosos consejos que me llevaron a ser una persona de bien.

Jhordy André Torres Romero

Agradecimientos

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de cumplir uno de mis más grandes sueños, por ponerme en el camino a las personas que forjaron y ayudaron mi crecimiento profesional y personal; a mis hermanos, que fueron de mucha ayuda a lo largo de estos años de estudio, por darme las fuerzas y estar siempre ahí; A mis amigos y compañeros de la universidad por haber estado ahí en los momentos más difíciles de la carrera.

Dany Junior Pinedo Tananta

Primeramente, doy total gracias a Dios, por darme las fuerzas y el valor necesario para poder culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida. Agradezco también a mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por el tiempo de enseñanza dedicados a mi crecimiento profesional que sin duda me servirán para ser una persona de bien en la sociedad. A mis padres, por darme el valor de afrontar todos los retos que la vida me presenta y enseñarme que todo se puede lograr en esta vida con esfuerzo y dedicación.

Jhordy André Torres

Índice general

Ficha de identificación 6
Dedicatoria 7
Agradecimientos 8
Índice general 9
Índice de tablas 11
Índice de figuras 12
RESUMEN 13
ABSTRACT 14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN 15
1.1. Marco general del problema 15
1.2. Antecedentes del problema 15
1.3. Formulación del problema 16
1.4. Formulación del problema 17
1.5. Hipótesis de la investigación 17
1.6. Objetivos 17
1.6.1. Objetivo general 17
1.6.2. Objetivos específicos 17
1.7. Justificación de la investigación 17
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 19
2.1. Antecedentes de la investigación 19
2.2. Fundamentos teóricos 22
2.3. Definición de términos básicos 35
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS 39
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación 39
3.1.1 Contexto de la investigación 39
3.1.2 Periodo de ejecución 39
3.1.3 Autorizaciones y permisos 39

3.2. Sistema de variables 39
3.2.1 Variable independiente 39
3.2.2 Variable dependiente 39
3.2.3 Operacionalización de variables 40
3.3 Procedimientos de la investigación 41
3.3.1 Tipo y nivel de investigación 41
3.3.2 Diseño de la investigación 41
3.3.3 Población y muestra 41
3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 42
3.3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos 43
3.4 Materiales 44
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 45
4.1 Resultados 45
4.1.1. Diseño y proporciones de la mezcla de concreto 45
4.1.2. Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm2. 46
4.1.3. Comparación del Slump del concreto 55
4.1.4. Análisis de costos 55
4.1.5. Estudios estadísticos 57
4.1.6. Prueba de hipótesis 59
4.2 Discusión de resultados 62
4.2.1. Efecto del % de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto 62
4.2.2. Efecto del % de fibra de vidrio en el Slump. 62
4.2.3. Costo de producción del concreto normal y concreto adicionado al 3% de fibra de vidrio. 62
CONCLUSIONES 63
RECOMENDACIONES 64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65
ANEXOS 67
Anexo 1: Panel Fotográfico 67

Índice de tablas

Tabla 1. *Propiedades mecánicas de los tipos de fibra de vidrio* 33
Tabla 2. *Operacionalización de Variables* 40
Tabla 3. *Perfil detallado de la población.* 41
Tabla 4. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos* 42
Tabla 5. *Diseño de mezcla final del concreto patrón (CP) de resistencia 210 kg/cm2.* 45
Tabla 6. *Diseño de mezcla final del concreto + fibra de vidrio al 1% (CE-01).* 46
Tabla 7. *Diseño de mezcla final del concreto + fibra de vidrio al 3% (CE-02).* 46
Tabla 8. *Diseño de mezcla final del concreto + fibra de vidrio al 5% (CE-03).* 46
Tabla 9. *Ensayos a los 7 días – concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).* 47
Tabla 10. *Ensayo a los 7 días – concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).* 47
Tabla 11. *Ensayo a los 7 días – concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).* 47
Tabla 12. *Ensayo a los 7 días – concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).* 48
Tabla 13. *Ensayo a los 14 días – concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).* 48
Tabla 14. *Ensayo a los 14 días – concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).* 48
Tabla 15. *Ensayo a los 14 días – concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).* 49
Tabla 16. *Ensayo a los 14 días – concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).* 49
Tabla 17. *Ensayo a los 28 días – concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).* 49
Tabla 18. *Ensayo a los 28 días – concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).* 50
Tabla 19. *Ensayo a los 28 días – concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).* 50
Tabla 20. *Ensayo a los 28 días – concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).* 50
Tabla 21. *Resultados de compresión del concreto según su inclusión.* 51
Tabla 22. *Control del Slump en laboratorio.* 55
Tabla 23. *Inversión en producción del concreto patrón.* 56
Tabla 24. *Inversión en producción del concreto con inclusión de 3% de fibra de vidrio.* 57
Tabla 25. *Estudios estadístico del CP (28 días).* 57
Tabla 26. *Estudios Estadísticos del CE-01 (28 días).* 58
Tabla 27. *Estudios estadísticos del CE-02 (28 días).* 58
Tabla 28. *Estudios estadísticos del CE-03 (28 días).* 59
Tabla 29. *Características del CP & CE-01 (28 días).* 59
Tabla 30. *Características del CP & CE-02 (28 días).* 60
Tabla 31. *Características del CP & CE-03 (28 días).* 61

Índice de figuras

Figura 1. Curva Esfuerzo Deformación 23
Figura 2. Evolución de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. 51
Figura 3. Resultados de ensayos a los 7, 14 y 28 días del concreto con inclusión de fibra al 1%. 52
Figura 4. Resultados de ensayos a los 7, 14 y 28 días del concreto con inclusión de fibra al 3%. 53
Figura 5. Resultados de ensayos a los 7, 14 y 28 días del concreto con inclusión de fibra al 5%. 54
Figura 6. Efecto del % de fibra de vidrio en el asentamiento de las mezclas del concreto. 55
Figura 7. Ensayo de Granulometría. 67
Figura 8. Ensayo de Peso específico de los agregados. 67
Figura 9. Ensayo de compresión de especímenes de concreto a los 7 días de edad..... 68
Figura 10. Ensayo de compresión de especímenes de concreto a los 28 días de edad.. 68

RESUMEN

“Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional.”

La investigación presentada tuvo como objetivo; buscar si la adición de fibra de vidrio en porcentajes de 1 %, 3 % y 5% aumenta la Resistencia del concreto. El ámbito de esta investigación es para todo el sistema del concreto donde se utiliza piedra chancada adicionando fibra de vidrio. El tiempo de la investigación fue de seis meses, y entre las teorías están los términos como las resistencias a flexión, compresión, diseño de mezcla, concreto, etc. Es una investigación no experimental de tipo explicativa y la población está basada en probetas adicionando fibra al 1%, 3% y 5%. La norma ASTM y la Norma ACI 109-02 permiten que la evaluación a estas probetas se realice de la siguiente manera: en volúmenes en relación a la arena, de acuerdo a esto se tiene como muestra 60 probetas y sin adición de fibra de vidrio en donde se realizaron ensayos de sus propiedades mecánicas, y cuya conclusión fue que con el uso de fibra de vidrio sí fue posible mejorar la resistencia del concreto en compresión.

Palabras clave: Concreto, Fibra de vidrio, Porcentaje, Resistencia a la compresión.

ABSTRACT

"Design of a 210 Kg/cm2 concrete with crushed stone and inclusion of fiberglass and its influence on compressive strength compared to conventional concrete."

The objective of the research presented was to find out if the addition of fiberglass in percentages of 1%, 3% and 5% increases the strength of concrete. The scope of this research is for the entire concrete system where crushed stone is used in addition to fiberglass. This research lasted six months, and among the theories are terms such as flexural strength, compressive strength, mix design, concrete, etc. It is a non-experimental research of explanatory type and the population is based on test tubes adding fiber at 1%, 3% and 5%. ASTM and ACI Standard 109-02 allow the evaluation of these test tubes to be carried out in the following way: in volumes in relation to the sand. According to this, 60 test tubes were sampled without the addition of fiberglass and their mechanical properties were tested, and the conclusion was that it was possible to improve the compressive strength of the concrete by using fiberglass.

Keywords: Concrete, Fiberglass, Percentage, Compressive strength.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco general del problema

El objetivo de este estudio es fabricar un concreto con una resistencia base de 210 Kg/cm2 con fibra de vidrio añadida, usando piedra chancada del Huallaga, y evaluar su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Para ello, se emplearán distintas proporciones de fibra de vidrio (1, 3 y 5%) y se analizará cómo influyen en el proceder mecánico del concreto. La motivación de esta investigación surge de la escasez de estudios en nuestra región sobre la composición de fibra de vidrio y agregado en el concreto, que es un aspecto relevante para el diseño de obras especiales.

1.2. Antecedentes del problema

Latinoamérica está comprendida por países en vías de desarrollo, el cual hace que el mundo de la construcción se desarrolle de manera clandestina y no supervisada, esto conlleva a riesgos ante la vida y la salud de aquellos que tienen una vivienda de material noble mal diseñada y ejecutada. En la provincia de San Martín se ve el reflejo de dicho problema de la construcción, el cual las edificaciones se ven afectadas en un 75% conllevando un rápido deterioro de las estructuras que las componen, dicho esto la rais de los problemas pueden ser diversas así como la mala calidad de los materiales usados en la construcción, del mismo modo gran impacto sobre la calidad del producto final viene determinada por la calidad humana al momento de ejecutar sus labores de construcción que, en su mayoría, solo tienen conocimientos por experiencia del trabajo y no por estudios realizados, esto conlleva a que las estructuras de las edificaciones se vean muchas veces inhabilitadas por diferentes agentes en su composición y factores externos que los rodean.

Es así que nace la idea de implementar nuevas tecnologías para el diseño de concretos, tratando de lograr un concreto con características superiores al del concreto convencional y buscando además disminuir los costos de producción, en tal sentido, la fibra de vidrio que es un material mineral con propiedades minerales, se puede usar en la incorporación de las mezclas de conceto. La fibra de vidrio viene en diversas presentaciones y de acuerdo a sus propiedades, hay gran cantidad de variedades, pero todas estas se componen de sílice u óxido de silicio, que son hebras finas el cual se adaptan de manera efectiva a la trabajabilidad del concreto al ser adicionado en ciertas proporciones, en dicho sentido se pretende mejorar la calidad del concreto para poder reforzar sus propiedades y dichas mezclas sean más resistentes frente a los factores externos que dañen al concreto.

Según Castro (2016), nos dice que:

> Las ventajas que presenta este material se deben a su alto nivel a la resistencia frente a condiciones donde existe la presencia de factores corrosivos y biológicos, también reduce la falla por agrietamiento en el concreto por contracción plástica, incrementa su resistencia a los impactos y su alta resistencia a los esfuerzos de tracción. Por otro lado, este material puede verse afectado o vulnerable ante la presencia de álcalis del cemento, por lo cual haría que sus propiedades a la resistencia disminuyan, perdiendo así con el paso del tiempo ductilidad y resistencia a los esfuerzos de tracción.

1.3. Formulación del problema

El reforzar al concreto a través de la inclusión de fibras durante la mezcla es un método que se ha utilizado durante varias décadas, se ha encontrado diversas aplicaciones en el campo de la construcción con concreto y ahora es objeto de muchos estudios el cual conlleva al desarrollo en la industria de la construcción.

Millán (2013), nos indica que:

> La utilización de fibras para reforzar las estructuras es una práctica que tiene una larga historia, ya que se remonta a la época del antiguo Egipto, donde se incorporaba paja al material arcilloso que empleaban para fabricar ladrillos. De esta manera, se lograba aumentar la resistencia de los ladrillos y mejorar su manejabilidad después de que se secaran al sol.

El adicionar fibra al concreto tiene como objetivo optimizar algunas de sus propiedades mecánicas, como la rigidez, la resistencia a la tracción y la resistencia a la compresión. Sin embargo, el mundo de la construcción utiliza estas fibras sin verificar sus propiedades, por lo que esto crea un alto nivel de incertidumbre en su uso, ya que sin conocer las propiedades que las componen, no se puede confirmar cómo afectará la fibra al concreto.

Por ello es preciso realizar las investigaciones necesarias para así aportar y plantear la implementación de nuevas tecnologías sobre el diseño de concreto estructural de tal manera que permita mejorar sus propiedades teniendo claro que este es un elemento que tiene un gran desempeño gracias a la combinación de sus agregados.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo Influye la Fibra de Vidrio al 1%, 3% y 5% en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210kg/cm2 con agregado de piedra chancada del río Huallaga?

1.5. Hipótesis de la investigación

La adición de fibra de vidrio en el diseño de un concreto influenciará positivamente aumentando la resistencia a la comprensión con respecto a un concreto convencional de f'c=210kg/cm2 utilizando piedra chancada del río Huallaga.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Efectuar un diseño de concreto f'c=210 Kg/cm2 con inclusión de fibra de vidrio para mejorar la resistencia a la compresión.

1.6.2. Objetivos específicos

Clasificar adecuadamente los agregados a usar en el diseño de la mezcla en concordancia con las especificaciones y normas usadas en nuestro país.

Diseñar y alcanzar un concreto estándar cuya resistencia sea de 210 kg/cm2, usando piedra chancada de la cantera del rio Huallaga.

Adicionar fibra de vidrio al diseño de mezcla del concreto patrón y obtener la resistencia de acuerdo al porcentaje trabajado.

1.7. Justificación de la investigación

El éxito del presente estudio aportará conocimientos a futuras investigaciones a examinar el comportamiento de mezclas de concreto que contienen fibras de vidrio utilizando agregados y materiales locales.

Las mezclas con fibra de vidrio consisten en las mismas sustancias que se encuentran en el concreto ordinario, pero con cantidades alteradas de sustancias finas y gruesas y una fracción de fibra adicional en varias expresiones. Los estudios formados han estudiado diferentes géneros de fibras utilizadas para optimizar las propiedades mecánicas de las composiciones de concreto, incluyendo acero, plástico, vidrio, fibras naturales procesadas y sin procesar. El fibrocemento se utiliza en muchas variedades de elementos, como vigas, columnas, muros de carga, suelos industriales, hormigón proyectado, anclajes de

pavimento rígido y reparaciones de concreto. Otro enfoque durante la investigación de las mezclas de concreto con inclusión de fibras es la técnica de mezclado y la colocación de las fibras dependiendo de la fibra añadida (Jiménez, 2011).

En tal sentido es justo y necesario realizar dicho estudio el cual justifica la investigación para poder aportar al conocimiento local sobre el comportamiento de la fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto, mejorando así las propiedades mecánicas que deben cumplir los elementos estructurales de concreto armado.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Nivel Internacional

Abdullah y Jallo (2011), en su investigación “Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete”, realizado en el Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Mosul. Los investigadores refieren que:

> El propósito de los ensayos fue evaluar las cualidades mecánicas del concreto reforzado con fibras de vidrio. Se analizó el impacto de diferentes cantidades de este material (0 g, 600 g, 1000 g y 1400 g) por metro cubico en el desempeño mecánico del concreto con y sin dicha adición. Los hallazgos revelan que al incorporar fibra de vidrio en las proporciones mencionadas se aumenta la resistencia a la compresión del concreto en (3.6 %, 7.1 %, 9.3%) respectivamente.

Zapata y Arango (2013), en su investigación “Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto”, ejecutado en la Universidad EAFIT, Colombia. Los investigadores muestran que:

> Realizando los ensayos de resistencia a la compresión con porcentajes de fibra de vidrio de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% del peso total de la mezcla llegando a concluir que la fibra de vidrio como adición a las mezclas de concreto aporta de manera positiva en cuanto a la resistencia en compresión hasta 1% de fibra de vidrio, pero a mayores cantidades la resistencia en compresión disminuye.

Castiblanco y Carrero (2015), en su investigación “Estudio Teórico y Experimental del Comportamiento del Hormigón con Materiales no Convencionales: Fibras de vidrio y Fibra de Carbono, Sometido a Esfuerzos de Compresión”, realizada en la Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Los investigadores determinaron que:

> El concreto reforzado con fibras de vidrio y fibras de carbono presenta mejores propiedades mecánicas que el concreto simple, según los ensayos de laboratorio realizados con briquetas cilíndricas de estos materiales. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión del concreto se incrementa en un 45% al añadir fibras de vidrio, mientras que el porcentaje óptimo de estas fibras es de 0.8% del total de los componentes del concreto. Esto significa que se puede optimizar el desempeño mecánico del concreto con una cantidad mínima de refuerzo.

Nivel Nacional

García (2014), en su investigación “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto f´c=210 kg/cm2 en la ciudad de Puno”. Esta investigación describe que:

> Además de las implicaciones técnicas, el uso de fibras de vidrio en el concreto también tiene un impacto en el nivel de costo de producción. Por esta razón, esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la adición de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión y el costo de producción del Concreto Normal f´c=210kg/cm2 a los 7, 14 y 28 días.

Rojas (2015), en su tesis titulada “Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de f’c=210 kg/cm2 adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico”. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Tiene como objetivo de:

> Realizar el estudio experimental para obtener la resistencia de un concreto de f’c=210 kg/cm2 adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico. La técnica utilizada es un estudio experimental por que se pretende un diseño de mezcla con una mayor resistencia a la compresión mediante procesos experimentales. Finalmente concluye que los resultados obtenidos resultaron no satisfactorios en cuanto a la propiedad de resistencia a la compresión que debe tener el concreto f’c = 210 Kg/cm2, al parecer el porcentaje de vidrio molido añadido a una dosificación normal fue insuficiente.

Isidro (2017), en su tesis titulada “Análisis de la resistencia a la compresión adicionando vidrio reciclado para el uso en la losa de concreto del pavimento rígido”. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Analiza y determina que:

> El objetivo de este estudio es analizar las propiedades mecánicas de los agregados fino y grueso que se manejan en el diseño de mezcla de concreto según el método del ACI. Para ello, se efectuaron ensayos de resistencia a la compresión a las muestras de concreto a las edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados se presentan y se discuten en esta investigación por medio de gráficos y cuadros que muestran que el vidrio es un material viable y beneficioso para utilizar en el ámbito de la construcción.

Nivel Local

Díaz (2018), en su tesis titulada “Diseño de concreto f’c 140, 175 y 210 kg/cm2, adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín.” Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Muestran que:

> Mediante un proceso de optimización de mezcla, se diseñó un concreto que cumple con las exigencias de resistencia a la compresión especificados para f’c=140 kg/cm2, f’c=175 kg/cm2 y f’c=210 kg/cm2. Se llevaron a cabo ensayos de compresión a los 28 días de curado y se analizaron los resultados estadísticos, los cuales manifestaron una buena consistencia y confiabilidad del diseño.

Paredes (2019), en su tesis titulada “Análisis de la resistencia a la comprensión del concreto F’c=210 kg/cm2 con adición de vidrio reciclado molido”. Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú. En su tesis indica lo siguiente:

> 1) El propósito de este estudio es evaluar la resistencia a la compresión del concreto estructural F’c = 210 kg/cm2 con vidrio reciclado molido como aditivo. Se trata de una investigación experimental que busca determinar el efecto del uso de materiales reciclados en la composición del concreto y su viabilidad práctica como material alternativo para obras civiles futuras.
>
> 2) Se concluye que la resistencia a la compresión aumenta hasta cierta cantidad de vidrio añadido, pero al incrementarse más dicha cantidad de vidrio, esta resistencia disminuye, aproximándose a la resistencia del concreto de control (patrón).

Coronado y Zevallos (2020), realizaron una investigación titulada “Efectos del costo y la resistencia en el diseño del concreto f’’c=210kg/cm2 con la introducción de fibra de vidrio en la ciudad de Tarapoto.” Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. El tesista tiene el objetivo de:

> Determinar la resistencia a la compresión del concreto f’c=210 kg/cm2 con incorporación de vidrio y su costo de producción por m3 de concreto logrando establecer que la incorporación de fibra de vidrio en un 0.025% incrementa la resistencia a compresión del concreto en 6.65% y asimismo, disminuye el consto de producción en 3.29%.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Propiedades del concreto

Módulo de elasticidad

Morataya (1934), reporta que:

> El módulo de elasticidad estático, el cual se obtiene de la tangente inicial en diagrama tensión-deformación uniaxial en compresión a un nivel de tensión del 25% del máximo, dichos resultados oscilan entre 29 y 36 GPa para concretos con resistencias a compresión entre 69 y 76 MPa. Otros investigadores han encontrado valores del módulo de elasticidad dinámico del concreto de alta resistencia endurecido en el rango de 31 a 45 GPa, que dependen especialmente del método de ensayo empleado. Estos resultados difieren de los estimados por la ecuación empírica del ACI 318, Sección 8.5, que es para concretos de resistencia normal y con una densidad seca de 2346 kg/m3.

Relación de poisson

Shideler y Carrasquillo (1985), sostiene que:

> El concreto de alta resistencia hecho con agregados livianos tiene una resistencia a la compresión de 730 Kg/cm2 a los 28 días y que la relación de Poisson es 0.20 sin importar la resistencia a compresión, la edad o la humedad elemento en sí. Siendo el método dinámico el cual da valores un poco más altos.

Perenchio y Klieger (1976) dicen que:

> El concreto de peso normal y de alta resistencia tiene una resistencia a la compresión entre 55 y 80 Mpa y una relación de Poisson entre 0.20 y 0.28. Ellos manifiestan que la relación de Poisson baja cuando la relación agua/cemento sube.

Conducta Esfuerzo - Deformación en aplastamiento

Según Rivva (2014), indica que:

> 1) El ACI ha examinado con detalle las relaciones entre las fuerzas axiales y las variaciones de forma para concretos que resisten compresiones de hasta 83 Mpa. La parte inicial de la gráfica fuerza-forma es más recta y vertical para los concretos con mayor resistencia. Para conseguir la parte final de la gráfica fuerza-forma, es comúnmente necesario prevenir la interacción de las muestras de prueba; esto es más difícil en los concretos de mayor resistencia.

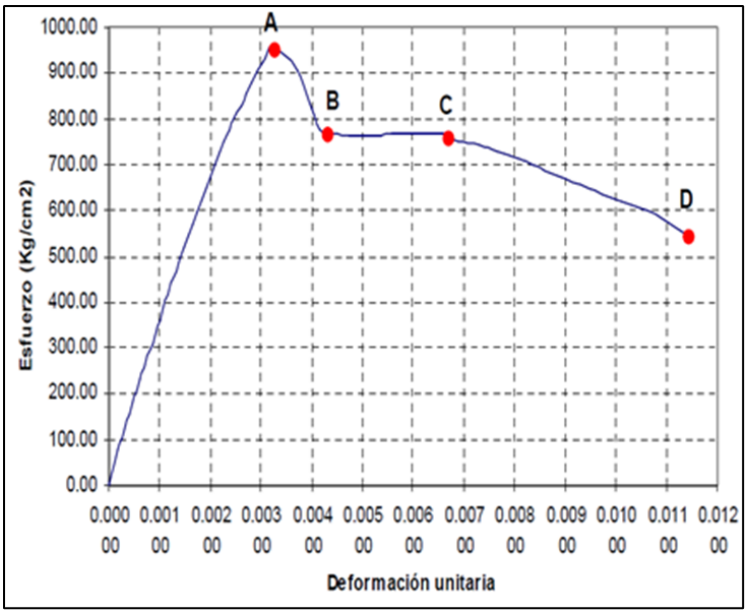


Figura 1. Curva Esfuerzo Deformación
Fuente: Díaz García 2018.

2) En la Figura 01 se muestra la gráfica Esfuerzo-Deformación Unitaria, que se divide en 4 zonas diferentes: La primera zona representa el estado elástico del concreto, con una recta de pendiente elevada, que termina en el punto de mayor resistencia de la muestra de concreto. La segunda zona implica una reducción de la resistencia a la compresión, debido a que el concreto que rodea al refuerzo se rompe completamente y no contribuye a la resistencia a la compresión. El punto final de esta zona corresponde a la resistencia del núcleo de concreto confinado. En la tercera zona se observa un leve aumento de la resistencia, aunque muy pequeño, pero la variación de forma ya es el doble que en la primera zona. En la última zona se aprecia una disminución de la resistencia que puede ser mayor hasta llegar al colapso total del testigo.

Módulo de rotura

Según Rivva (2014), determina que:

El módulo de rotura de concreto de bajo peso y de peso normal oscila entre $\sqrt{7.3}f'c$ y $\sqrt{12}f'c$, el cual se expresa en psi (libra/pulg2), según los resultados de múltiples investigadores que han medido la resistencia en compresión. El concreto de bajo peso se identifica por presentar una densidad menor que el concreto convencional, lo que le otorga ventajas como una menor carga estructural y una mayor aislación térmica y acústica. Sin embargo, también muestra desventajas como una menor resistencia al fuego y una mayor permeabilidad.

Resistencia a la tensión por movimiento

Dewar (1964), expresa que:

> En su estudio sobre la resistencia a tracción por deslizamiento y la resistencia a la compresión analizó cómo la resistencia a la compresión influye en la resistencia a la tracción por deslizamiento en el concreto. Logró encontrar que esta última dependía del tipo de agregado grueso que se usaba y era proporcional a la resistencia a la flexión. Indica además que la resistencia a la tracción por deslizamiento era el 70% de la resistencia a la flexión a los 28 días y que otros autores confirmaron que la resistencia al deslizamiento se mantenía dentro del rango normal para altas resistencias a la compresión.

Resistencia a la fatiga

Bennet y Muir (2011) hallaron que:

> La resistencia de los concretos que son sometidos a un millón de ciclos de carga repetida resulta entre el 66% y el 71% de la resistencia estática, con un esfuerzo mínimo de 8.6 Mpa. Esta resistencia resultaba ser menor en los concretos de mayor resistencia y con agregado grueso de menor tamaño, pero las diferencias difieren de mínima manera.

Existe escasa información sobre el proceder a la fatiga de concretos de alta resistencia y en la disposición que actualmente conocemos, la resistencia a la fatiga de los concretos es prácticamente igual que para concretos comunes y de alta resistencia (Rivva, 2014).

Peso unitario

Kosmatka (2004), señala que:

> El concreto común, usado en diversas obras como edificios, pavimentos y otras estructuras, tiene un peso específico que varía de 2200 a 2400 kg/cm3. Esta densidad del concreto depende de la densidad y cantidad de agregado, el aire atrapado y la cantidad de agua y cemento. Las cantidades de agua y cemento dependen del tamaño máximo del agregado, por ejemplo, al disminuir la cantidad de pasta, se aumenta la cantidad de agregado y pon ende su densidad.

Evolución del calor debido a la hidratación

Fredman (2011), concluye que:

> La estimación de calor de los concretos de alta resistencia corresponderá alrededor de 6° a 8° por cada 60 Kg/m3 de cemento. Valores de elevación de temperatura

> 56°C en concretos de alta resistencia que contenían 502 Kg/m3 de cemento han sido medidos en edificios construidos en Chicago.

Ganancia de la resistencia con la edad

Rivva (2014), manifiesta que el concreto de alta resistencia aumenta su resistencia más rápido que el de baja resistencia en las primeras etapas, pero esta diferencia se reduce con el tiempo el cual se vuelve poco relevante.

2.2.2. Propiedades del concreto en estado fresco

Trabajabilidad

Según Portugal (2007), expresa que:

> Encontrar una definición de trabajabilidad, es ya una idea muy subjetiva, las diferentes definiciones tratan de enlazar parámetros calificables según la perspectiva de cada evaluador, sin embargo, encontrar una definición adecuada para la trabajabilidad de los concretos de alto desempeño es necesaria.

Glanville, Collins y Matthews (1938), manifiestan que:

> La trabajabilidad es la medida del trabajo interno necesario para alcanzar una compactación completa. Esta medida se basa en la suposición de que solo la fricción interna (esfuerzo de fluencia) es una propiedad inherente de la mezcla. Así, podemos obtener una estimación cuantitativa de la trabajabilidad.

Consistencia

Cachay (2017), considera que:

> 1) La trabajabilidad es una característica del concreto en estado fresco que es ligado directamente del grado de humedad de la mezcla, que puede ser menor o mayor según el contenido de agua. Esto da lugar a tres tipos de mezclas: las secas, las plásticas y las húmedas.
>
> 2) El ensayo del cono de Abrams o de asentamiento (Slump) es quizás el más usado para determinar la consistencia de un concreto. Muchos investigadores han intentado crear modelos para predecir el valor de asentamiento, pero los modelos existentes hasta ahora tienen un error promedio elevado los cuales no tienen una predicción precisa.

Compacidad

Según Gonzales (2011), afirma que:

La compacidad es una cualidad de la trabajabilidad el cual permite que un concreto tenga la mayor cantidad posible de agregado grueso y pasta en un volumen determinado. Esto hace que el concreto sea más resistente e impermeable cuando está en estado endurece.

Peso unitario

Aybar (2008), señala que:

1) El peso unitario se refiere al peso que tiene un metro cúbico de esta mezcla. Para determinarlo, se usa un molde de ese volumen que se llena con el concreto en tres capas iguales, cada una compactada con 25 golpes. Luego se pesa el molde con el concreto y se resta el peso del molde vacío. La fórmula es: Peso unitario del concreto = (Peso del molde + concreto) - (Peso del molde) / Volumen del molde.

2) Según el uso del tipo de agregado, el concreto puede ser de tres tipo; la primera se refiere a concretos normales que tiene un peso unitario entre 2200 a 2500 kg/m3, la segunda vienen a ser los concretos livianos o ligeros que presentan una resistencia limitada y su peso unitario se encuentra entre menor a 1900 kg/cm3, y finalmente tenemos a los concretos pesados teniendo un peso unitario mayor de 2700 kg/m3 logrando alcanzar hasta los 6000 kg/m3 que son usados en ocaciones que realmente lo ameriten por su alto costo de producción.

Contenido de aire

Según Gonzales (2011), manifiesta que:

Todo concreto sin excepción alguna tiene aire en su interior, ya que es parte ineludible de la mezcla. Lo primordial es controlar el porcentaje de aire que hay en el concreto y evitar que afecte las características y propiedades deseadas. El aire puede ocasionar problemas y fallas en concretos que no se han dosificado, transportado o realizado un adecuado compactado, creando huecos que facilitan el deterioro por el clima. Si presenta mucho material fino, sobre todo arcillosa, que pase la malla N° 200, el concreto presentará menor aire y se necesitará más aditivo para incorporar aire y lograr los mismos efectos.

Segregación

Según Aybar (2008), refiere que:

La segregación aparece cuando el concreto en estado fresco se descompone en sus componentes y el agregado grueso se separa del mortero. Esto es lo contrario

de la homogeneidad. Algunas causas poco comunes de segregación son el uso de agregado grueso con una gravedad específica muy diferente a la del agregado fino o con un tamaño máximo mayor que el del elemento estructural. Este es un problema para el concreto, ya que produce zonas de piedra, arena o huecos en el elemento el cual afecta el desempeño estructural del mismo. La segregación depende de la consistencia de la mezcla, siendo más probable cuando la mezcla es más húmeda y menos cuando es más seca.

Exudación

Kosmatka (2004), habla sobre la exudación y menciona que:

> Es cuando hay un ascenso del agua a la cima de la superficie del concreto recién vaciado, esto se debe a la sedimentación de partículas como cemento y agregado y a la vez una subida del agua a la superficie. Esta propiedad es normal y no debería bajar la calidad del concreto, es también importante para controlar fisuras por retracción plástica, pero si este ascenso aumenta demasiado en la superficie ocasiona problemas produciendo una superficie superior débil y con poca durabilidad. Para la disminución de la exudación o sangrado es importante utilizar agregados de adecuada granulometría, aditivos químicos específicos, aire incorporado y cementos más finos.

Cohesividad

Según Aybar (2008), considera que

> La cohesión del concreto en estado fresco se refiere a su capacidad para evitar la separación de la mezcla durante su transporte, colocación y compactación. Este fenómeno se puede explicar desde una perspectiva física y microscópica como la interacción de atracción entre las partículas del concreto, transmitidas a través del líquido que las rodea, llamada "pasta de cemento". Sin embargo, esta pasta líquida no siempre es capaz de conservar las partículas ordenadas, lo que puede ocasionar la separación de los agregados más livianos de los más pesados, lo que se conoce como segregación del concreto.

Estabilidad

Pasquel (1998) afirmó que:

> La estabilidad es básicamente el movimiento o flujo natural que acontece en el concreto sin la necesidad de someterlo a fuerzas externas. En otras palabras, un material es estable cuando no cambia su forma o posición a menos que se le

aplique una fuerza externa. En el caso del concreto, se espera que el material mantenga su forma y posición durante su vida útil, y fundamentalmente que no presente movimientos o deformaciones significativas sin una causa aparente. Por lo tanto, la estabilidad es un indicador importante de la calidad del concreto y puede influir en su durabilidad y capacidad para soportar cargas.

2.2.3. Propiedades del concreto endurecido

Elasticidad

Rivva (2014) explica la elasticidad como:

> La cualidad del concreto de adaptarse a la forma de las cargas sin quedar marcado de forma definitiva es por ello que se usa como una medida de la resistencia del material a adaptarse a la forma, ya que las mezclas más ricas tienen mayor módulo de elasticidad y por ende mayor cualidad de adaptarse a la forma que las mezclas pobres.

Resistencia

Gonzales (2011) describe la resistencia como:

> La propiedad que determina la capacidad del concreto para aguantar cargas y esfuerzos sin quebrarse o fallar. La resistencia a la compresión es la que define la calidad del concreto. La resistencia depende de varios factores, como la cantidad y el tipo de cemento y agregados, y las condiciones de temperatura y curado.

Rivva (2014), expresa que:

> La resistencia a compresión se considera una de las más significativas e importantes propiedades del concreto endurecido, ya que según este parámetro se acepta o rechaza el concreto. La mayoría de propiedades del concreto endurecido están relacionadas a la resistencia y en varios casos se cuantifica las otras propiedades respecto de ella.

2.2.4. Agregados

Agregado fino

Rivva (2014) señala que:

> 1) El agregado fino, así como el agregado grueso, deben ceñirse a las normas ASTM C33 o NTP 400.037. Su módulo de fineza debe estar comprendida entre 2.8 y 3.1. Son más beneficiosos los perfiles redondeados y las texturas suavizadas

porque requieren de menor cantidad de agua de mezclado, lo que los hace preferibles en concretos de alta resistencia.

2) La mejor gradación del agregado fino para concretos de alta resistencia depende más de sus efectos sobre la cantidad de agua que sobre su capacidad de acomodo. Los estudios en USA muestran que las arenas con un módulo de fineza menor a 2.5 dan al concreto una consistencia pastosa, dificultando su compactación. Se ha comprobado que el agregado fino con un módulo de fineza cercano a 3.0 da las mejores condiciones de trabajabilidad y resistencia en compresión.

3) Los materiales cementantes finos son abundantes en los concretos de alta resistencia típicos, por lo que la forma y el tamaño de los agregados usados no son tan relevantes como en los concretos convencionales. No obstante, aumentar el módulo de fineza puede ser desfavorable; al respecto, la National Crushed Stone ha dado importantes sugerencias para disminuir la cantidad de agua necesaria; señalan que la proporción que pasa las mallas N° 50 y la N° 100 debe ser baja, siguiendo los valores que establece la Norma ASTM C33, y se debe evitar la presencia de mica y arcilla, las mezclas con granulometría discontinua tienen resistencias inferiores a las mezclas estándar.

4) El agregado fino debe estar libre de sales, mica o arcilla. La granulometría debe ser uniforme. Es recomendable restringir los finos a un máximo del 8%.

Agregado grueso

Según Rivva (2014), habla sobre el agragado grueso e indica que:

> Para lograr una alta resistencia en compresión con mucha cantidad de cemento y poca de agua, se debe usar el agregado grueso más pequeño posible, entre ½” y ¾” de tamaño máximo. También se han obtenido buenos resultados con tamaños máximos de ¾” y 1”.

Según Rivva (2014), sostiene que:

> Es importante evitar el exceso de angularidad en el agregado grueso ya que esto puede afectar la trabajabilidad del concreto al requerir un mayor contenido de agua. Por lo tanto, se recomienda que el agregado grueso sea limpio, cúbico y angular, y que esté 100% partido de partículas chatas y elongadas con una dureza mínima de 7. Es preferible utilizar la caliza triturada que cumpla con las normas y esté graduada adecuadamente, con un tamaño máximo de agregado de ½" y 3/8". Además, se debe tener en cuenta que el perfil angular, la textura rugosa y la

capacidad de absorción menor del 1%, junto con un peso específico de aproximadamente 2.65, hacen que la caliza triturada sea recomendable. Esto ayudará a minimizar los esfuerzos generados por las diferencias entre los módulos de elasticidad de la pasta y el agregado.

Absorción de los agregados

Según Rivva (2014), indica que:

1) El curado es esencial para concretos de alta resistencia y se debe usar la menor cantidad de agua posible durante la mezcla. Después del colocado del concreto y la solidificación de la pasta, se puede agregar agua libremente en la etapa inicial de hidratación, donde una parte importante se combina con el cemento y pierde un cuarto de su volumen. Esto crea pequeños vacíos que atraen agua dentro del concreto, que sigue siendo permeable.

2) El agua extra que ingrese durante esta etapa aumentará la resistencia del concreto. Si el agregado puede absorber agua moderadamente, actúa como un reservorio de agua de curado distribuido en el concreto, lo que beneficia una baja relación agua-cemento en las pastas y una mayor resistencia en el concreto.

Resistencia intrínseca del agregado

Rivva (2014), afirma que:

Se demandan agregados de alta resistencia para lograr producir concretos de alta resistencia. Sin embargo, investigaciones han manifestado que hay un punto en el cual el aumento en el contenido de cemento no proporciona mejoras en la resistencia a la compresión del concreto, posiblemente debido al límite de adherencia entre el cemento y el agregado. Es importante tener en cuenta que el agregado debe tener una dureza de 7 o más.

2.2.5. Aditivos y adiciones minerales

Aditivos químicos

Rivva (2014), expresa que

Los aditivos químicos, que se producen generalmente a partir de diversos compuestos como lignosulfonatos, ácido hidroxilar carboxílico, carbohidratos, melamina y acetato condensado, pueden ser orgánicos o inorgánicos y se utilizan para mejorar las propiedades del concreto, como su resistencia, velocidad de endurecimiento, trabajabilidad y durabilidad. Es determinante elegir los aditivos

adecuados en función del comportamiento previo, la marca y la dosis, así como de cómo interactúan con los demás materiales que se utilizan en el proyecto de investigación.

Superplastificantes

Según Torres (2020), señala que los superplastificantes son:

> 1) Aditivos reductores de agua de alto rango que se utilizan para producir concretos fluidos de alto asentamiento en concretos con baja a normal relación agua/cemento. Estos aditivos liberan agua adherida a otros materiales en su estructura para formar un compuesto plástico. La selección del tipo y dosificación de superplastificantes debe basarse en su capacidad para mejorar la resistencia, trabajabilidad y durabilidad del concreto, sin generar efectos indeseables en el fraguado.
>
> 2) También es conocido como un aditivo removedor de agua avanzado, su uso está destinado a reducir significativamente el contenido de agua del concreto manteniendo la estabilidad necesaria y sin comprometer la estabilidad. También se utilizan para aumentar el flujo sin necesidad de agregar agua a la mezcla de concreto.

Rivva (2014), fundamenta que:

> El uso de superplastificantes requiere seguir las indicaciones del fabricante para cada producto y marca. Estos aditivos permiten disminuir el agua entre un 20% y un 30%, mejorando la trabajabilidad, y elevando la resistencia al inicio y al final del proceso.

Microsílice

Según Rivva (2014), expresa que:

> La microsílice es un polvo gris compuesto por óxido de silicio que se usa para mejorar la resistencia y la durabilidad del concreto y el mortero. Se puede mezclar con un superplastificante para facilitar su colocación. Tiene una superficie específica muy alta y partículas muy pequeñas y esféricas. Se emplea en concretos de alta resistencia para fines estructurales y para revestimientos y reparaciones que requieren resistencia a la abrasión y baja permeabilidad.

Según Rivva (2014), manifiesta que:

> La microsílice es un polvo de partículas vítreas muy pequeñas (0.1 µm) y con mucha superficie (20,000 m2/Kg). Su densidad de masa varía entre 160 y 320

Kg/m3. Se puede encontrar en formas densificada o lechada. Es un material puzolánico que reacciona con la cal del cemento para formar CSH. Con la ayuda de aditivos reductores de agua, se usa como parte del cemento para hacer concretos de alta resistencia. Su contenido en el cemento suele ser del 5% al 15%. Desde 1980, su uso ha aumentado mucho. Sin embargo, los concretos con microsílice tienden a agrietarse por contracción plástica. Por eso, hay que proteger la superficie del concreto recién puesto para evitar que se evapore el agua.

Mecanismo de acción

Morataya (2012), agrega que:

El cemento crea hidróxido de calcio al hidratarse, el cual se combina con la microsílice y forma más silicato de calcio hidratado, que es el componente que le da al concreto su resistencia y que se llama gel. Al tener más gel, la pasta tiene menos poros capilares y es más compacta, lo que mejora la distribución de los elementos mayores y la densidad del sistema. La microsílice reacciona en los primeros 28 días con el hidróxido de calcio formado durante la hidratación y aumenta la resistencia en compresión del mortero. Además, cambia la distribución por tamaños de los poros y produce una estructura de poros más discontinua e impermeable que la pasta hidratada. La microsílice puede tener dificultades para dispersarse en el concreto fresco por las fuerzas superficiales entre sus partículas. Los superplastificantes, al disminuir el exceso de agua y las fuerzas superficiales, hacen que las partículas sean más móviles, permiten una mayor compactación y mejoran la dispersión del sistema.

2.2.6. Fibra de vidrio

Definición

Según Olivares, Galán y Roa (2003), manifiesta que la fibra de vidrio es:

1) Utilizada como refuerzo en los composites aplicados a la construcción, debido fundamentalmente, a la excelente relación existente entre características y precio. Las fibras de vidrio están elaboradas con las mismas materias primas que el vidrio: sílice, cal, alúmina y magnesita, a las cuales se le añaden ciertos óxidos en porcentajes muy estrictos, según los tipos de fibras que se quieran obtener.

2) Todos estos componentes se mezclan y trituran hasta conseguir una mezcla homogénea que se introduce en un horno de fusión a temperatura de 1550 °C, en el cual la mezcla pasa progresivamente a un estado líquido. El vidrio en estado

> líquido pasa por las hileras, por centenares de orificios de 1 a 2 mm de diámetro, a la salida de los cuales son estirados mecánicamente hasta conseguir unos filamentos de 5 a 24 micras, dependiendo de las aplicaciones. Posteriormente se revisten estos filamentos con una dispersión acuosa de compuestos, generalmente orgánicos operación denomina “ensimaje” que garantiza la unión entre filamentos y la protección del hilo. Los filamentos, una vez revestidos, se reúnen para formar el hilo al que finalmente se le da un acabado textil o plástico.

Características de la fibra de vidrio

Según Olivares (2003), informa que:

> La fibra de vidrio es un material que tiene varias ventajas, como sus buenas resistencias mecánicas, su capacidad de aislar la electricidad, su bajo peso, su incombustibilidad, su estabilidad dimensional y su imputrescibilidad. Además, es flexible, económico y resistente a agentes químicos. Sin embargo, también tiene algunas desventajas, como su baja rigidez, su menor resistencia a la fatiga que otras fibras y su alta dureza que puede causar irritación en la piel.

Según Muñoz (2007), las propiedades mecánicas de la fibra de vidrio son:

Tabla 1
Propiedades mecánicas de los tipos de fibra de vidrio

Descripción	Vidrio E	Vidrio D	Vidrio R	Vidrio AR
Densidad (g/cm3)	2.6	2.14	2.53	2.68
Resistencia a la tensión (Mpa)	3400	2500	4400	3000
Modulo elástico (Gpa)	72	55	86	72
Resistencia a la ruptura (%)	4.5	4.5	5.2	4.3

Fuente: Abrigo Campos (2018)

Tipos de fibra de vidrio

Fibra de vidrio E

El vidrio E es el tipo de refuerzo más empleado en los composites, con un 90% de uso. También es muy común en el sector textil. Destaca por sus excelentes propiedades eléctricas. Es resistente y económico. No absorbe mucha humedad (Olivares, 2003, p. 67).

Fibra de vidrio A

El vidrio A resiste bien los agentes químicos. Es un tipo de vidrio que se sitúa entre el A y el E. Se emplea en las zonas externas de piezas que están sometidas a la corrosión o de estructuras que la previenen (Olivares, 2003, p. 70).

Fibra de vidrio S

El vidrio S se compone de borosilicato de calcio con poca cantidad de álcalis. Es muy resistente y tiene unas propiedades eléctricas excelentes (Olivares, 2003, p. 69).

Fibra de vidrio C

El vidrio C contiene mucha sílice en su composición. No es muy resistente ni elástico comparado con el vidrio E. Se usa como refuerzo y aguanta bien los agentes químicos. No se degrada en ambientes alcalinos (Olivares, 2003, p. 68).

Fibra de vidrio R

Es muy resistente mecánicamente, con una tracción y una elasticidad mucho mayores que las de los otros vidrios. Se usa principalmente en los sectores de la aeronáutica, aviación, armamento y, en general, cuando se requieren materiales que aguanten bien la fatiga, la temperatura y la humedad (Olivares, 2003, p. 45).

Fibra de vidrio D

Su alto valor dieléctrico lo hace adecuado para la elaboración de materiales electrónicos, de comunicación y como material que permite el paso de las ondas electromagnéticas. Se emplea en la producción de radares y ventanas electromagnéticas (Olivares, 2003, p. 47).

2.2.7. Concreto de alta resistencia

Ventajas del concreto de alta resistencia

Según Rivva (2014), precisa que:

> El concreto de alta resistencia es un material que ofrece muchos beneficios para la construcción de edificios y estructuras. Al tener una alta resistencia temprana y final, permite reducir las dimensiones de los elementos verticales y horizontales, lo que se traduce en más área de servicio y un menor peso de las estructuras. Además, es más duradero, resistente a la tracción y a la compresión, lo que mejora la protección a la corrosión del acero de refuerzo y permite obtener un mayor módulo de elasticidad. También tiene una alta fluidez, lo que facilita su transporte por bombas y su colocación en los encofrados. Al usarlo en las losas, se puede remover el encofrado más temprano y eliminar el reapuntalamiento.

Desafíos del concreto de altamente resistente

Rivva (2014), menciona que:

> Los concretos de alta resistencia son materiales que ofrecen ventajas como mayor durabilidad y menor sección transversal, pero también presentan desafíos en su elaboración y uso. Para lograr su óptimo desempeño, se requieren materiales y componentes de alta calidad, un control de calidad muy exigente, un riguroso cuidado en el curado debido a sus bajas relaciones agua/cemento, y una supervisión permanente. Además, estos concretos tienen una rotura frágil que los hace más vulnerables a cargas dinámicas o impactos, y necesitan personal profesional y operarios de altas calificaciones para su manejo adecuado.

2.3. Definición de términos básicos

Concreto de Buena Calidad

El A.C.I. 214.14, define que:

> Un concreto de buena calidad se mide por su resistencia, que debe ser igual o superior a la establecida por la norma correspondiente. Sin embargo, la resistencia no es el único factor que determina el alto desempeño de un concreto, sino que también se deben considerar otras propiedades como la trabajabilidad y la durabilidad, que aseguran su facilidad de manejo y su resistencia al paso del tiempo.

Cemento

Porrero (2014), manifiesta que:

> El cemento es determinante en todas las características del concreto. Sin embargo, sólo constituye entre un 10 a un 20% del peso del concreto, siendo el material restante entre el 80 y 90% las cuales condicionan la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del concreto. Se obtiene de materias primas encontradas en la naturaleza, la elaboración se desarrolla en plantas industriales de gran capacidad, en estas plantas se realiza un control estricto lo que conlleva en la calidad y confiabilidad del usuario.

Cemento Portland

Según Abanto (1995), considera que:

> El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales minerales, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida.

Agua

Según Castillo (1995), el agua es “un componente esencial en la producción del concreto, lo cual está vinculado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido” (p. 45).

Concreto

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, el concreto es “una composición de cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, el cual puede o no llevar aditivos.”

Agregado

En la Revista del Ingeniero Civil (2010), indica que:

> Los agregados finos y gruesos deben cumplir al menos con las Normas NTP 40037 (AST-MCI11) que establecen los requisitos mínimos para su uso. Para los concretos de alta resistencia, se debe prestar especial atención a la granulometría y la calidad del agregado, sobre todo en el caso del agregado grueso, que son factores determinantes para su resistencia.

Aditivo

Morataya (1934), define al aditivo como un compuesto químico el cual se incorpora en el concreto al instante del mezclado, para potenciar sus cualidades y condiciones.

Humo de sílice

García (2014) define el humo de sílice como “un desagregado que nace de la disminución de cuarzo, con pureza elevada, con carbón en hornos eléctricos para la obtención de silicio y ferrosilicio” (p. 23).

Microsílice

Rivva (2014), define a la microsílice como una sílice no cristalina altamente fina originada por hornos de arco eléctrico a manera de subproducto de la obtención de silicio metálico o ferro silicio.

Superplastificante

Rivva (2014) señala que “Los superplastificantes vienen a ser aditivos derivados de los formaldeidos melanina o naftaleno que tienen la propiedad de dar mucha plasticidad a la mezcla al librar el agua aglutinada a los demás materiales que la integran” (p. 27).

Granulometría

Pineda (2021), define que:

> La granulometría se refiere a la distribución del tamaño de los agregados que componen el concreto. Para determinar esta característica, se utiliza una muestra representativa de agregados que se somete a una serie de tamices con aberturas calibradas, que se organizan de mayor a menor abertura. Este proceso indirecto permite medir la granulometría de los agregados con precisión.

Exudación

Abanto (1995) define a la exudación como “un exceso del ascenso del agua en la parte superficial de la mezcla producto de la precipitación de los sólidos cuyo fenómeno se exhibe inmediatamente después que el concreto ha sido vaciado o colado” (p. 15).

Segregación

Según Aybar (2008), “La segregación es la propiedad del concreto fresco, involucra la descomposición de este en sus fragmentos incluyentes o dicho de otro modo, el desligamiento del agregado grueso del mortero” (p. 23).

Fraguado

García (2014), considera que:

> El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.

Curado

Según Abanto (1995), considera que el curado del concreto viene a ser el mantener al concreto por un tiempo prolongado luego de su respectiva colocación cuyo fin permite las recciones químicas entre en cemento y el agua llamándolo hidratación del cemento.

Absorción

Aybar (2008), refiere que la absorción en el concreto viene a ser el volumen de agua que puede ser absorbido por los agregados el cual se expresa en porcentaje.

Trabajabilidad

Abanto (1995), define a la trabajabilidad como:

> La capacidad del concreto en ser mezclado en su etapa de estado fresco, luego ser colocado y acabado sin sufrir segregación o exudación, en tal sentido dicha propiedad está ligada a la plasticidad de la misma lo que viene a ser la capacidad de ser moldeado y manipulado sin perder su uniformidad.

Resistencia a la Compresión (f´c).

Según Rivva (2014), define a la resistencia a la compresión como:

> El límite de la capacidad soportada por el concreto sin fallar, puesto que dicho material tiene el fin principal de soportar esfuerzos de compresión. Estos resultados o medidas de la capacidad de resistividad de los esfuerzos se usan como índice de su calidad.

Tamaño Máximo (TM).

El tamaño Máximo de un agregado grueso se define como “aquél que corresponde al pequeño tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso” (Instituto Nacional de Calidad, 2002, p. 6).

Tamaño Máximo Nominal (TMN).

Tamaño Máximo Nominal de un agregado grueso se define como “aquél que pertenece al menor tamiz de la serie manejada que produce el primer retenido” (Instituto Nacional de Calidad, 2002, p. 6).

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

Nombre del Proyecto

“Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional.”

Ubicación de la cantera a usar

La cantera de materiales corresponde a una superficie de atribución localizada en:

Región	:	San Martín
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Tarapoto
Localidad	:	Tarapoto

3.1.2 Periodo de ejecución

El presente proyecto de investigación tiene un periodo de ejecución y presentación de informe en un lapso de seis (06) meses, desde octubre 2022 hasta marzo de 2023.

3.1.3 Autorizaciones y permisos

No aplica.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variable independiente

Diseño de un concreto con adición de fibra de vidrio.

3.2.2 Variable dependiente

Resistencia a la compresión del concreto.

3.2.3 Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de Variables

VARIABLE	VARIABLE ABSTRACTA	DESCRIPCIÓN	NIVELES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Diseño del concreto con fibra de vidrio	Agregados	Material pétreo, natural o artificial fraccionado en pedazos o partículas duros de cuerpo y volumen estable, el cual funciona como material inerte en morteros y concretos.	Dosificación del agregado (agregado fino y grueso)	Granulometría, módulo de fineza, peso específico, contenido de humedad.	Fichas técnicas. Hojas electrónicas.
	Fibra de vidrio	Material que consta de numerosos filamentos cerámicos basados en dióxido de silicio (SiO2) extremadamente finos.	Dosificación de fibra de vidrio	Cantidad (%), Peso	Fichas técnicas. Hojas electrónicas.
Variable Dependiente Resistencia a la compresión del concreto	Concreto f'c=210 kg/cm2	Producto compuesto por agregado fino y grueso, cemento y agua, que en estado endurecido tiene la capacidad de resistir esfuerzos a axiales y de momento.	Resistencia a los 7, 14 y 28 días.	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Fichas de recolección de datos. Diagrama de Esfuerzo/Deformación. Tabla de resultados.
			Seca Plástica Fluida	Asentamiento o revenimiento (slump) del concreto fresco (pulg)	Fichas de recolección de datos. Tabla de resultados.

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Procedimientos de la investigación

3.3.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo de Investigación

La investigación es de tipo **aplicada – cuantitativa** porque tiene el objetivo de usar las instrucciones de la ingeniería para corregir los inconvenientes, el cual nos consiente inspeccionar los datos de manera numérica para la comparación de las características del concreto modelo frente al concreto con inclusión de fibra de vidrio en 1%, 3% y 5%.

Nivel de la investigación

Es de nivel **descriptivo – exploratorio** porque se analiza las características del concreto modelo y se profundiza comparándolo con el concreto incorporado con fibra de vidrio al 1%, 3% y 5% respecto al agregado del diseño de mezcla y del mismo modo la capacidad de resistencia a la compresión en estado endurecido.

3.3.2 Diseño de la investigación

Experimental, porque coexistirá la administración de variables, es decir, se interpreta lo que es. Además, sus componentes no se establecen por casualidad, esto indica que los grupos ya están formados con anterioridad consiguiendo una fuerza interna en la medida que se expone la equivalencia de los grupos y procesos que conllevan a validar o no la hipótesis.

3.3.3 Población y muestra

Población: está conformada por la variedad de tipologías de concreto que serán aprendidos a través de ensayos que establecerán sus características, en tal sentido se consideran testigos de concreto convencional y con inclusión de fibra de vidrio en 1%, 3% y 5% contemplando un total de 60 muestras.

Tabla 3

Perfil detallado de la población.

Edad del concreto para ensayos (días)	**7**	**14**	**28**
Concreto sin inclusión	5	5	5
Concreto con inclusión de 1% de fibra de vidrio	5	5	5
Concreto con inclusión de 3% de fibra de vidrio	5	5	5
Concreto con inclusión de 5% de fibra de vidrio	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

Según la norma NTP 339.183 especifica que:

> Se debe de tener como mínimo de 5 especímenes por cada dosificación del concreto para las edades de 7, 14 y 28 días de curado. Sin embargo, la norma ACI 318 es concisa y refiere que en caso de no realizar los ensayos a los 28 días de edad del concreto, debe especificarse en los planos el diseño de las mismas.

Muestra: es asignada por 4 variedades de concreto los cuales son: concreto patrón, concreto más inclusión de fibra de vidrio al 1%, al 3% y al 5%. Dicha muestra se ve limitada por la población de 60 especímenes y sus diferentes porcentajes de adición de fibra de vidrio respecto al volumen de agregados en su diseño.

3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, para establecer la atribución de la adición de fibra de vidrio sobre la resistencia del concreto f'c=210 kg/cm2. Así mismo se tomó en consideración los ensayos necesarios para determinar las propiedades de los materiales usados en la incorporación de la mezcla de concreto especialmente de sus propiedades físico mecánicas usando el método establecido por el ACI.

Luego de ejecutado los ensayos del concreto patrón y del concreto con adición de fibra de vidrio, se procede a analizar los resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días de curado y ensayado de probetas. La técnica de recolección de datos se basa en la observación directa y estricto monitoreo de los ensayos de laboratorio realizados. Se detallan en la siguiente tabla las técnicas y los instrumentos requeridos para llevar a cabo el estudio:

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Aplicación
Ensayo de Granulometría.	Fichas de recolección de datos.	A los agregados fino y grueso.
Ensayo del Slump.	Fichas de recolección de datos.	Al concreto en estado fresco.
Ensayo de compresión del concreto.	Fichas de recolección de datos y hojas electrónicas.	A especímenes del ensayo realizado.

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Técnicas de procesamiento de datos:

Los datos conseguidos de la ejecución de las metodologías e instrumentos serán procesados a través de los múltiples programas computarizados como Word y Excel, las cuales se examinarán y consignarán con la hipótesis planteada. La recopilación de datos determinará la atribución sobre la resistencia del concreto con inclusión de fibra de vidrio al diseño en cantidades de 1%, 3% y 5%, determinando las características de del material utilizado y sus propiedades físico mecánicos de los agregados y poder realizar las mezclas usando el método ACI.

Procedimientos para la recolección de datos:

1. Recopilación de información referente al tema de estudio.
2. Ensayos de laboratorio.
3. Procesamiento de información adquirida en laboratorio.
4. Análisis de los ensayos realizados
5. Procesamiento de los datos.

Descripción del procedimiento de recolección de datos:

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes materiales: agregado fino y grueso, provenientes de la cantera del río Huallaga en Tarapoto, provincia y región de San Martín; cemento portland tipo I, adquirido de Pacasmayo; y fibra de vidrio, que se trasladó desde Lima a Tarapoto y se cortó según las especificaciones requeridas. Se determinaron las propiedades físico mecánicas de los agregados y se realizaron los ensayos correspondientes al diseño de la mezcla, siguiendo las normas técnicas peruanas y las guías de laboratorio pertinentes. Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- Determinación del contenido de humedad de los agregados según la norma MTC 108/ASTM D2216 / NTP 339.127.
- Análisis del tamaño de partículas de los agregados fino y grueso según la norma N.T.P. 400.012.
- Medición de la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 en los agregados según la norma MTC E202 – ASTM C117 – NTP 400.018.
- Cálculo del peso unitario de los agregados según la norma MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017.

- Evaluación de la resistencia al desgaste por abrasión los ángeles de los agregados menores de 37.5 mm (1 ½") según la norma MTC E207 – ASTM C131 – NTP 400.019.
- Estimación de la gravedad específica y la absorción de agua del agregado fino según la norma MTC E 205 / ASTM C128 / NTP 400.022.
- Estimación de la gravedad específica y la absorción de agua del agregado grueso según la norma MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021.
- Diseño de la proporción óptima de los materiales para el concreto mediante el método ACI.
- Medición de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto según la norma MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034.

3.4 Materiales

En la presentada investigación se logró usar los siguientes equipos y materiales en la obtención y procesamiento de datos:

- Ficha técnicas y guías de laboratorio.
- Cemento Pacasmayo Tipo I
- Agua potable.
- Agregado fino.
- Agregado grueso.
- Fibra de vidrio.
- Regla metálica, balanza y probeta cilíndrica.
- Cono de Abrams y varilla de 5/8 lisa de 60 cm.
- Equipo de Compresión
- Laptop Lenovo
- Recurso humano (02 tesistas, 01 asesor).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Los cálculos realizados desde la adquisición de los materiales como son los agregados y el cemento se realizaron bajo el control de las normas sobre diseño de mezclas, asimismo estos parámetros están señalados por el comité ACI 211-1. El documento ordena que para elaborar concretos con f'c=210 kg/cm2 se debe emplear el factor de seguridad determinado (f'c + 84), en caso no se cuete con datos suficientes.

Asimismo, el concreto patrón presenta un slump de 3.70 pulg, siendo esta diseñado para 4 pulg, el cual nos da un indicativo de consistencia plástica la cual es óptima para su trabajabilidad.

Cabe la necesidad de recalcar que los cálculos deben de ceñirse a las normas y parámetros establecidos.

4.1.1. Diseño y proporciones de la mezcla de concreto

Luego de culminar el diseño acorde a la metodología empleada para diseño de mezclas, obtenemos la dosificación del concreto calculados en peso de los materiales necesarios para la realización de los especímenes cilíndricos de 6''x12'', para ser ensayados a compresión.

La adición de fibra de vidrio se llevó a cabo en porcentajes de 1%, 3% y 5 % respecto al peso de los materiales los cuales se detallarán en los cuadros siguientes:

Tabla 5

Diseño de mezcla final del concreto patrón (CP) de resistencia 210 kg/cm2.

Materiales	Pesos Secos (kg/m3)	% en peso
Cemento	370.00	16.51%
Agregado fino	794.00	35.44%
Agregado grueso	867.00	38.69%
Agua	209.60	9.35%
Total	2240.60	100.00%
Fibra de vidrio	0.00	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Diseño de mezcla final del concreto + fibra de vidrio al 1% (CE-01).

Materiales	Pesos Secos (kg/m3)	% en peso
Cemento	353.00	15.93%
Agregado fino	791.00	35.71%
Agregado grueso	865.00	39.05%
Agua	206.30	9.31%
Total	2215.30	100.00%
Fibra de vidrio	3.53	1.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Diseño de mezcla final del concreto + fibra de vidrio al 3% (CE-02).

Materiales	Pesos Secos (kg/m3)	% en peso
Cemento	340.00	15.49%
Agregado fino	787.00	35.86%
Agregado grueso	863.00	39.33%
Agua	204.50	9.32%
Total	2194.50	100.00%
Fibra de vidrio	10.20	3.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Diseño de mezcla final del concreto + fibra de vidrio al 5% (CE-03).

Materiales	Pesos Secos (kg/m3)	% en peso
Cemento	332.00	15.26%
Agregado fino	782.00	35.93%
Agregado grueso	860.00	39.52%
Agua	202.30	9.30%
Total	2176.30	100.00%
Fibra de vidrio	16.60	5.00%

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm2.

Los ensayos nos proporcionan datos el cual se detalla en las siguientes tablas en la que se muestra y refleja que, a mayor porcentaje de inclusión de fibra de vidrio en el diseño, se ve el aumento del aguante a la compresión, pero si seguimos aumentado la inclusión de fibra en el diseño, las características se ven afectados disminuyendo su calidad y propósito de un concreto estructural.

Resistencia a los 7 días. Concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).

Tabla 9

Ensayos a los 7 días – concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	7	0	176.87	24795.00	140.19	210.00	66.76		
2	7	0	178.13	24960.00	140.12	210.00	66.72		
3	7	0	178.22	24995.00	140.25	210.00	66.78	66.81	140.30
4	7	0	177.45	24990.00	140.83	210.00	67.06		
5	7	0	177.83	24915.00	140.11	210.00	66.72		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 7 días. Concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).

Tabla 10

Ensayo a los 7 días – concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	7	1	177.39	25520.00	143.86	210.00	68.51		
2	7	1	175.25	25215.00	143.88	210.00	68.51		
3	7	1	176.91	25345.00	143.26	210.00	68.22	68.40	143.65
4	7	1	177.98	25565.00	143.64	210.00	68.40		
5	7	1	177.65	25510.00	143.60	210.00	68.38		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 7 días. Concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).

Tabla 11

Ensayo a los 7 días – concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	7	3	177.10	27130.00	153.19	210.00	72.95		
2	7	3	176.35	26995.00	153.08	210.00	72.89		
3	7	3	176.15	27105.00	153.87	210.00	73.27	73.08	153.46
4	7	3	177.53	27270.00	153.61	210.00	73.15		
5	7	3	176.14	27050.00	153.57	210.00	73.13		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 7 días. Concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).

Tabla 12

Ensayo a los 7 días – concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	7	5	177.54	25850.00	145.60	210.00	69.33		
2	7	5	178.17	25835.00	145.00	210.00	69.05		
3	7	5	176.96	25795.00	145.77	210.00	69.41	69.25	145.42
4	7	5	176.57	25670.00	145.38	210.00	69.23		
5	7	5	177.39	25780.00	145.33	210.00	69.20		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 14 días. Concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP)

Tabla 13

Ensayo a los 14 días – concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	14	0	177.54	32250.00	181.65	210.00	86.50		
2	14	0	178.35	32335.00	181.30	210.00	86.33		
3	14	0	178.12	32250.00	181.06	210.00	86.22	86.22	181.07
4	14	0	177.95	32215.00	181.03	210.00	86.21		
5	14	0	178.74	32225.00	180.29	210.00	85.85		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 14 días. Concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).

Tabla 14

Ensayo a los 14 días – concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	14	1	177.32	32560.00	183.62	210.00	87.44		
2	14	1	175.65	32330.00	184.06	210.00	87.65		
3	14	1	176.95	32440.00	183.33	210.00	87.30	87.41	183.56
4	14	1	177.88	32615.00	183.35	210.00	87.31		
5	14	1	177.93	32635.00	183.41	210.00	87.34		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 14 días. Concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).

Tabla 15.

Ensayo a los 14 días – concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	14	3	177.12	34890.00	196.99	210.00	93.80		
2	14	3	176.25	34705.00	196.91	210.00	93.77		
3	14	3	176.65	34815.00	197.08	210.00	93.85	93.78	196.94
4	14	3	176.52	34750.00	196.86	210.00	93.74		
5	14	3	177.39	34920.00	196.85	210.00	93.74		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 14 días. Concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).

Tabla 16

Ensayo a los 14 días – concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	14	5	177.90	33650.00	189.15	210.00	90.07		
2	14	5	178.12	33720.00	189.31	210.00	90.15		
3	14	5	177.24	33625.00	189.71	210.00	90.34	90.28	189.60
4	14	5	175.59	33330.00	189.82	210.00	90.39		
5	14	5	176.35	33505.00	189.99	210.00	90.47		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días. Concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).

Tabla 17

Ensayo a los 28 días – concreto sin inclusión de fibra de vidrio (CP).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	28	0	177.69	38010.00	213.91	210.00	101.86		
2	28	0	179.12	38020.00	212.26	210.00	101.08		
3	28	0	178.63	38160.00	213.63	210.00	101.73	101.54	213.23
4	28	0	178.24	38090.00	213.70	210.00	101.76		
5	28	0	179.17	38100.00	212.65	210.00	101.26		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días. Concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).

Tabla 18

Ensayo a los 28 días – concreto + 1% de fibra de vidrio (CE-01).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	28	1	177.89	38150.00	214.46	210.00	102.12		
2	28	1	175.58	38035.00	216.62	210.00	103.15		
3	28	1	176.81	38175.00	215.91	210.00	102.81	102.51	215.26
4	28	1	178.42	38125.00	213.68	210.00	101.75		
5	28	1	177.11	38190.00	215.63	210.00	102.68		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días. Concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).

Tabla 19

Ensayo a los 28 días – concreto + 3% de fibra de vidrio (CE-02).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	28	3	176.45	40590.00	230.04	210.00	109.54		
2	28	3	175.96	40520.00	230.28	210.00	109.66		
3	28	3	175.89	40535.00	230.46	210.00	109.74	109.44	229.81
4	28	3	176.57	40600.00	229.94	210.00	109.49		
5	28	3	177.59	40555.00	228.36	210.00	108.74		

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días. Concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).

Tabla 20

Ensayo a los 28 días – concreto + 5% de fibra de vidrio (CE-03).

N°	Edad (días)	%Fibra de Vidrio	Area (cm2)	kg-f	Resistencia		%Resist.	%Prom. Resist.	Prom. (kg/cm2)
					Rotura (kg/cm2)	Diseño (kg/cm2)			
1	28	5	177.96	38880.00	218.48	210.00	104.04		
2	28	5	178.28	38840.00	217.86	210.00	103.74		
3	28	5	177.63	38810.00	218.49	210.00	104.04	104.41	219.26
4	28	5	175.99	38890.00	220.98	210.00	105.23		
5	28	5	176.31	38875.00	220.49	210.00	105.00		

Fuente: Elaboración propia

Evolución de la resistencia a la compresión del f'c=210kg/cm2.

Se aprecia el progreso de la resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días de acuerdo al método utilizado teniendo como resultado el siguiente cuadro:

Tabla 21

Resultados de compresión del concreto según su inclusión.

Descripción	%Fibra de Vidrio	Edad (días)	Resistencia Promedio
CP	0	7	140.30
CP	0	14	181.07
CP	0	28	213.23
CE-01	1	7	143.65
CE-01	1	14	183.56
CE-01	1	28	215.26
CE-02	3	7	153.46
CE-02	3	14	196.94
CE-02	3	28	229.81
CE-03	5	7	145.42
CE-03	5	14	189.60
CE-03	5	28	219.26

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura podemos apreciar la resistencia del concreto respecto de la edad de 7, 14 y 28 días.

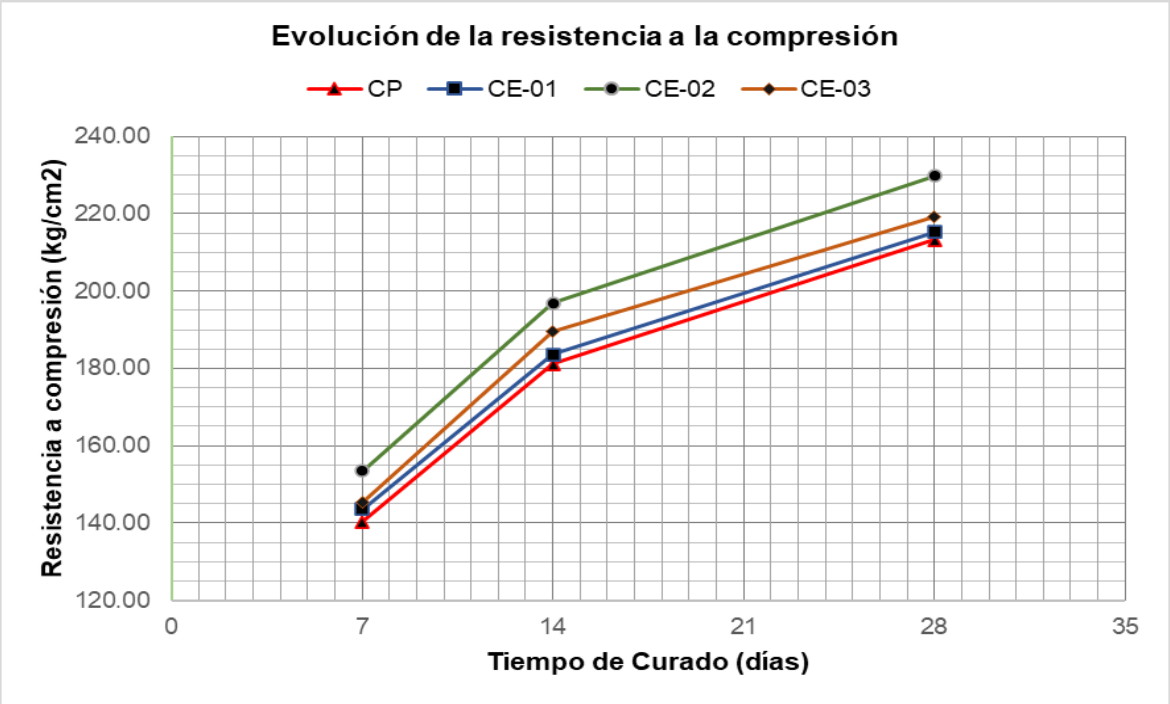


Figura 2. Evolución de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

De acuerdo con los resultados y datos de la Figura 2, el concreto modelo (CP) logra obtener una resistencia a la compresión de 214.93 kg/cm2 a los 28 días de edad. Los resultados de las probetas con fibras de vidrio en proporciones de 1%, 3% y 5% en relación a los materiales, los ensayos muestran que en todos los casos el concreto con inclusión es mas resistente que el concreto modelo sin excepción alguna.

Resistencia a la compresión: CP & CE-01

De acuerdo con la siguiente figura se observa que:

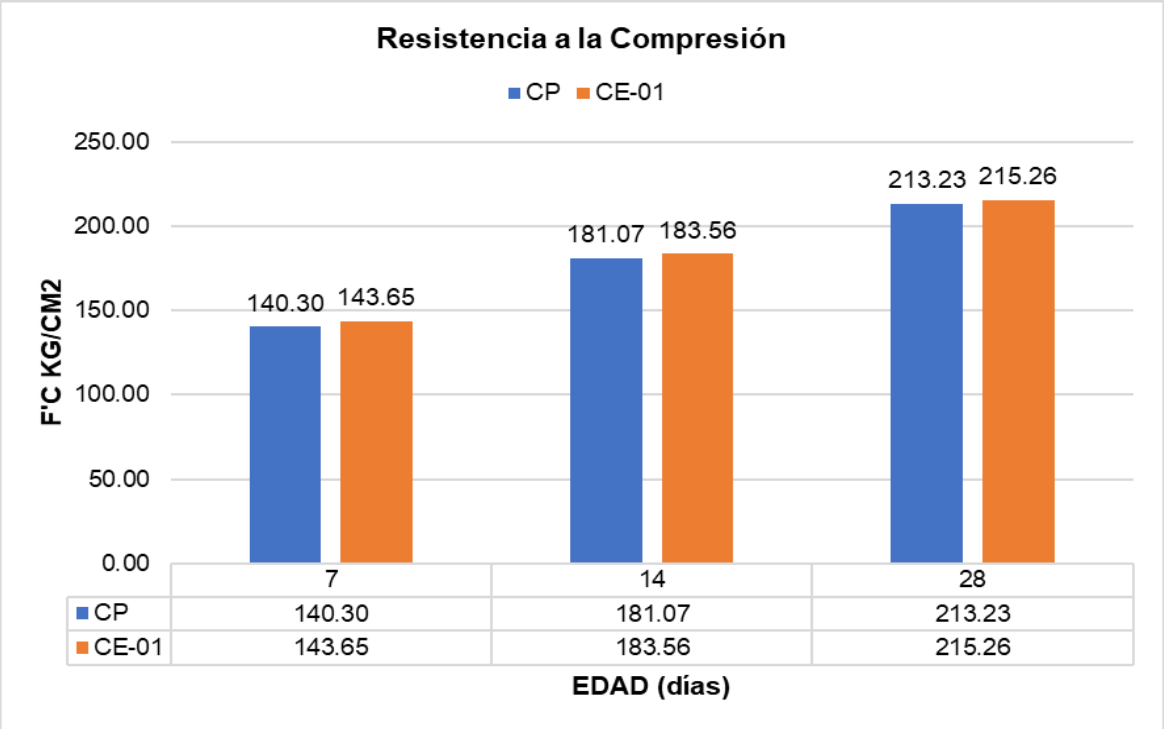


Figura 3. Resultados de ensayos a los 7, 14 y 28 días del concreto con inclusión de fibra al 1%.

De la figura 3 se puede entender que la adición en 1% de fibra de vidrio al concreto ha resultado en una pequeña mejora en su resistencia. Los resultados de las pruebas revelan que, después de 7, 14 y 28 días de curado de los testigos, el concreto modificado con fibra de vidrio ha demostrado ser relativamente más resistente que el concreto patrón utilizado como control. La resistencia alcanzada por el concreto incorporado con fibra de vidrio viene a ser 143.65 kg/cm2, 183.56 kg/cm2 y 215.26 kg/cm2 los que resultan ser mayores al esfuerzo alcanzado por el concreto patrón que viene a ser 140.30 kg/cm2, 181.07 kg/cm2 y 213.23 kg/cm2 que relativamente son similares en esfuerzos alcanzados.

En síntesis, se observó un aumento de resistencia del 2.39%, 1.37% y 0.95%, respectivamente. Por tanto, se puede concluir que la adición de fibra de vidrio ha mejorado la resistencia del concreto en una cantidad poco apreciable.

Resistencia a la compresión: CP & CE-02

De acuerdo con la siguiente figura se observa que:

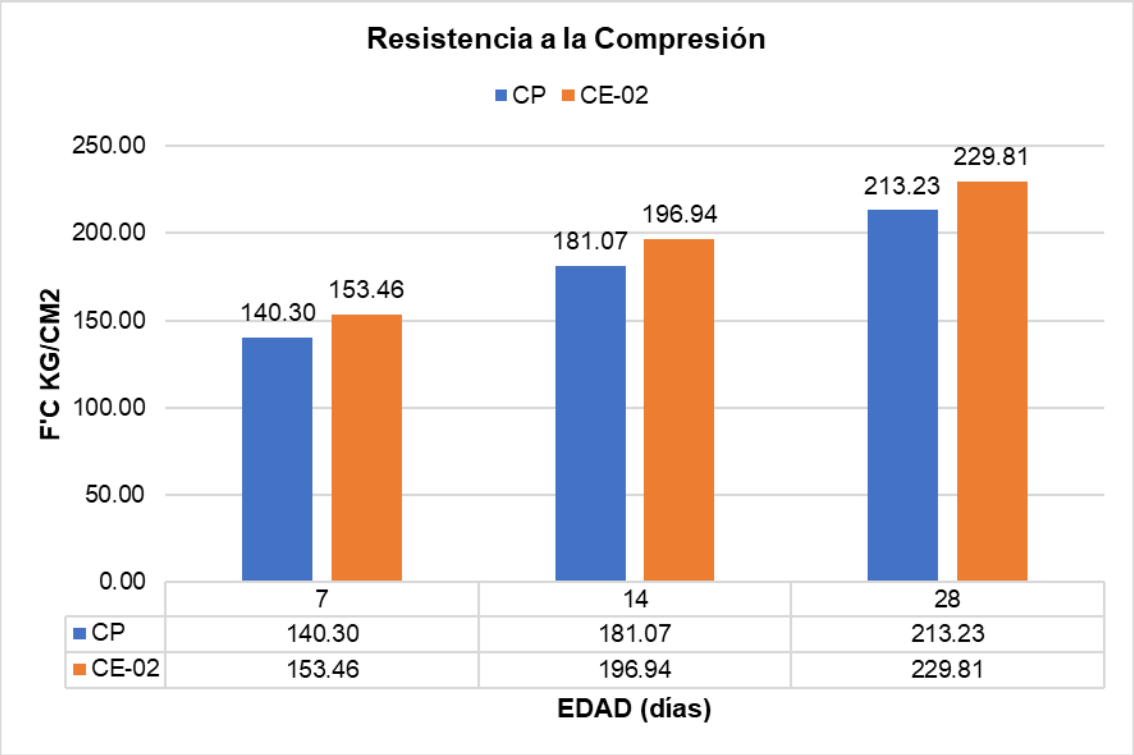


Figura 4. Resultados de ensayos a los 7, 14 y 28 días del concreto con inclusión de fibra al 3%.

De la figura 4 se puede entender que la adición en 3% de fibra de vidrio al concreto ha resultado en una notable mejora en su resistencia. Los resultados de las pruebas revelan que, después de 7, 14 y 28 días de curado de los testigos, el concreto modificado con fibra de vidrio ha demostrado ser significativamente más resistente que el concreto patrón utilizado como control. La resistencia alcanzada por el concreto incorporado con fibra de vidrio viene a ser 153.46 kg/cm2, 196.94 kg/cm2 y 229.81 kg/cm2 los que resultan ser significativamente mayores al esfuerzo alcanzado por el concreto patrón que viene a ser 140.30 kg/cm2, 181.07 kg/cm2 y 213.23 kg/cm2.

En síntesis, se observó un aumento de resistencia del 9.38%, 8.77% y 7.78%, respectivamente. Por tanto, se puede concluir que la adición de fibra de vidrio ha mejorado la resistencia del concreto en una cantidad significativa.

Resistencia a la compresión: CP & CE-03

De acuerdo con la siguiente figura se observa que:

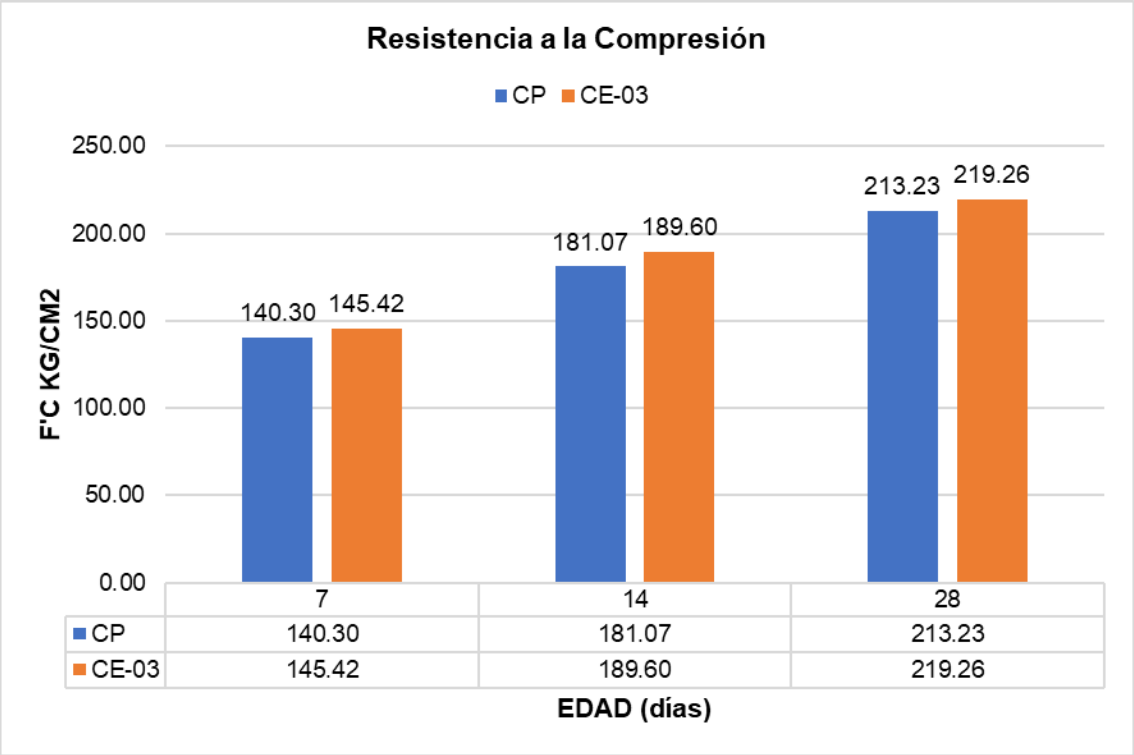


Figura 5. Resultados de ensayos a los 7, 14 y 28 días del concreto con inclusión de fibra al 5%.

De la figura 5 se puede entender que la adición en 5% de fibra de vidrio al concreto ha resultado en una notable mejora en su resistencia. Los resultados de las pruebas revelan que, después de 7, 14 y 28 días de curado de los testigos, el concreto modificado con fibra de vidrio ha demostrado ser significativamente más resistente que el concreto patrón utilizado como control. La resistencia alcanzada por el concreto incorporado con fibra de vidrio viene a ser 145.42 kg/cm2, 189.60 kg/cm2 y 219.26 kg/cm2 los que resultan ser mayores al esfuerzo alcanzado por el concreto patrón que viene a ser 140.30 kg/cm2, 181.07 kg/cm2 y 213.23 kg/cm2.

En síntesis, se observó un aumento de resistencia del 3.65%, 4.71% y 2.83%, respectivamente. Por tanto, se puede concluir que la adición de fibra de vidrio ha mejorado la resistencia del concreto en una cantidad significativa.

4.1.3. Comparación del Slump del concreto

El diseño de la mezcla al ser incorporada con fibra de vidrio en los porcentajes de estudio determinados, datan una significativa variación sobre la consistencia del material en estado fresco el cual se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 22

Control del Slump en laboratorio.

Descripción	%Fibra de Vidrio	Asentamiento Promedio Slump (pulg)	Trabajabilidad
Concreto Patrón (CP)	0%	3.70	Trabajable
Concreto Experimetnal (CE-01)	1%	3.30	Trabajable
Concreto Experimetnal (CE-02)	3%	2.70	Poco Trabajable
Concreto Experimetnal (CE-03)	5%	2.10	Poco Trabajable

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura podemos apreciar el asentamiento respecto al porcentaje de fibra de vidrio adicionado en el diseño de la mezcla:

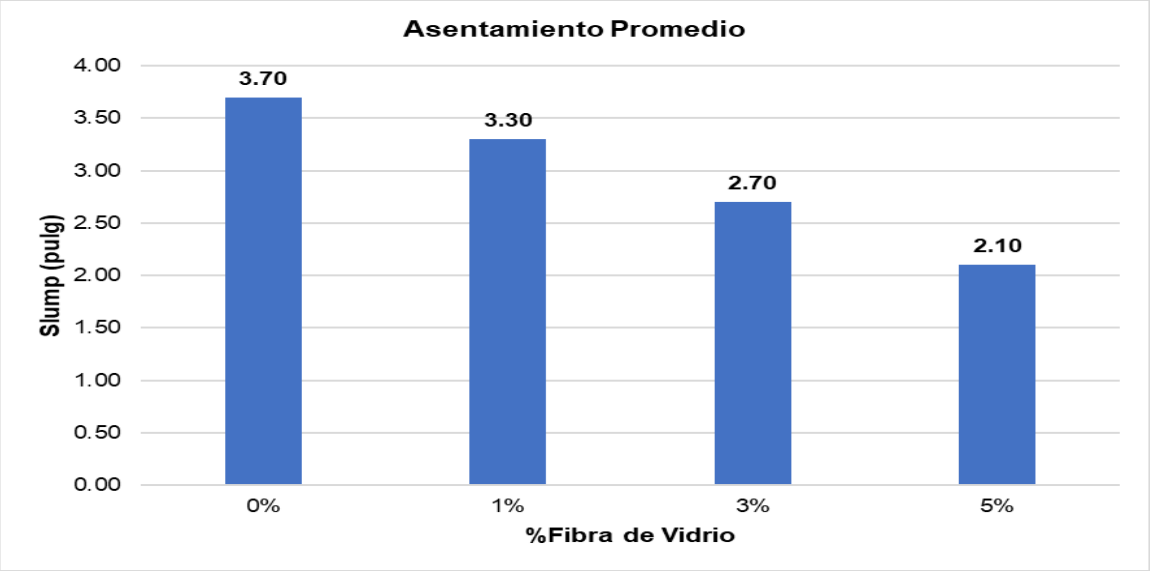


Figura 6. Efecto del % de fibra de vidrio en el asentamiento de las mezclas del concreto.

4.1.4. Análisis de costos

Para el cálculo del costo por metro cúbico de material se ha visto conveniente metrar un elemento estructural de una vivienda, en este caso una columna para la cual tenemos que:

a) Las columnas se predimensionan según Morales (2006) con la siguiente expresión:

$$bD = \frac{P}{nf'c}$$

De la fórmula tenemos:

D : medida del elemento en el sentido del análisis sísmico.

b : medida del elemento en el sentido no sísmico.

P : carga se servicio soportada por el elemento.

n : valor dado por el RNE de acuerdo al tipo de columna.

f'c: capacidad del concreto de resistir compresión simple.

b) De acuerdo al área de carga (área tributaria) y de la ubicación de la columna tenemos un elemento tipo C2, de 2.5 m de elevación y que soporta sobre él un área de 20m2 y según las normas este elemento soporta 1000 kg/m2 y presenta un total de 10 niveles.

c) Determinamos la carga de servicio P que resulta ser 1.25 veces la carga por gravedad y un valor de n = 0.25.

$$P = \frac{1000kg}{m^2} * 20m^2 = 20000kg$$

Remplazando datos para un concreto patrón de f'c=213.23 kg/cm2:

$$bD = \frac{1.25 * 20000 * 10}{0.25 * 213.23} = 4502.180\ cm2$$

Remplazando datos para un concreto con 3% de fibra de vidrio y f´c=229.81 kg/cm2

$$bD = \frac{1.25 * 20000 * 10}{0.25 * 229.81} = 4177.364\ cm2$$

d) Determinamos el volumen de concreto para ambos casos:

Volumen para el concreto patrón:

$$V_1 = 4502.180cm^2 * 2.5m = 1.125m^3$$

Volumen para el concreto añadido con 3% fibra de vidrio:

$$V_2 = 4177.364cm^2 * 2.5m = 1.044m^3$$

De tal manera que representamos el consto de materiales en las siguientes tablas:

Tabla 23

Inversión en producción del concreto patrón.

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial
Cemento	Bol.	8.706	28	243.77
Agregado fino	m3	0.329	70	23.03
Agregado grueso	m3	0.328	100	32.80
Agua efectiva	m3	0.21	5	1.05
Fibra de vidrio	kg	0	15.5	0.00
	Costo unitario para 1 m3			300.65
	Volumen de concreto m3			1.125
	COSTO TOTAL			**338.23**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Inversión en producción del concreto con inclusión de 3% de fibra de vidrio.

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial
Cemento	Bol.	8	28	224.00
Agregado fino	m3	0.329	70	23.03
Agregado grueso	m3	0.328	100	32.80
Agua efectiva	m3	0.205	5	1.03
Fibra de vidrio	kg	10.2	15.5	158.10
	Costo unitario para 1 m3			438.96
	Volumen de concreto m3			1.044
	COSTO TOTAL			**458.27**

Fuente: Elaboración propia

De las comparativas al momento de realizar el análisis se puede apreciar que un concreto normal es mucho más económico frente al concreto con adición de fibra de vidrio al 3%; sin embargo, las características de un concreto incorporado con fibra es notablemente mayor al de un concreto normal. En tal sentido, el concreto con inclusión de fibra de vidrio es aumentar los costos de producción de dicho material en un 46% por encima del costo normal de producción de concretos.

4.1.5. Estudios estadísticos

Estudios estadísticos: Concreto Patrón (CP).

Tabla 25

Estudios estadístico del CP (28 días).

Muestra	X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})2$
CP	213.91	0.68	0.46
CP	212.26	-0.97	0.94
CP	213.63	0.40	0.16
CP	213.70	0.47	0.22
CP	212.65	-0.58	0.34
CP	213.91	0.68	0.46

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 25 calculamos la desviación estándar y el coeficiente de variación, teniendo como datos n = 5; ΣX = 1066.15; $\bar{X}$ = 213.23; Σ $(X-\bar{X})^2$ = 2.12:

σ = 0.65 Excelente ya que σ < 14.00

v = 0.31% Excelente ya que v < 2%

Estudios estadísticos: Concreto Experimental CE-01 (1% de fibra de vidrio).

Tabla 26

Estudios Estadísticos del CE-01 (28 días).

Muestra	X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})2$
CE - 01	214.46	-0.80	0.64
CE - 01	216.62	1.36	1.86
CE - 01	215.91	0.65	0.42
CE - 01	213.68	-1.58	2.49
CE - 01	215.63	0.37	0.14

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 26 calculamos la desviación estándar y el coeficiente de variación, teniendo como datos n = 5; ΣX = 1076.30; $\bar{X}$ = 215.26; Σ $(X-\bar{X})^2$ = 5.56:

σ = 1.05 Excelente ya que σ < 14.00

v = 0.49% Excelente ya que v < 2%

Estudios estadísticos: Concreto Experimental CE-02 (3% de fibra de vidrio).

Tabla 27

Estudios estadísticos del CE-02 (28 días).

Muestra	X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})2$
CE - 02	230.04	0.23	0.05
CE - 02	230.28	0.47	0.22
CE - 02	230.46	0.65	0.42
CE - 02	229.94	0.13	0.02
CE - 02	228.36	-1.45	2.09

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 27 calculamos la desviación estándar y el coeficiente de variación, teniendo como datos n = 5; ΣX = 1149.07; $\bar{X}$ = 229.81; Σ $(X-\bar{X})^2$ = 2.80:

σ = 0.75 Excelente ya que σ < 14.00

v = 0.33% Excelente ya que v < 2%

Estudios estadísticos: Concreto Experimental CE-03 (5% de fibra de vidrio).

Tabla 28

Estudios estadísticos del CE-03 (28 días).

Muestra	X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})2$
CE - 03	218.48	-0.78	0.61
CE - 03	217.86	-1.40	1.96
CE - 03	218.49	-0.77	0.60
CE - 03	220.98	1.72	2.95
CE - 03	220.49	1.23	1.52

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28 calculamos la desviación estándar y el coeficiente de variación, teniendo como datos n = 5; ΣX = 1096.29; $\bar{X}$ = 219.26; Σ $(X-\bar{X})^2$ = 7.64:

σ = 1.24 Excelente ya que σ < 14.00

v = 0.56% Excelente ya que v < 2%

4.1.6. Prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis: Concreto Patrón (CP) & Concreto Experimental (CE-01)

a) Parámetros de utilidad

Tabla 29

Características del CP & CE-01 (28 días).

Características	Concreto Patrón (CP)	Concreto Experimental (CE-01)
% de Fibra de Vidrio	0%	1%
Numero de muestras	5	5
Media	213.23	215.26
Desviación estándar	0.65	1.05

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

Hipótesis Nula : H0: u2 ≤ u1

Hipótesis Alternativa : H1: u2 > u1

c) Nivel de Significancia

Para todos los casos se considerará una significancia de α = 0.05, y un grado de libertad de (5)+(5-2) = 8 (n1+n2-2); asimismo se tiene de la tabla estadística t = 1.746. Con dichos datos se propone:

Ho: u2≤ u1 si t > tp → Rechazar hipótesis.

H1: u2> u1 → Aceptar hipótesis.

d) Estadístico de Prueba t-student

$$S_p = \sqrt{\frac{(n1-1){\sigma_1}^2 + (n2-1){\sigma_2}^2}{n1+n2-2}} \qquad t_p = \frac{u2-u1}{s_p\sqrt{(\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2})}}$$

Sp = 1.39 tp = 4.84

e) Conclusión

“Se rechaza”

A razón de t ≤ tp (1.39 ≤ 4.84), la adición en 1% de fibra de vidrio concluye en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

Prueba de hipótesis: Concreto Patrón (CP) & Concreto Experimental (CE-02)

a) Parámetros de interés

Tabla 30

Características del CP & CE-02 (28 días).

Características	Concreto Patrón (CP)	Concreto Experimental (CE-02)
% de Fibra de Vidrio	0%	3%
Numero de muestras	5	5
Media	213.23	229.81
Desviación estándar	0.65	0.75

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

Hipótesis Nula : H0: u2 ≤ u1

Hipótesis Alternativa : H1: u2 > u1

c) Nivel de Significancia

Para todos los casos se considerará una significancia de α = 0.05, y un grado de libertad de (5)+(5-2) = 8 (n1+n2-2); asimismo se tiene de la tabla estadística t = 1.746. Con dichos datos se propone:

Ho: u2≤ u1 si t > tp → Rechazar hipótesis.

H1: u2> u1 → Aceptar hipótesis.

d) Estadístico de Prueba t-student

$$S_p = \sqrt{\frac{(n1-1){\sigma_1}^2 + (n2-1){\sigma_2}^2}{n1+n2-2}} \qquad t_p = \frac{u2-u1}{s_p\sqrt{(\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2})}}$$

Sp = 1.74 tp = 1.68

e) Conclusión

“Se acepta”

A razón de t > tp (1.74 > 1.68), la adición en 3% de fibra de vidrio concluye en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

Prueba de hipótesis: Concreto Patrón (CP) & Concreto Experimental (CE-03)

a) Parámetros de interés

Tabla 31

Características del CP & CE-03 (28 días).

Características	Concreto Patrón (CP)	Concreto Experimental (CE-03)
% de Fibra de Vidrio	0%	5%
Numero de muestras	5	5
Media	213.23	219.26
Desviación estándar	0.65	1.24

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

Hipótesis Nula : H0: u2 ≤ u1

Hipótesis Alternativa : H1: u2 > u1

c) Nivel de Significancia

Para todos los casos se considerará una significancia de α = 0.05, y un grado de libertad de (5)+(5-2) = 8 (n1+n2-2); asimismo se tiene de la tabla estadística t = 1.746. Con dichos datos se propone:

Ho: u2≤ u1 si t > tp → Rechazar hipótesis.

H1: u2> u1 → Aceptar hipótesis.

d) Estadístico de Prueba t-student

$$S_p = \sqrt{\frac{(n1-1){\sigma_1}^2 + (n2-1){\sigma_2}^2}{n1+n2-2}} \qquad t_p = \frac{u2-u1}{s_p\sqrt{(\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2})}}$$

Sp = 1.38 tp = 0.92

e) Conclusión

“Se acepta”

A razón de t > tp (1.38 > 0.92), la adición en 5% de fibra de vidrio concluye en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

4.2 Discusión de resultados

4.2.1. Efecto del % de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto

Como se muestra en la figura 2, la resistencia a la compresión del concreto se eleva al añadir fibra de vidrio en proporciones de 1%, 3% y 5%, con incrementos de 0.95%, 7.78% y 2.83% respectivamente. Se aprecia que la resistencia a la compresión es mayor cuando el porcentaje de fibra de vidrio es más alto.

4.2.2. Efecto del % de fibra de vidrio en el Slump.

La adición de fibras de vidrio influye en la consistencia del concreto, según el resultado. El concreto Patrón tuvo un asentamiento de 3.70”, que se redujo a 3.40”, 2.80” y 2.20” con 1%, 3% y 5% fibra de vidrio correspondientemente. Esto repercute en la trabajabilidad del material, que se vuelve más difícil de manejar con más fibra de vidrio.

4.2.3. Costo de producción del concreto normal y concreto adicionado al 3% de fibra de vidrio.

La inversión en producción unitaria del concreto para 1m3 es S/.300.65 sin fibra de vidrio y S/.438.96 con 3% fibra de vidrio, según se observa. Esto significa que el concreto con fibra de vidrio cuesta un 46% más que el concreto normal, lo que equivale a un 146%. Por lo tanto, la hipótesis de costo-beneficio de un concreto se rechaza al aumentar el costo del concreto de manera significativa.

CONCLUSIONES

1. Se logró mejorar la resistencia del concreto patrón f'c=210 kg/cm2, teniendo un diseño de concreto más la inclusión de fibra de vidrio al 3% el cual tiene una resistencia de f'c=229.81 kg/cm2 que representa un 7.78% mayor al del concreto patrón.

2. Se realizó el diseño del concreto patrón llegando a la resistencia de f'c=213.23 kg/cm2, el cual tiene las siguientes proporciones:

Cemento	: 8.706 bolsas
Agregado Fino	: 0.329 m3
Agregado Grueso	: 0.328 m3
Agua	: 209.60 Lt.

3. Se diseñaron mezclas de concreto normal con una resistencia característica de 210 Kg/cm2 y mezclas de concreto reforzado con fibra de vidrio en proporciones de 1 %, 3 % y 5 %.

4. La incorporación de 1 %, 3 % y 5 % de fibra de vidrio en el concreto normal aumenta la resistencia a la compresión en 0.95%, 7.78% y 2.83% respectivamente, por lo tanto, la inclusión de dicho material hace que la resistencia a la compresión aumenta.

5. La inclusión de 3 % fibra de vidrio en el concreto normal f´c 210 kg/cm2 aumenta la inversión de producción en 46% respecto al concreto patrón siendo no favorable para la relación de costo-beneficio en el uso de este material.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que es imprescindible utilizar los agregados del rio Huallaga como piedra chancada teniendo en cuenta que sus propiedades físicas y mecánicas son las adecuadas solicitadas por el reglamento y tienen una dureza y gradación apropiada para un diseño de mezcla.

Se recomienda la inclusión del 3% de fibra de vidrio en relación al peso de los materiales del concreto ya que este aumente significativamente la resistencia del concreto, pero cabe recalcar que su costo de producción es elevado lo cual le limita su uso a razones específicas del consumidor.

La presente investigación será de mucha ayuda para continuar con otros estudios con más o menos porcentaje de fibra de vidrio por parte de los estudiantes en sus investigaciones sobre diseños de concreto con adición de materiales compuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah M. y Jallo E. (2011). “Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete”. Department of Civil Engineering. University of Mosul.

Abanto Castillo, F. (1995). Tecnología del concreto, Perú: Universidad Mayor de San Marcos.

Castiblanco C. D. y Carrero L. A. (2015). “Estudio Teórico y Experimental del Comportamiento del Hormigón con Materiales no Convencionales: Fibras de vidrio y Fibras de carbono, Sometido a Esfuerzos de Compresión”. Universidad Católica de Colombia. Bogotá.

Gowri R. Angeline M. (2013). “Effect of glass wool fibres on mechanical properties of concrete”. Department of Civil Engineering. India.

Isidro Perca, G. (2017). Influencia de las Fibras de Polipropileno en las propiedades del concreto f´c 210kg/cm2. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Millán M. (2013). Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De Polipropileno Y Su Influencia En Sus Propiedades Mecánicas En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua. Tesis de Grado. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.

Montejo Fonseca A., Montejo Piratova F. y Montejo Piratova A. (2013). Tecnología y patología del concreto armado, Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Morales Morales, R. (2006). Diseño en Concreto Armado. Lima, Perú. Instituto de la Construcción y Gerencia.

Muñoz C. J. 2007. Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibra de vidrio. Tesis de grado. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

Pasquel Carbajal E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto. Lima, Perú.

Olivares S., Galán C. y Roa J. (2003). “Los composites: características y aplicaciones en la edificación”. Informes de la Construcción, vol. 54, nº 484.

Rivva, E. (2014). Diseño de Mezclas (Segunda Edición). Lima.

Salinas Seminario, M. (2015). Elaboración de Expedientes Técnicos. Lima, Perú. Instituto de la Construcción y Gerencia.

Universidad de Alcalá, Departamento de Ecología. (2005). Método de análisis de datos. Obtenido de Universidad de Córdova:

Zapata Sierra J. A y Arango Córdoba S. (2013). “Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto”. Universidad EAFIT, Colombia.

ANEXOS

Anexo 1: Panel Fotográfico

Figura 7. Ensayo de Granulometría.

Figura 8. Ensayo de Peso específico de los agregados.

Figura 9. Ensayo de compresión de especímenes de concreto a los 7 días de edad.

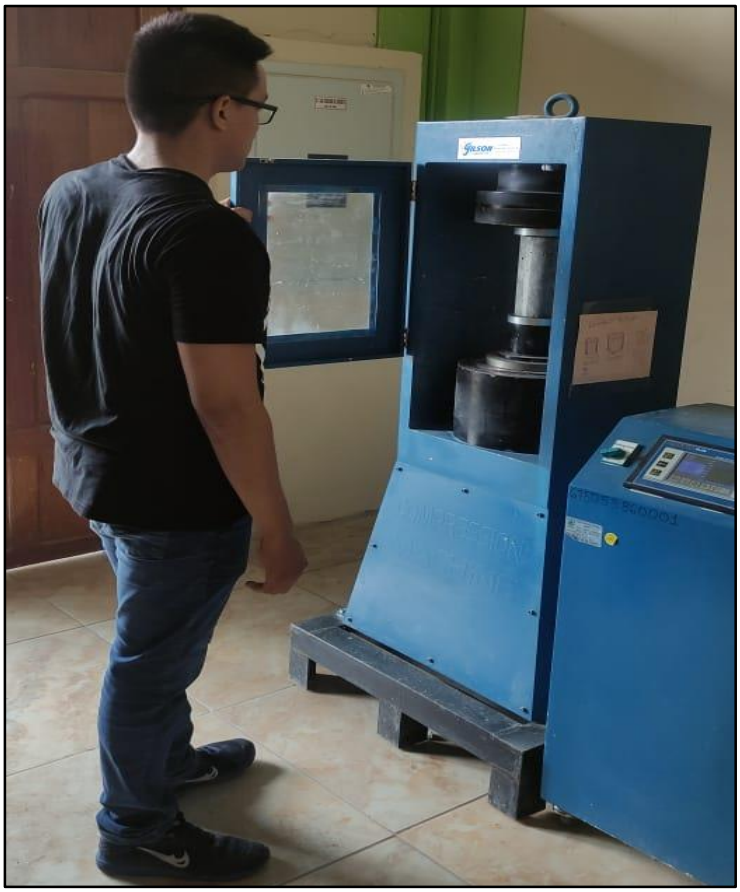


Figura 10. Ensayo de compresión de especímenes de concreto a los 28 días de edad.

Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional

por Dany Junior Pinedo Tananta / Jhordy André Torres Romero

Fecha de entrega: 08-may-2023 09:43a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2087609251
Nombre del archivo: 0._TESIS_DANY_JUNIOR_y_JHORDY_ANDRE_V1_1.docx (2.69M)
Total de palabras: 15961
Total de caracteres: 81457

Diseño de un concreto 210 Kg/cm2 con piedra chancada e inclusión de fibra de vidrio y su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	25%	4%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%