



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“Impacto en la Trabajabilidad y Resistencia a la Compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2024”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autores:**

Greys Darleni Diaz Campos  
Dayana Stefhany Montoya Ccopa

Asesor:

Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez  
<https://orcid.org/0000-0001-8198-2250>

Trujillo - Perú

2024

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>NIXON BRAYAN PECHE MELO</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>ALBERTO RUBEN VASQUEZ DIAZ</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ</b>
	Nombre y Apellidos

## INFORME DE SIMILITUD




### 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 13 palabras)

#### Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

Dedicamos este estudio a nuestros padres que sin el apoyo económico y moral no se hubiese podido lograr esta meta de formación de nuestra carrera profesional, pro brindarnos conocimientos y valores desde pequeñas, que hoy en día ponemos en práctica. Y a nosotras mismas por el esfuerzo y la dedicación puesta en este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos principalmente a Dios por saber darnos la fortaleza en guiar nuestras ideas para realizar este estudio y a nuestros padres por darnos siempre su apoyo incondicional en el cumplimiento de una de nuestras metas en este camino del éxito profesional; también a nuestros docentes de la universidad, en especial a nuestra asesora de Tesis la Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez por guiarnos con paciencia y brindar sus grandes conocimientos con respecto a nuestro tema de estudio tratado.

## INDICE

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
<b>1.4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO II. MÉTODO.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Influencia de algunos factores en la trabajabilidad y resistencia del hormigón</i>	<b>21</b>
<b>Tabla 2</b>	<i>Consistencia de mezcla de concreto</i>	<b>23</b>
<b>Tabla 3</b>	<i>Valor Crítico Z para el nivel de confianza deseado</i>	<b>28</b>
<b>Tabla 4</b>	<i>Probabilidades acumuladas en la distribución normal estándar</i>	<b>28</b>
<b>Tabla 5</b>	<i>Población muestral y porcentajes de la variable independiente de estudio</i>	<b>29</b>
<b>Tabla 6</b>	<i>Normas para la caracterización de agregado grueso y fino</i>	<b>32</b>
<b>Tabla 7</b>	<i>Contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado</i>	<b>34</b>
<b>Tabla 8</b>	<i>Cálculo del agua de mezcla y el contenido de aire</i>	<b>34</b>
<b>Tabla 9</b>	<i>Resistencia promedio (<math>f'_{cr}</math>) cuando se conoce la desviación estándar "s"</i>	<b>35</b>
<b>Tabla 10</b>	<i>Resistencia promedio (<math>f'_{cr}</math>) cuando no existe data histórica para calcular "s"</i>	<b>35</b>
<b>Tabla 11</b>	<i>Relación agua/cemento</i>	<b>35</b>
<b>Tabla 12</b>	<i>Estimación del contenido de agregado grueso</i>	<b>36</b>
<b>Tabla 13</b>	<i>Estimación del contenido de agregado fino</i>	<b>37</b>
<b>Tabla 14</b>	<i>Caracterización de los materiales</i>	<b>40</b>
<b>Tabla 15</b>	<i>Caracterización de la Fibra de vidrio</i>	<b>41</b>
<b>Tabla 16</b>	<i>Caracterización del Acero reciclado</i>	<b>41</b>
<b>Tabla 17</b>	<i>Determinación de cantidades para los materiales para 1 Tanda</i>	<b>42</b>
<b>Tabla 18</b>	<i>Determinación de cantidades de fibras de vidrio y acero reciclado</i>	<b>42</b>
<b>Tabla 19</b>	<i>Cantidad de probetas elaboradas</i>	<b>43</b>
<b>Tabla 20</b>	<i>Asentamiento del concreto patrón</i>	<b>44</b>
<b>Tabla 21</b>	<i>Asentamiento del concreto añadido con fibra de vidrio</i>	<b>44</b>
<b>Tabla 22</b>	<i>Asentamiento del concreto añadido con acero reciclado</i>	<b>44</b>
<b>Tabla 23</b>	<i>Comparación de los asentamientos del concreto patrón con el concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado</i>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Diagrama de flujo de investigación.....</i>	<b>38</b>
<b>Figura 2</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con fibra de vidrio – edad 14 días.....</i>	<b>46</b>
<b>Figura 3</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado – edad 14 días .....</i>	<b>46</b>
<b>Figura 4</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio – edad 14 días.....</i>	<b>47</b>
<b>Figura 5</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con fibra de vidrio – edad 28 días.....</i>	<b>48</b>
<b>Figura 6</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado – edad 28 días .....</i>	<b>48</b>
<b>Figura 7</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio – edad 28 días.....</i>	<b>49</b>
<b>Figura 8</b>	<i>Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio – edad 14 y 28 días.....</i>	<b>50</b>
<b>Figura 9</b>	<i>Ensayo de Granulometría del agregado fino y grueso respectivamente.</i>	<b>84</b>
<b>Figura 10</b>	<i>Ensayo de Gravedad Específica de agregado fino y grueso respectivamente. ....</i>	<b>85</b>
<b>Figura 11</b>	<i>Proceso de elaboración del concreto patrón, concreto añadido con fibra de vidrio y concreto añadido con acero reciclado. ....</i>	<b>86</b>
<b>Figura 12</b>	<i>Ensayo de Slump de concreto patrón, concreto añadido con acero reciclado y concreto añadido con fibra de vidrio, respectivamente. ....</i>	<b>87</b>
<b>Figura 13</b>	<i>Elaboración de testigos para las pruebas de resistencia a la compresión. ....</i>	<b>88</b>
<b>Figura 14</b>	<i>Testigos de concreto patrón.....</i>	<b>89</b>
<b>Figura 15</b>	<i>Testigos de concreto añadido con fibra de vidrio al 0.3%, 0.6% y 0.9%. ....</i>	<b>89</b>
<b>Figura 16</b>	<i>Testigos de concreto añadido con acero reciclado al 0.3%, 0.6% y 0.9%. ....</i>	<b>90</b>
<b>Figura 17</b>	<i>Prueba de resistencia a la compresión de 14 días de concreto patrón. ..</i>	<b>90</b>
<b>Figura 18</b>	<i>Prueba de resistencia a la compresión de 14 días de concreto añadido con fibra de vidrio al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente. ....</i>	<b>91</b>
<b>Figura 19</b>	<i>Prueba de resistencia a la compresión de 14 días de concreto añadido</i>	

*con acero reciclado al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente. ....92*

**Figura 20** *Prueba de resistencia a la compresión de 28 días de concreto patrón. ..93*

**Figura 21** *Prueba de resistencia a la compresión de 28 días de concreto añadido  
con fibra de vidrio al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente. ....94*

**Figura 22** *Prueba de resistencia a la compresión de 28 días de concreto añadido  
con acero reciclado al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente. ....95*

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N° 1.</b> Matriz de consistencia .....	<b>64</b>
<b>ANEXO N° 2.</b> Matriz de operacionalización de variables.....	<b>66</b>
<b>ANEXO N° 3.</b> Ficha de observación para la resistencia a la compresión del Concreto Patrón y concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado.....	<b>69</b>
<b>ANEXO N° 4.</b> Ficha de observación para el ensayo de asentamiento del Concreto Patron y concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado. ....	<b>70</b>
<b>ANEXO N° 5.</b> Ficha de observación para los ensayos de agregado fino. ....	<b>71</b>
<b>ANEXO N° 6.</b> Ficha de observación para el ensayo de granulometría de agregado fino .....	<b>72</b>
<b>ANEXO N° 7.</b> Ficha de observación para los ensayos de agregado grueso. ....	<b>73</b>
<b>ANEXO N° 8.</b> Ficha de observación para el ensayo de granulometría de agregado grueso. ....	<b>74</b>
<b>ANEXO N° 9.</b> Ficha de observación del ensayo de asentamiento realizada con Concreto Patrón. ....	<b>75</b>
<b>ANEXO N° 10.</b> Ficha de observación del ensayo de asentamiento realizada con el concreto añadido con fibra de vidrio .....	<b>76</b>
<b>ANEXO N° 11.</b> Ficha de observación del ensayo de asentamiento realizada con el concreto añadido con acero reciclado .....	<b>77</b>
<b>ANEXO N° 12.</b> Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto patrón en 14 días .....	<b>78</b>
<b>ANEXO N° 13.</b> Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido acero reciclado en 14 días. ....	<b>79</b>
<b>ANEXO N° 14.</b> Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido fibra de vidrio en 14 días.....	<b>80</b>
<b>ANEXO N° 15.</b> Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto patrón en 28 días. .....	<b>81</b>
<b>ANEXO N° 16.</b> Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido acero reciclado en 28 días. ....	<b>82</b>
<b>ANEXO N° 17.</b> ..... Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido fibra de vidrio en 28 días.....	<b>83</b>
<b>ANEXO N° 18.</b> Panel Fotográfico.....	<b>84</b>

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal determinar el impacto que genera el uso de la Fibra de Vidrio (FV) y Acero Reciclado (AR) en la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de Trujillo, 2024. Elaborando 42 testigos, concreto convencional, concreto añadido FV y concreto añadido AR en porcentajes de 0.3%; 0.6% y 0.9%; usando agregados de La Cantera El Milagro – Trujillo, realizando ensayos comparativos con las variables trabajabilidad (SLUMP) y resistencia a la compresión en edades de 14 - 28 días. Obteniendo como resultado que el concreto añadido AR 0.3% presenta mejor trabajabilidad siendo plástica y mayor resistencia a la compresión con 217.67 kg/cm<sup>2</sup> sobre el concreto patrón en edad de 14 días; en edad de 28 días el concreto añadido FV 0.6% favoreció su resistencia a la compresión con 242.67 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que, en trabajabilidad la FV no es material apto para utilizarse en una elaboración de mezcla de concreto, porque absorbe bastante agua; el AR no presenta ninguna restricción para la mezcla de concreto. En relación con la resistencia a la compresión, podemos decir que mientras menos porcentaje de AR y FV se añade al concreto más resultados favorables obtendremos.

**PALABRAS CLAVE:** Concreto, fibra de vidrio, acero reciclado, resistencia la compresión, trabajabilidad.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

En los últimos años se ha prestado atención a cuestiones relacionadas con la durabilidad, el mantenimiento, la reparación y el refuerzo de las estructuras. Edificios con vidas útiles por debajo de las expectativas, el envejecimiento de grandes estructuras, que ya operan dentro de los límites de estabilidad y seguridad (algunos de nuestros puentes y viaductos, por ejemplo), la falta de inspecciones periódicas y mantenimientos preventivos (Ferrari & De Hanai, 2012); también se da problemas de deterioro debido a los impactos ambientales, inadecuado diseño en construcción, falta de mantenimiento y los eventos repentinos como un terremoto. Por estas razones el reforzamiento se convierte en una necesidad viable (Aquino & Mosqueira, 2019). Además, es importante que se use materiales innovadores para elaborar concreto, mejor si es un material reciclado, podría mitigar o reducir algunos problemas actuales, como el uso excesivo de materia prima lo cual se convierte en la explotación de canteras, podría reducir la contaminación ambiental, por otra parte, beneficiaria económicamente, el reciclaje y la industria de la construcción son temas tan importantes en la actualidad que muchos autores los investigan (Nunton, Portocarrero & Muñoz, 2022).

Por ello, en **EE. UU** la norma de la sociedad estadounidense para pruebas y materiales (ASTM por sus siglas en inglés) considera el uso de los concretos reforzados con fibras (FRC), que está compuesto por cemento Portland, agua, agregado fino-grueso y fibra, que puede estar compuesta por vidrio sintético, acero o incluso materiales naturales. El desempeño del FRC depende de la resistencia del concreto, el tamaño del espécimen a ensayar, el método de preparación, el tamaño de los agregados y de las

características de la fibra (Campoy, Chavéz, Rojas, Gaxiola, Millán & De La Rosa, 2020).

En el caso de **Europa**, existe un gran problema con el crecimiento de neumáticos en desuso, por lo que se ha creado una política de reutilizar este material de manera ecológica, los neumáticos se pueden reutilizar para diferentes fines, como material de relleno, barreras de seguridad, arrecifes, etc., minimizando costos, no se debe dejar de lado la tecnología del concreto, donde los materiales extraídos del neumático reciclado, se pueden usar para elaborar concreto y mejorar sus características reemplazando parte de la dosificación de agregados (Nunton, Portocarrero & Muñoz, 2022).

Por otro lado, **México** no cuenta con una norma para la utilización de fibras como refuerzo, las referencias son extranjeras y contienen disposiciones teóricas que aun requieren la validación experimental, los trabajos existentes no reportan congruencia entre los resultados teóricos y experimentales, dado el alto costo de ellos sin sacrificar el beneficio de sus altas ventajas mecánicas (Contreras, 2017).

En el **Perú**, se desconoce el empleo de fibra de vidrio considerándola como una nueva alternativa de aplicación en el concreto, ya que la fibra de vidrio está siendo utilizada con objeto de transporte, náutica y construcción debido a que es un material con resistencia de impacto (Mantilla, 2017). A diferencia del acero reciclado, es un concreto fibroreforzado que se ha incrementado en los últimos años en Perú, que se utiliza en pavimentos rígidos hasta reforzamientos de estabilidad de túneles, haciéndolo único y logrando que forme parte de los materiales con más demanda en el mercado; así mismo, se muestran como una opción para el diseño y construcción de losas industriales cambiando totalmente los métodos convencionales (Sotil & Zegarra, 2015).

En la ciudad de **Trujillo** la población se incrementa con el transcurrir de los años, lo cual generó un crecimiento poco controlado y planificado del área urbana. La población con menores recursos frente a su necesidad de vivienda construye sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto implica sin la asesoría técnica profesional adecuada en el proyecto como en la construcción. Lo que constituye en su mayoría viviendas de alta vulnerabilidad sísmica, generando un riesgo a los residentes de esas viviendas (Laucata, 2013).

Así mismo, el concreto fibroreforzado se comporta mejor mecánicamente frente al concreto sin refuerzo generando un aumento en la resistencia y proporcionando mayor energía de rotura (Nunton, Portocarrero & Muñoz, 2022).

Se realizó una serie de investigaciones previas sobre el tema tanto **internacionales** como **nacionales**, desarrolladas por autores interesados en concretos fibroreforzados, como es el caso de (Muñoz, Cabrera, Delgado & Renilla, 2021) en su artículo científico publicado en la Revista UIS Ingenierías, de la Universidad Industrial de Santander - **Colombia**, tiene como objetivo la revisión sistemática de la literatura con respecto a la implementación de los residuos de acero en la mezcla de hormigón, y cómo esto influye en su comportamiento físico-mecánico. Se ha enfocado el interés principalmente en los residuos de acero en forma de escoria, limadura, viruta y fibras, incorporados en todo tipo de hormigón estructural, utilizado en columnas, vigas, zapatas, losas y muros. Se efectuó la búsqueda de artículos indexados en las diversas bases de datos, seleccionando finalmente un total de 60 artículos publicados desde el año 2014. Concluyendo que el uso de residuos de acero es una alternativa para incorporar a la mezcla de hormigón, pues puede reemplazar parcial o totalmente al agregado y lograr la producción de hormigones que no presenten afección en sus

propiedades físico-mecánicas; incluso, en algunos casos, mejorar dichas características.

(Mantilla, 2017) en su tesis de investigación de tipo aplicada elaborada en la ciudad de **Chimbote**; el principal objetivo fue establecer un concreto que contiene un cierto porcentaje de fibras de vidrio Tipo E podría mejorar las propiedades de compresión y flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Chimbote. Para el desarrollo se fabricaron 64 testigos con diferentes adiciones de fibra de vidrio (1%; 3% y 5%) para ser ensayadas en los 7; 14 y 28 días utilizando las diferentes proporciones de fibra ya mencionados. Sus resultados de resistencia determinaron que los testigos estándar fueron de  $180.06 \text{ kg/cm}^2$  en 7 días,  $245.76 \text{ kg/cm}^2$  en 14 días y  $263.28 \text{ kg/cm}^2$  en 28 días; la resistencia del testigo añadido con 1% de fibra de vidrio fue de  $270.64 \text{ kg/cm}^2$ , el testigo añadido con 3% fue de  $274.64\%$ , y el testigo añadido con 5% fue de  $215.37 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente se establece que el concreto estándar cumple con todos los criterios requeridos y al añadir 1%; 3% y 5% al mismo concreto se obtienen resultados óptimos.

(Abrigo, 2018) en su tesis de investigación de tipo experimental realizada en la ciudad de **Cajamarca**, consideró como objetivo principal estudiar la influencia de la incorporación de fibra de vidrio al concreto convencional analizando su influencia a las propiedades físico-mecánica de este material. Para lo cual, se realizó 72 probetas para una comparación entre el concreto patrón y el concreto reforzado con fibra de vidrio en porcentajes. La propiedad estudiada fue la resistencia a la compresión axial, donde el concreto estándar se le adicionó 2%; 4% y 6% de fibra de vidrio. El concreto estándar y el concreto con el porcentaje anterior a la fibra de vidrio adicionado tienen resistencias nominales a la compresión en las edades de 7; 14 y 28 días. En base a los resultados de los ensayos a compresión de 28 días sobre las muestras de concreto con 2%; 4% y 6%

de fibra de vidrio, se obtiene los valores de 251.41 kg/cm<sup>2</sup>, 199.37 kg/cm<sup>2</sup> y 186.60 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se puede concluir que el concreto 251.41 kg/cm<sup>2</sup> con 2% de fibra de vidrio sobrepasa la resistencia la compresión del concreto estándar  $f'_c = 230.13$  kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que la resistencia la compresión axial incrementó en comparación al concreto patrón en 8.67% y un aumento de 19.72% al concreto de diseño que es  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

(Garay & Pizango, 2022) en su tesis de investigación experimental desarrollada en la ciudad de **Lima**, su principal objetivo es perfeccionar el diseño estructural de una platea de cimentación mediante la adición de virutas de acero reciclado al concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> de una vivienda en Ventanilla y conseguir un concreto óptimo por medio de ensayos de flexión y compresión, utilizando materiales residuales para proteger el medio ambiente. Se elaboraron 48 probetas (cilíndricas y prismáticas) para concreto estándar y concreto con adición de virutas de acero, al adicionar virutas de acero reciclado se incrementó la resistencia a compresión del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, con 0.2% VA en 5.85%; con 0.4% VA en 20.89% y con 0.6% VA en 13.09%. Se concluyó que la adición más favorable fue de 0.4% VA, más allá de este limite la resistencia a la compresión tiende a ser más desfavorable al adicionarle porcentajes de virutas de acero.

En nuestra opinión, el uso de fibras de vidrio y acero reciclado, influyen de manera positiva en el ámbito de la construcción, ya que estas al ser adicionado al concreto convencional ayuda mejorando su rendimiento debido a que las fibras están siendo empleadas como refuerzo en el concreto que tiene por finalidad mejorar de manera eficiente la resistencia en sus propiedades mecánicas como el de la trabajabilidad y la resistencia la compresión. Además, existe países en los cuales se han

realizado estudios haciendo uso de estas fibras añadido en el diseño de la mezcla de concreto obteniendo resultados satisfactorios, lo cual genera una confiabilidad de uso para los demás países e introducirse en la industria para su elaboración.

La **fibra de vidrio** es un material hecho haciendo fluir vidrio fundido a través de una serie de pequeños orificios que, cuando se endurecen, crean un material lo suficientemente flexible como usarse como fibra. Cientos de hebras individuales se utilizan para enrollar un trozo de cuerda, estas partes luego se unen para formar temas. Estas fibras se tejen en telas flexibles en una variedad de patrones para acomodar el refuerzo apropiado. También es utilizado como refuerzo en composites a la construcción, principalmente por la relación entre propiedades y precio. Sus características principales son buena resistencia mecánica, baja densidad, buen aislante térmico, estabilidad dimensional, buena flexibilidad, bajo costo, buena resistencia a agentes químicos y la baja, la alta dureza y menor resistencia a la fatiga que otras fibras (Tovar, 2021). Las finas fibras de vidrio pueden ser hechos de varios tipos, ya sea con letras A, E, C, AR, YS, en particular utilizan el tipo de fibra de vidrio E que es eléctrico, AR que es resistente y C resistencia química. La formación de vidrio se da cuando el vidrio es triturado de un tamaño pequeño para luego pasar al procedimiento textil. La técnica que utilizan es de calefacción y moldeo para dar al vidrio formas finas. Estas fibras son las más que se aplican en el mercado, donde se les conoce con el nombre de hilos cortados (Ruiz, 2020).

El **acero reciclado**, se puede encontrar como viruta de acero que corresponde a un fragmento residual con forma de lámina curvada que se extrae como un desecho en el uso de brocas cuando se realizan trabajos de cepillado, desbastado o perforación de metales, a estos materiales se les considera un desecho en las metalmecánicas, talleres

mecánicos, etc., además, se tiene los siguientes tipos de viruta de acero: viruta discontinua proviene de hierro y latón fundido, que cuando se cortan se fracturan y se desprenden en fragmentos pequeños; viruta continua se extrae de materiales dúctiles que cuando se cortan no se fracturan, son un poco difíciles de cortar, por ello que se hace en tramos cortos; viruta se extrae del material dúctil cuando se requiere de una velocidad baja para cortarla, la viruta resultante es el metal de unión soldado en la cara continua con protuberancias se obtienen de materiales dúctiles donde se necesitan velocidades bajas para cortarlos, la viruta que se obtiene es un metal aglutinado soldado por su cara (Pacheco, 2016). Las ventajas del uso de viruta en el concreto proporcionan resistencia en la compresión y flexión, aporta la resistencia al agrietamiento e impacto y aumenta la ductilidad y fatiga, absorbe energías en cargas elásticas y dinámicas, ahorro de tiempo y dinero (Espinoza, 2018).

El **concreto** es uno de los materiales más usados en construcción a nivel mundial, debido a su versatilidad y a su buen desempeño mecánico; lo anterior hace que este material tenga una importante demanda y que sea objeto de estudio y constante investigación. A pesar de que el concreto presenta una buena resistencia a la compresión, es un material frágil y no llega a deformaciones unitarias grandes, para altos niveles de esfuerzo (Ruíz, Ramírez, Logreira & León, 2015). Por lo que, a medida que transcurre el tiempo el uso del concreto convencional en las construcciones sigue siendo el componente líder gracias a sus propiedades mecánicas, rendimiento, fácil colocación y rentabilidad. Sin embargo, la forma de su fabricación es un tema preocupante a los ojos profesionales del sector ambiental, puesto que se ha estimado entre un 5 a 7% de CO<sub>2</sub> que acelera de forma gradual al calentamiento global (Muñoz, Burga, Córdova, Castro, Bonilla & Ramos, 2021).

El **tiempo de vida útil** en las estructuras de las edificaciones está proyectado para 50 años y deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Los edificios deben ser seguros y funcionales, esto quiere decir, que las estructuras deben soportar las acciones mecánicas, físicas y químicas a las que puedan estar sometidas durante su construcción y su vida útil.
- Deben de ser capaces de soportar las acciones del fuego, reduciendo al mínimo el riesgo de que los usuarios de las edificaciones sufran daños derivados de un posible incendio accidental.
- Las edificaciones deben cumplir mínimos de higiene, salud y protección del medio ambiente, esto consiste en reducir al mínimo el riesgo de que se provoquen impactos negativos sobre el medio ambiente como consecuencia de la ejecución de la obra, su uso y su demolición (Muñoz & Mendoza, 2012).

La **consistencia** es la menor o mayor facilidad que presenta el concreto fresco a experimentar deformaciones, siendo, por tanto, una propiedad física inherente al propio concreto. Cuando el concreto está endurecido, los áridos que son los componentes más pesados quedan sujetos por la pasta de cemento, pero cuando el concreto está fresco estos componentes se encuentran sueltos y por las acciones del transporte y puesta en obra pueden separarse con facilidad dando lugar a problemas de segregación y de exudación. La composición de la masa va a tener una gran importancia en la cohesión de los componentes al igual que la va a tener en la oposición que presente para experimentar deformaciones, es decir, de su "consistencia", desde este punto de vista, la forma, granulometría, y tamaño máximo del árido, así como la dosificación de cemento, cantidad de agua de aditivos, tienen una influencia, muy elevada en estas propiedades. El concreto además de tener la consistencia adecuada, debe rellenar

perfectamente todos los huecos de un molde y adaptarse a las armaduras envolviéndolas para que se tenga una buena adherencia con ellas. Además, debe cerrar bien eliminando los huecos de la masa, salvo los poros que queden por la pérdida del agua en exceso sobre la necesaria para la hidratación del cemento y esto debe conseguirse con el mínimo posible de energía, es decir, empleando concretos dóciles o trabajables (Cortez, 2017).

El **diseño de mezcla** de concreto consiste en la aplicación técnica de los conocimientos sobre los componentes del concreto con la finalidad de obtener requerimientos particulares del mismo que se requiere para una obra. Desde el año 1944 las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI) han experimentado pocas variantes hasta la última versión emitida por el comité 212.1 en el año 1991, donde el método que plantean se basa en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos que se establecen por la normal ASTM C 33. Además, antes de dosificar una mezcla de concreto se debe tener conocimiento de la siguiente información: Los materiales; el elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras; resistencia a la compresión requerida; condiciones ambientales durante el vaciado; Condiciones a la que estará expuesta la estructura (Pérez, 2021).

El **tiempo de fraguado** en el concreto tiene una función muy importante en el comportamiento de sus propiedades a obtener, ya que la deshidratación que tenga el cemento afecta el desarrollo del fraguado y se verá afectado en la resistencia final, en principio cuando el concreto está en el molde o probeta no se deberá echarle ni agua ni algún tipo de lechada ya que está en un estado de secado el cual requiere de un absoluto reposo, hasta que se encuentre el molde de concreto a una temperatura ambiente el cual tiene que estar temporalizado en un rango de 5 a 30 grados centígrados cuidando su complejidad del concreto en pleno secado, una vez ya obtenido que el concreto se

encuentre en un estado sólido después de 24 horas que se haya puesto en el molde se tendrá que tener en cuenta lo siguiente, no se deberá calentar el agua para el curado el cual deberá estar en un estado menor a 32 grados centígrados en reposo total hasta los días que se quiera realizar las pruebas de ley, para según las normas los indican a los 7, 14, 28 días de curado (Quevedo, 2017).

El **cemento** puede ser definido como un polvo fino aglutinante con propiedades de aglomerantes o ligantes que endurece bajo la acción del agua. Con la adición de agua, se convierte en una pasta homogénea capaz de endurecer, y conservar su estructura, incluso en contacto de nuevo con el agua. En la forma hormigón, es una piedra artificial, que puede tomar la forma y el volumen de acuerdo con las necesidades del trabajo (Rodríguez, 2019).

Los **agregados**, cuanto mayor sea el tamaño de las partículas, menos agua se demandará para conseguir la consistencia deseada. En consecuencia, podrá reducirse la cantidad de cemento. Por otra parte, tamaños superiores a 40 mm no siempre conducen a mejoras de resistencia, porque con agregados muy gruesos disminuye en exceso la superficie adherente y se crean discontinuidades importantes dentro de la mezcla, especialmente si esta es rica en cemento (Quispe, 2017).

**Tabla 1**  
*Influencia de algunos factores en la trabajabilidad y resistencia del hormigón*

<b>Cuando aumenta</b>	<b>La Trabajabilidad</b>	<b>La Resistencia</b>
La finura de la arena	Aumenta	Disminuye
La relación de grava/arena	Disminuye	Aumenta
La cantidad de agua	Aumenta	Disminuye
El tamaño máximo del árido	Disminuye	Aumenta
El contenido de aire	Aumenta	Disminuye

Nota: Tabla elaborada por Quispe P, 2017.

La **durabilidad** es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo. El concreto debe ser capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2% a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revenimiento protector a la superficie (Espada & Morales, 2020).

El **agua** debe ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. Además, el estudio de las características del agua a utilizar en la mezcla del concreto adquiere gran importancia ya que este material interviene en la reacción química con el material cementante (cemento) para lograr:

- La formación de gel.
- En estado fresco, la mezcla proporciona que se manipule y coloque de manera correcta.
- En estado endurecido; el producto se adecua según las características y propiedades que se desea obtener (Muro, 2019).

Las **propiedades mecánicas** de un concreto en estado endurecido, como la resistencia a la compresión, que se refiere al esfuerzo máximo, es decir, la capacidad suficiente que tiene para aguantar el concreto antes de fisurarse o romperse. El cual es utilizado como información para determinar la calidad de un concreto. También es considerado como el principal parámetro que se usa para conseguir y calcular la

eficiencia del material que se está trabajando, todo ello se alcanza con la elaboración de probetas, que pueden ser cúbicas y/o cilíndricas elaboradas al momento del vaciado para luego ser ensayadas (Natalio & Pérez, 2022). Además, están las propiedades del concreto en estado fresco, en cuanto a la trabajabilidad, referida al nivel de hidratación del mortero, la cual está vinculada sobre todo de la proporción de agua que se utiliza en la mezcla. La herramienta es un cono truncado, con círculos con fondos paralelos, con dimensiones de 20 cm de tamaño y 10 cm, respectivamente. De acuerdo al diámetro, la altura del recipiente será de 30 cm (Tovar, 2021).

**Tabla 2**

*Consistencia de mezcla de concreto*

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable	Chuseado

Nota: Tabla elaborada por Paul Tovar B, 2021.

## 1.2. Formulación del Problema

Por ello se plantea la siguiente pregunta: ¿De qué manera el uso de la fibra vidrio y acero reciclado impactan en la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de Trujillo, 2024?

## 1.3. Objetivos

Siendo así el **objetivo principal** "Determinar el impacto que genera el uso de la fibra de vidrio y acero reciclado en la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de Trujillo, 2024". Así mismo, los **objetivos específicos** son: a) "Caracterizar los insumos a utilizar y determinar el diseño de mezcla para un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> patrón, ensayadas mediante testigos". b)

“Calcular las proporciones óptimas de 0.9%, 0.6% y 0.3% tanto de fibra de vidrio como de acero reciclado en el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”. c) “Elaborar, acondicionar y ensayar testigos estándar tanto como del concreto patrón y del concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado, en las edades de 14 y 28 días”. d) “Analizar y comparar los resultados de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  patrón, concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado”.

#### 1.4. Hipótesis

Por otro lado, la **hipótesis** planteada indica que El uso de fibra de vidrio y acero reciclado mejoran significativamente la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en las edificaciones de Trujillo 2024.

Por ello, es que en esta investigación se trabajó con las **variables dependientes** siendo éstas la Trabajabilidad y la resistencia a la compresión; y para las **variables independientes** se usó los porcentajes de 0.3%, 0.6% y 0.9% fibra de vidrio y acero reciclado.

La necesidad de disminuir los problemas de deterioro a los elementos estructurales que son causados por influencias ambientales, mal diseño o construcción, la falta de mantenimiento y desastres naturales como terremotos que pueden afectar de manera negativa. Por todo lo anterior, esta investigación se **justifica** por la particularidad de mejorar las características y rendimiento del concreto convencional adicionando fibra de vidrio y acero reciclado a los elementos estructurales de las edificaciones, **beneficiando** así a la **población** de Trujillo, prolongando la vida útil de las construcciones.

Además, se quiere hacer el uso racional de materiales desechables a reutilizables como el acero reciclado, ya que este material es desechado por las empresas industriales

dedicadas al rubro de la soldadura, ante esta **problemática** se busca contribuir de manera sostenible y óptima al uso de acero reciclado como adición en el diseño de mezcla del concreto, mejorando la trabajabilidad y aumentando la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; de igual manera, existen materiales que pueden ser utilizados y aprovechados, pero se obtienen directamente de tiendas comerciales ya procesados, como es el caso de la fibra de vidrio que tiene buen aporte al ser añadido a la mezcla de concreto.

Correspondiente al **valor teórico**, este proyecto se justifica al brindar nuevos conocimientos con respecto a la búsqueda de un porcentaje óptimo a emplearse en el diseño de mezcla del concreto para obtener un buen desempeño y ser utilizado en las construcciones de todo tipo de edificaciones; los resultados obtenidos apoyan y aportan de manera positiva a los estudios realizados con respecto a estos materiales (fibra de vidrio y acero reciclado) de los cuales se puede realizar y enfocarse en otras ramas, ya que el campo para el estudio de dichos materiales es muy amplio, con los ensayos a desarrollar se espera confirmar la hipótesis planteada, mostrando la eficacia al ser usados.

En cuanto a la **utilidad metodológica**, este proyecto tiene como propósito de ser instrumento bibliográfico, sirviendo de apoyo como un sustento científico para futuros trabajos de investigación, ya que en el estudio teórico - experimental se pretende obtener resultados positivos en las proporciones y edades estudiadas que aporten de manera significativa para que puedan ser aplicadas en la realidad.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico considerado en esta investigación es el **cuantitativo**, el cual utiliza información cuantitativa o cuantificable (medible) de las variables, siendo de análisis estadístico, que pretende encontrar leyes que expliquen la realidad, suele usarse para objetivos de explicación, se enfoca en el resultado, si se trabaja con muestras representativas, los resultados son generalizables a la población. Además, se realiza comparación de grupos y relaciones entre variables (Cárdenas, 2018).

Por esta razón, en esta investigación se ha optado por este enfoque, ya que por medio del análisis de datos estadísticos a nuestras variables podemos llegar al cumplimiento de nuestros objetivos, refiriéndonos principalmente al impacto que genera hacer uso de fibra de vidrio y acero reciclado incorporado al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; para ello, se necesita de los resultados, que son obtenidos a través de ensayos realizados en laboratorio, como la prueba de asentamiento (Cono de Abrams) que nos permite determinar la trabajabilidad del concreto en estado fresco incorporado con fibra de vidrio y acero reciclado; también, haciendo uso de equipos (Prensa Hidráulica) que nos permite definir la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido incorporado con fibra de vidrio y acero reciclado en diferentes porcentajes, para ello se modifica el diseño de mezcla del concreto convencional de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Asimismo, esta investigación es **cuasi experimental**, en la cual, el investigador no solo identifica las características que se estudian, sino que controla, las altera o manipula una o más variables independientes con el fin de observar los resultados de la o las variables dependientes para medir las variaciones concomitantes, al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación (Alban, Arguello & Molina, 2020).

Por lo tanto, se ha determinado que el diseño de esta investigación es **cuasi experimental**, puesto que se controla y altera de manera intencional la variable independiente que en este caso serán fibra de vidrio y acero reciclado, esto se realiza mediante la búsqueda de un porcentaje óptimo que permita llegar al mejor resultado para ambos, que se obtiene por medio de la variable dependiente representada por las propiedades mecánicas del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporado con fibra de vidrio y acero reciclado.

**La población** es un conjunto de elementos que contienen ciertas características que se pretenden estudiar. Por esa razón, entre la población y la muestra existe un carácter inductivo (de lo particular a lo general), esperando que la parte observada (en este caso la muestra) sea representativa de la realidad (entiéndase aquí a la población); para de esa forma garantizar las conclusiones extraídas en el estudio (Ventura, 2017).

En la presente investigación de tesis, se considerará como **población** al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporado con fibra de vidrio y acero reciclado de las cuales se determinará las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y trabajabilidad).

**La muestra** puede ser definida como un subgrupo de la población o universo para seleccionar la muestra, primero debe delimitarse las características de la población para que los resultados sean generalizables (Neftali, 2016).

Por ello, en la presente investigación de tesis para obtener de **forma estadística** el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula "Cálculo de tamaño de muestra para la proporción (Cuando no se conoce "n")":

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{e^2}$$

Donde:

$n_0$  = Tamaño de la muestra.

Z = Valor Crítico de la distribución normal para el nivel de confianza deseado.

p = Proporción estimada de la población.

e = Error de estimación máximo aceptado.

**Explicación:**

Población de estudio: Testigos sin y con fibra de vidrio y acero reciclado (0.3%, 0.6% y 0.9% respecto al peso de los materiales).

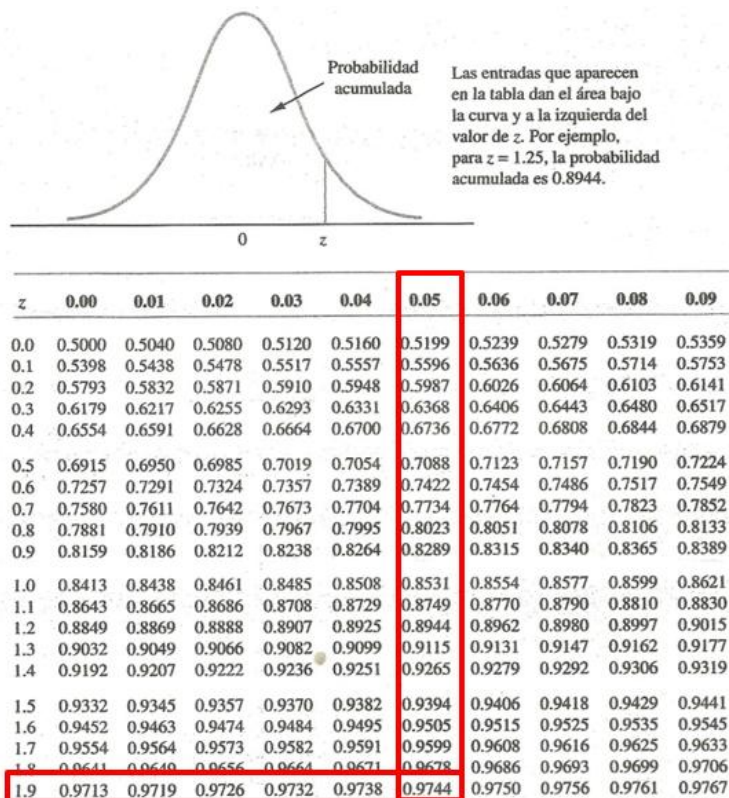
**Tabla 3**

*Valor Crítico Z para el nivel de confianza deseado*

Nivel de confianza	Z
99.70%	3
99%	2.58
98.75%	2.51
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.645

**Tabla 4**

*Probabilidades acumuladas en la distribución normal estándar*



*Nota:* Tabla de distribución normal tipificada N(0,1)

Donde :

n: ?

Z: 1.96

p: 0.9744

e: 5%

Reemplazando en la fórmula obtenemos:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2 * (0.9744) * (1 - 0.9744)}{(0.05)^2}$$

$$n_0 = 39 \text{ testigos}$$

Obteniendo  $n_0 = 39$  testigos ; sin embargo, para este trabajo de investigación se considera elaborar un total de 42 testigos, tal cual se puede evidenciar en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Población muestral y porcentajes de la variable independiente de estudio*

Variable Independiente de Estudio	Porcentajes de estudio	EADADES	
		14	28
Concreto f'c=210 kg/cm2	0%	3	3
Concreto f'c=210 kg/cm2 incorporado fibra de vidrio	0.9%	3	3
	0.6%	3	3
	0.3%	3	3
Concreto f'c=210 kg/cm2 incorporado acero reciclado	0.9%	3	3
	0.6%	3	3
	0.3%	3	3
<b>TOTAL</b>		<b>42</b>	

Teniendo 6 especímenes sin fibra de vidrio o acero reciclado; 6 especímenes con 0.9% de fibra de vidrio donde 3 serán ensayados a los 14 y los otros 3 a 28 días; 6 especímenes con 0.6% de fibra de vidrio donde 3 serán ensayados a los 14 y los otros 3 a 28 días; 6 especímenes con 0.3% de fibra de vidrio donde 3 serán ensayados a los 14 y los otros 3 a 28 días; 6 especímenes con 0.9% de acero reciclado donde 3 serán ensayados a los 14 y los otros 3 a 28 días; 6 especímenes con 0.6% de acero reciclado

donde 3 serán ensayados a los 14 y los otros 3 a 28 días; 6 especímenes con 0.3% de acero reciclado donde 3 serán ensayados a los 14 y los otros 3 a 28 días; los cuales serán probados en el laboratorio mediante la prensa hidráulica para determinar la resistencia a la compresión; en cuanto a la trabajabilidad de la muestra patrón y a las muestras con 0.9% - 0.6% - 0.3% de fibra de acero y acero reciclado respectivamente, se realizará mediante el uso del cono de Abrams que nos dará a conocer el asentamiento de cada una de ellas.

Para la realización de las probetas de estudio se consideró la norma NTP 339.033 "Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo", por lo que, se debe tener en cuenta que los materiales a utilizar deben estar sin residuos de partículas libres como los agregados; además, el cemento a utilizar en la elaboración es de Cemento Mochica Tipo GU, agua potable y siendo el material principal la fibra de vidrio y acero reciclado.

Se tendrá como guía y referencia a las normas ACI 211 "Diseño de mezcla de concreto"; NTP.400.012:2001 / MTC E204 – ASTM C136-96 "Análisis granulométrico del agregado fino y grueso"; NTP 400.018 – ASTM C117 – MTC E202 "Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200"; MTC E203 – ASTM C29 – NTP 400.017 "Peso Unitario de los agregados"; ASTM C566 "Contenido de Humedad"; ASTM C128 – NTP 400.022 "Gravedad específica y absorción de agregado fino"; ASTM C127 – NTP 400.021 "Peso específico y absorción de agregados gruesos"

La **técnica** para utilizar en la recolección de datos en esta elaboración de la investigación de tesis será dada por observación directa, lo cual se basa en colocar y compactar el concreto recién mezclado mediante el varillado en el cono de Abrams, que al momento de levantar el molde permite que el concreto descienda y poder medir la

posición original con la posición desplazada, determinando así la fluidez del concreto; teniendo en cuenta el método de ensayo del ASTM C143 – NTP 339.035 “Asentamiento en el concreto fresco”. Por otro lado, se percibirá minuciosamente la fisuración de las probetas ante las cargas a las que será sometida durante el ensayo, considerando ello se harán los apuntes y observaciones necesarias para poder realizar nuestros cálculos requeridos que nos permitirán determinar la resistencia a la compresión máxima que puede alcanzar al utilizar la fibra de vidrio y acero reciclado al ser incorporados en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se tendrá en cuenta el método de ensayo de la NTP 339.034 – MTC E 704 “Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos”.

Los **instrumentos** de recolección a utilizar en nuestra investigación cuasi experimental están dados siguiendo los lineamientos de los ensayos de las normas MTC, NTP y ACI, además de hacer uso de equipos de medición disponibles en el laboratorio, fichas de observación la cual permitirá registrar datos de forma clara, concisa y ordenada para un buen entendimiento de cada ensayo realizado, procesador de datos (laptop) y programas estadísticos y de redacción (Excel y Word).

El **proceso** de la recolección de datos en el presente estudio se dará bajo los criterios de los objetivos específicos, realizándolo de manera ordenada y consecuente; con los datos obtenidos de nuestro ensayo, se realizará un análisis de ellos mediante la comparación de los testigos patrón con los testigos incorporados fibra de vidrio y acero reciclado, elaborando gráficos estadísticos con el cual se podrá determinar si nuestra hipótesis es aceptable o rechazada. En cuanto a la adquisición de los insumos, el agregado grueso y fino se obtuvo de la cantera de El Milagro – Trujillo; el cemento Mochica Rojo Tipo GU se obtuvo de Sódimac; la Fibra de vidrio MAT 450 se obtuvo de la ferretería Matizados Autoperu SAC en Trujillo; y el acero reciclado se obtuvo de

los torneros ubicados en el centro de Trujillo.

Después, se establece la caracterización de materiales (A. Grueso y A. Fino) de manera manual mediante ensayos, teniendo como guía a las Normas ASTM, NTP y MTC, mostradas en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Normas para la caracterización de agregado grueso y fino*

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA</b>
<b>Contenido de humedad (%)</b>	ASTM C566/ NTP 339.185
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	NTP 400.017/ ASTM C29/ MTC E203
<b>Peso Unitario Compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	NTP 400.017/ ASTM C29/ MTC E203
<b>Absorción (%)</b>	ASTM C128/ NTP 400.022
<b>Peso Específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>	ASTM C127/ NTP 400.021
<b>Módulo de Finura</b>	ASTM C136- 96/ NTP 400.012:2001/ MTC E204
<b>Análisis granulométrico (T.M.N)</b>	ASTM C136- 96/ NTP 400.012:2001/ MTC E204

Luego se lleva a cabo el diseño de la mezcla, durante el cual se eligen las cantidades de los materiales que van a componer 1m<sup>3</sup> de concreto, el cual está basado en un desarrollo de se aplica y practica el conocimiento científico sobre sus elementos y el concreto. Su combinación hace posible crear una mezcla que cumpla con requisitos específicos de un proyecto de construcción de la manera más eficiente y económica.

En esta tesis para el diseño de mezcla se desarrollará en un concreto estándar

$f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y en un concreto con los porcentajes de fibra de vidrio y acero reciclado de 0.9% - 0.6% y 0.3%, con los cuales se obtendrá la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto, previo a eso, se realizará el diseño de mezcla mediante el MÉTODO ACI 211.1 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE), el cual está considerado como un método tabulador donde se hace uso de tablas estandarizadas, basadas en requisitos físicos y granulométricos. Por ello se requiere conocer:

Primero; los resultados de ensayos a los materiales, tales como: Granulometría de agregados ASTM C136, Peso específico del cemento ASTM C 188, Gravedad específica y absorción de agregados ASTM C 127 – 128, Peso volumétrico de agregados ASTM C-29, Contenido de humedad ASTM C 566 y Ensayo de asentamiento ASTM C 143 o NTP 339.035; además, se requiere los siguientes datos: Resistencia específica ( $f'c$ ), tipo de cemento según NTP 334.009, condición de exposición; es decir, sin o con aire incorporado.

Segundo; elegir el asentamiento para la mezcla que se va a diseñar, según el tipo de consistencia del concreto, para ello, el comité ACI establece una tabla, la cual se puede ver en la Tabla 2.

Tercero, se requiere elegir el Tamaño Máximo Nominal y Tamaño Máximo del agregado grueso que será utilizado en el diseño de mezcla, el contenido de aire atrapado está relacionado al tamaño del agregado grueso, ya que mientras más pequeño el agregado más aire atrapado, por ello el comité ACI establece la siguiente Tabla 7.

**Tabla 7**

*Contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado*

<b>TMN Agregado Grueso</b>	<b>Aire Atrapado</b>
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Nota: Normativa ACI 211

Cuarto; cálculo del volumen de agua de mezcla, donde cada asentamiento presenta sus propias cantidades aproximadas y de igual manera para el contenido de aire; tal cual se puede apreciar en la Tabla 8 establecida por el comité ACI.

**Tabla 8**

*Cálculo del agua de mezcla y el contenido de aire*

<b>Revenimiento (asentamiento) (mm)</b>	<b>Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*</b>							
	<b>3/8 pulg.</b>	<b>1/2 pulg.</b>	<b>3/4 pulg.</b>	<b>1 pulg.</b>	<b>1 1/2 pulg.</b>	<b>2 pulg.</b>	<b>3 pulg.</b>	<b>6 pulg.</b>
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" 150 a 175	213	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con aire incluido</b>								
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-
Promedio del contenido de aire total recomendado para el nivel de exposición.								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Nota: Normativa ACI 211.1.

Quinto; calcular la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ), para ello, el comité ACI establece la siguiente Tabla 9 y la Tabla 10.

**Tabla 9**  
*Resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ) cuando se conoce la desviación estándar "s"*

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2)
	$f'_{cr} = f'c + 1.34S_s$ (5-1)
$f'c > 35$	$f'_{cr} = f'c + 2.33S_s - 3.5$ (5-2)
	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3)
	$f'_{cr} = f'c + 1.34S_s$ (5-1)
	$f'_{cr} = 0.90f'c + 2.33S_s$ (5-3)

Nota: Normativa ACI 211.1

**Tabla 10**  
*Resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ) cuando no existe data histórica para calcular "s"*

Resistencia a la compresión especificada, $f'c$ , kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión media requerida, kg/cm <sup>2</sup>
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Más de 350	$1.10 f'c + 50$

Nota: Normativa ACI 318

Sexto; selección de la relación a/c por resistencia del concreto. Ver la Tabla 11.

**Tabla 11**  
*Relación agua/cemento*

Resistencia a compresión a los 28 días, kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Nota: Normativa ACI 211.1.

Séptimo; se calcula el contenido del cemento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclada (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relacion a/c (para f'cr)}}$$

Octavo; se establece la cantidad de agregado grueso teniendo en cuenta la unidad de volumen del concreto, puede ser necesario interpolar, según se aprecia en la siguiente

Tabla 12.

### Tabla 12

*Estimación del contenido de agregado grueso*

Tamaño máximo nominal del agregado mm (pulg.)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino*			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.0 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 ½)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Normativa ACI 211.1.

Además, para calcular el peso seco del agregado grueso se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso seco del A. G (kg/m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} * (\text{Peso unitario compactado de A. G})$$

Noveno; se realiza una estimación del contenido de agregado fino, tal cual se muestra en la siguiente Tabla 13.

**Tabla 13**  
*Estimación del contenido de agregado fino*

<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>			
Cemento	A	A/P.E.(A)	A
Agua	B	B/P.E.(B)	B
Agregado grueso	C	C/P.E.(C)	C
Agregado fino	¿?	<b>X</b> *P.E.(X)	<b>X</b>
Aire	D%	D/100	D
P.U.C	Σ	-	1.0000

Además, para calcular el peso seco del agregado fino se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso seco del A.F (kg/m}^3) = 1 - (a + b + c + d) = \mathbf{X}$$

Decimo; se realiza la estimación de los pesos húmedos, para ello se realiza ajustes por humedad de los agregados, mediante la siguiente formula.

$$\text{Peso Hum} = \text{Peso seco} * \left(1 + \frac{\%hum}{100}\right)$$

También, se realiza el cálculo del agua efectiva a utilizar en el diseño de mezcla, mediante las siguientes formulas.

$$\text{Aporte de agua} = \text{Peso seco} * \left(\frac{\%hum - \%Abs}{100}\right)$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua estimada} - (\Sigma \text{Aportes})$$

Onceavo y último paso, se realiza la estimación de los pesos SSS, mediante la siguiente formula.

$$\text{Peso SSS} = \text{Peso seco} * \left(1 + \frac{\%Abs}{100}\right)$$

**Figura 1**  
*Diagrama de flujo de investigación*



*Nota:* El diagrama presenta el proceso de la recolección de la información completa.

Para obtener la **validez** y **confiabilidad** de los datos se hicieron uso de varias plataformas de fácil uso y acceso para cualquier persona interesada en diversos temas, puesto que son provenientes de profesionales y especialistas, además pasan por filtros

para ser aprobados y posteriormente publicados, luego pasan a ser conocimiento de todo el público en general. Además, se buscó asesoramiento de expertos en el tema en estudio.

En el **análisis de la información** se procedió a organizar los datos en Excel, el cual permite elaborar tablas y gráficos donde se describen los resultados finales de las variables y dimensiones, con ello se podrá realizar la redacción en Word, detallando el procedimiento y la obtención de los resultados de nuestro estudio.

En cuanto **aspectos éticos** nos referimos, en nuestra investigación de tesis se ha citado cada una de las fuentes consultadas y utilizadas, es decir, sigue con los lineamientos de manera adecuada basándonos en el método científico, sin alterar los valores reales de las investigaciones consideradas. Además, contamos con la autorización de nuestro centro de estudios con la finalidad de ser utilizadas solo para fines netamente académicos y siempre teniendo en cuenta los valores inculcados como investigadores.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Siguiendo con la presente investigación, teniendo como finalidad lograr el cumplimiento de los objetivos específicos, **siendo el primero** “Caracterizar los insumos a utilizar y determinar el diseño de mezcla para un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> patrón, ensayadas mediante testigos”; en cuanto a la caracterización de los insumos se muestra un resumen de los siguientes hallazgos mediante la Tabla 14; además, se encuentra más detallado en los Anexos 05; 06; 07 y 08.

**Tabla 14**  
*Caracterización de los materiales*

ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	
		Agregado Fino	Agregado Grueso
Contenido de humedad (%)	ASTM C566/ NTP 339.185	1.1	0.6
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017/ ASTM C29/ MTC E203	1746	1460
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017/ ASTM C29/ MTC E203	1920	1622
Absorción (%)	ASTM C128/ NTP 400.022	0.5	1.7
Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C127/ NTP 400.021	2390	2530
Módulo de Finura	ASTM C136- 96/ NTP 400.012:2001/ MTC E204	2.52	6.79
Análisis granulométrico (T.M.N)	ASTM C136- 96/ NTP 400.012:2001/ MTC E204	-	1

**Interpretación de la Tabla 14:** Se muestran los resultados de la caracterización de los agregados, los cuales cumplen y sigue los lineamientos enmarcados en la normativa para cada ensayo realizado.

**Tabla 15**
*Caracterización de la Fibra de vidrio*

<b>FIBRA DE VIDRIO MAT 450</b>	
<b>Peso</b>	450gr/m <sup>2</sup> + 10% conforme a la norma ISO 3374
<b>Longitud de fibra</b>	50 mm
<b>Contenido de humedad</b>	=< 0.20 % conforme a la norma ISO 3344

Nota: NAZZA "Fibra de Vidrio MAT 450", octubre 2016; epinturas.

**Tabla 16**
*Caracterización del Acero reciclado*

<b>ACERO RECLADO</b>	
Se sometió al ensayo de granulometría, presentando una retención en el tamiz N°16, obteniendo como dato que las partículas de acero median 0.196 a 1.20 mm.	

**Interpretación de la Tabla 15 y Tabla 16:** Muestran la caracterización de la fibra de vidrio obtenida de su ficha técnica y el acero reciclado obtenido por el ensayo de granulometría.

Para obtener el diseño de mezcla de un concreto patrón  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se realizaron una serie de cálculos, los resultados para cada material utilizado se muestran mediante la siguiente Tabla 17.

**Tabla 17**

*Determinación de cantidades para los materiales para 1 Tanda.*

<b>Material</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m3)</b>	<b>Tanda (m3) 0.020</b>
Cemento	362	7.24 kg
Agua	211	4.23 kg
Agregado fino	518	10.36 kg
Agregado grueso	1139	22.78 kg
-	0.00	0.000 kg
-	0.00	0.000 kg
Aire	-	-
-	<b>2230</b>	<b>44.61 kg</b>

**Interpretación de la Tabla 17:** Se realizó el diseño de mezcla patrón para 1 tanda de acuerdo a la caracterización de los materiales que empleamos para elaborar las probetas.

Continuando con el **segundo objetivo específico** “Calcular las proporciones optimas de 0.9%, 0.6% y 0.3% tanto de fibra de vidrio como de acero reciclado en el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, teniendo en cuenta el trabajo de investigación que se viene desarrollando, se calcula la cantidad (kg) de Fibra de Vidrio y Acero Reciclado en los porcentajes de 0.9% - 0.6% y 0.3% que se utilizara para añadir a la mezcla del concreto que se está diseñando. Tal cual se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Determinación de cantidades de fibras de vidrio y acero reciclado*

<b>% de Fibra de Vidrio y Acero reciclado</b>	<b>0.9%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.3%</b>
<b>Cantidad (Kg)</b>	0.40	0.27	0.13

**Interpretación de la Tabla 18:** Se determinó las cantidades en kg a usar de las variables independientes, donde el rango de los porcentajes utilizados para nuestro estudio se basa en los porcentajes usados en nuestros antecedentes (estudios de otros investigadores – con resultados positivos).

A continuación, en el **tercer objetivo específico** “Elaborar, acondicionar y ensayar testigos estándar tanto como del concreto patrón y del concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado, en las edades de 14 y 28 días”, que se muestra en la siguiente Tabla 19.

**Tabla 19**  
*Cantidad de probetas elaboradas*

		<b>PROBETAS</b>	<b>% DE AÑADIDO</b>	<b>14 DÍAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	CP		0%	1	1
	CP		0%	1	1
	CP		0%	1	1
<b>CONCRETO PATRÓN AÑADIDO FIBRA DE VIDRIO</b>	1FV		0.3%	1	1
	2FV		0.3%	1	1
	3FV		0.3%	1	1
	1FV		0.6%	1	1
	2FV		0.6%	1	1
	3FV		0.6%	1	1
	1FV		0.90%	1	1
	2FV		0.90%	1	1
	3FV		0.90%	1	1
<b>CONCRETO PATRÓN AÑADIDO ACERO RECICLADO</b>	1AC		0.3%	1	1
	2AC		0.3%	1	1
	3AC		0.3%	1	1
	1AC		0.6%	1	1
	2AC		0.6%	1	1
	3AC		0.6%	1	1
	1AC		0.90%	1	1
	2AC		0.90%	1	1
	3AC		0.90%	1	1
<b>TOTAL</b>				<b>21</b>	<b>21</b>

**Interpretación de la Tabla 19:** Se muestra los nombres designados para cada uno de los testigos que fueron elaborados y posteriormente ensayados.

Previamente, la mezcla de concreto patrón, la mezcla añadida con fibra de vidrio y la mezcla añadida con acero reciclado fueron ensayadas para determinar la

trabajabilidad (asentamiento) mediante el cono de Abrams, cuyos resultados pueden ser verificados mediante las Fichas de observación en los Anexos 09; 10 y 11; también pueden ser observados en la Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22.

**Tabla 20**

*Asentamiento del concreto patrón*

% DE AÑADIDO	TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO	
	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA
CP	28.32	30	11:11 a. m.	11:16 a. m.	3.5	Plástica

**Tabla 21**

*Asentamiento del concreto añadido con fibra de vidrio*

% DE AÑADIDO	TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO	
	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA
0.3%	28.4	30	1:53 p.m	1:58 p.m	4.3	Plástica
0.6%	28.7	30	2:21 p.m	2:26 p.m	3.9	Plástica
0.9%	28.5	30	2:54 p.m	2:58 p.m	4	Plástica

**Tabla 22**

*Asentamiento del concreto añadido con acero reciclado*

% DE AÑADIDO	TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO	
	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA
0.3%	27.42	30	3:38 p.m	3:41 p.m	4.3	Plástica
0.6%	28.22	30	4:13 p.m	4:17 p.m	3.9	Plástica
0.9%	28.52	30	4:41 p.m	4:46 p.m	4	Plástica

**Interpretación de la Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22:** Las tablas muestran los resultados obtenidos del ensayo realizado, en los cuales se registra los horarios, cumpliendo los tiempos que establecen las Normas ASTM C143 - NTP 339.035 para realizar este tipo de prueba que permiten determinar la trabajabilidad (asentamiento) de la mezcla de concreto.

Además, se realizó el ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 y 28 días de curado para el concreto patrón, el concreto añadido con fibra de vidrio y el concreto añadido con acero reciclado, tal cual se puede apreciar en las Fichas de observación en los Anexos 12; 13; 14; 15; 16 y 17 y como **cuarto objetivo** “Analizar y comparar los resultados de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> patrón, concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado”, se elaboró la Tabla 23 que nos permite apreciar los diferentes asentamientos obtenidos en el ensayo realizado con el cono de Abrams de cada una de las mezclas, tanto para el concreto patrón como para el concreto añadido con fibra de vidrio y el concreto añadido con acero reciclado.

**Tabla 23**

*Comparación de los asentamientos del concreto patrón con el concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado*

	<b>% DE AÑADIDO</b>	<b>SLUMP (pulg)</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	0%	3.5	Plástica
<b>CONCRETO PATRÓN AÑADIDO ACERO</b>	0.30%	4.3	Plástica
<b>RECICLADO</b>	0.60%	3.9	Plástica
	0.90%	4	Plástica
<b>CONCRETO PATRÓN AÑADIDO FIBRA DE VIDRIO</b>	0.30%	2	Seca
	0.60%	0.5	Seca
	0.90%	0	Seca

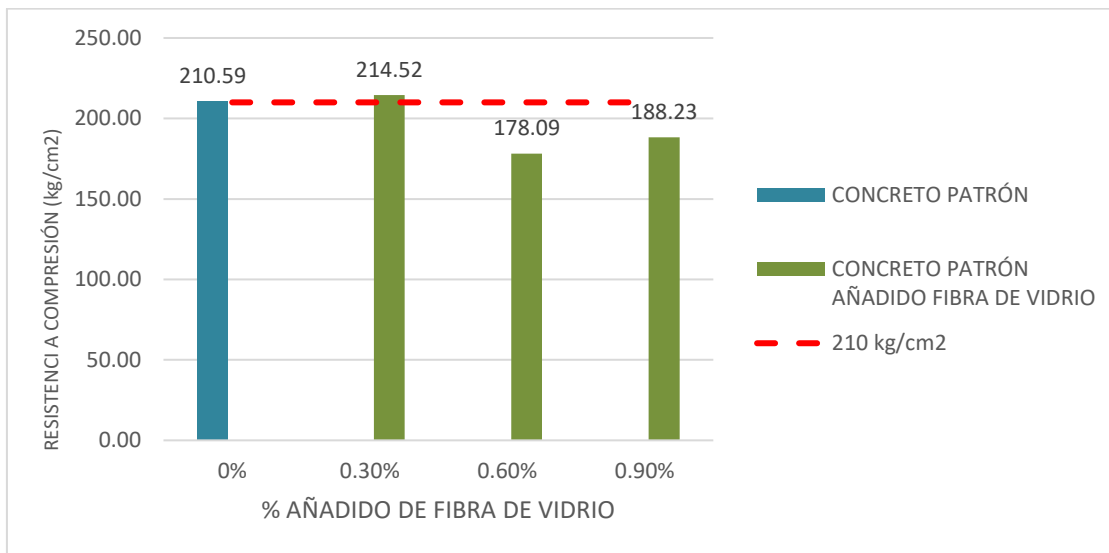
**Interpretación de la Tabla 23:** Muestra la comparación de los resultados del concreto patrón y concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado obtenidos al determinar la trabajabilidad (SLUMP), dando a conocer las consistencias según su porcentaje evaluado.

Además, para la comparación de la resistencia a la compresión, se elaboraron Figuras que permiten observar los diferentes resultados obtenidos a los 14 días, del

concreto patrón con el concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado, tal cual se puede verificar en la Figura 2; Figura 3 y Figura 4.

**Figura 2**

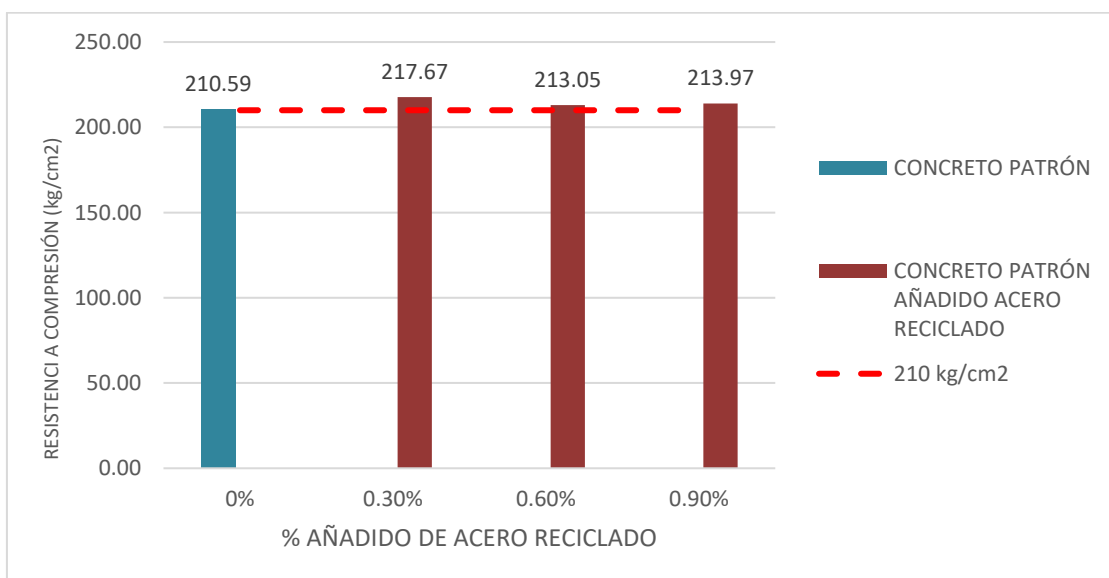
*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con fibra de vidrio – edad 14 días*



*Nota: El 0.3% de añadido de fibra de vidrio muestra el resultado más sobresaliente.*

**Figura 3**

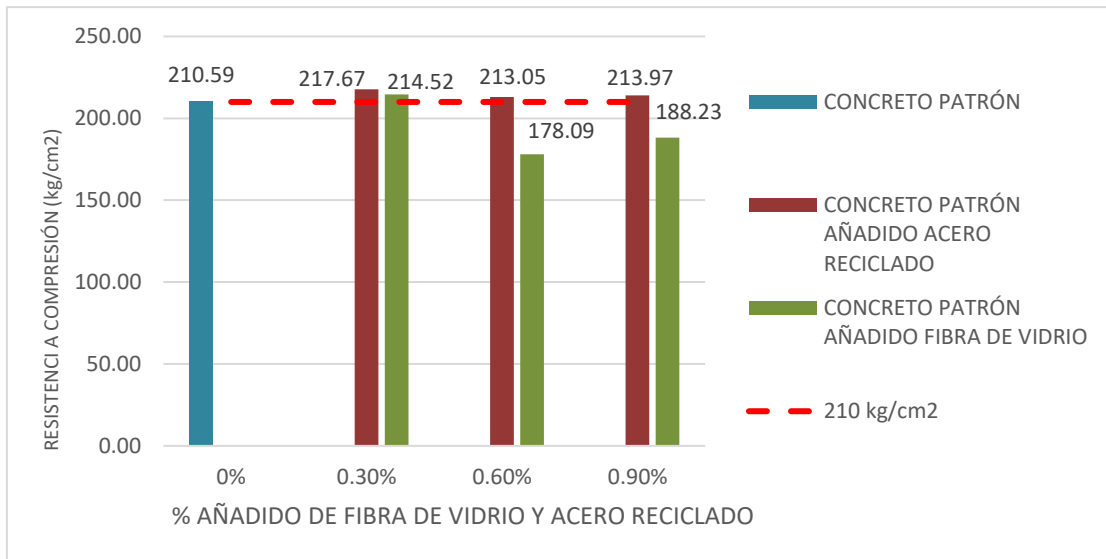
*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado – edad 14 días*



*Nota: El 0.3% de añadido de acero reciclado muestra el resultado más sobresaliente.*

**Figura 4**

*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio – edad 14 días*

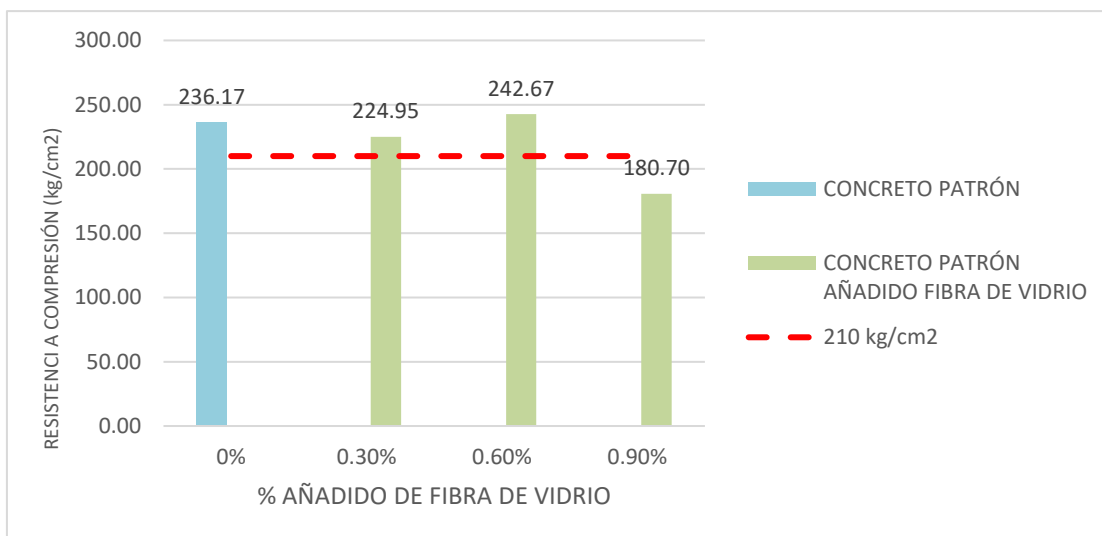


*Nota: La línea discontinua roja muestra el valor límite con el que se está estudiando y comparando.*

**Interpretación de la Figura 2, Figura 3 y Figura 4:** Muestran a través de gráficos de barras los resultados obtenidos a una edad de 14 días, se observa en la **Figura 4** (comparación general) que al hacer uso de 0.3% de las variables independientes (Acero reciclado – Fibra de vidrio) comparando con la muestra Patrón se obtienen resultados superiores a la de un concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 5**

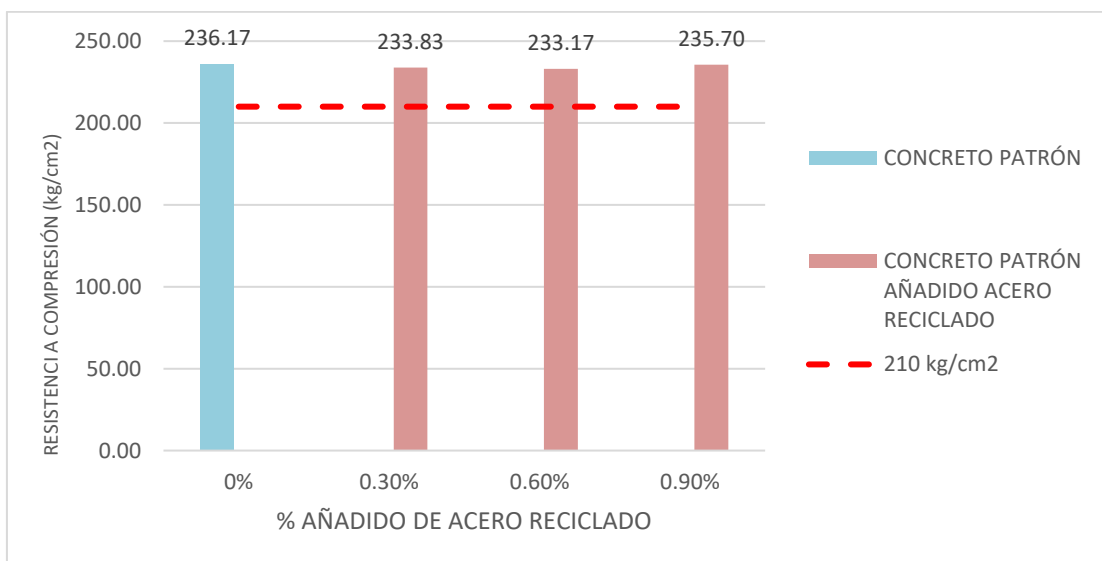
*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con fibra de vidrio – edad 28 días*



*Nota: El 0.6% de añadido de fibra de vidrio muestra el resultado más sobresaliente.*

**Figura 6**

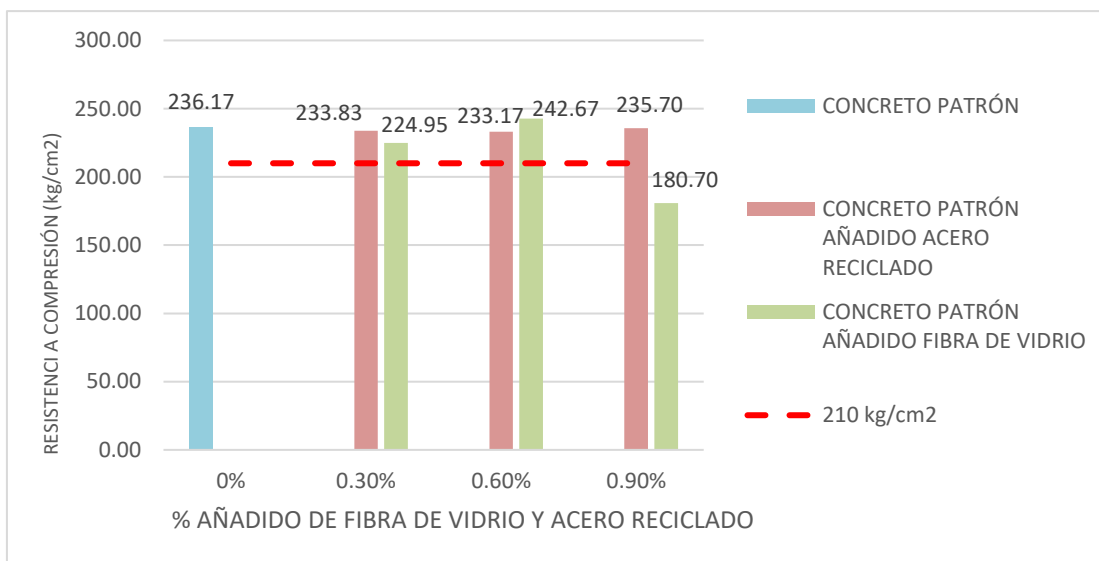
*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado – edad 28 días*



*Nota: El 0.9% de añadido de acero reciclado muestra el resultado más sobresaliente.*

**Figura 7**

*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio – edad 28 días*

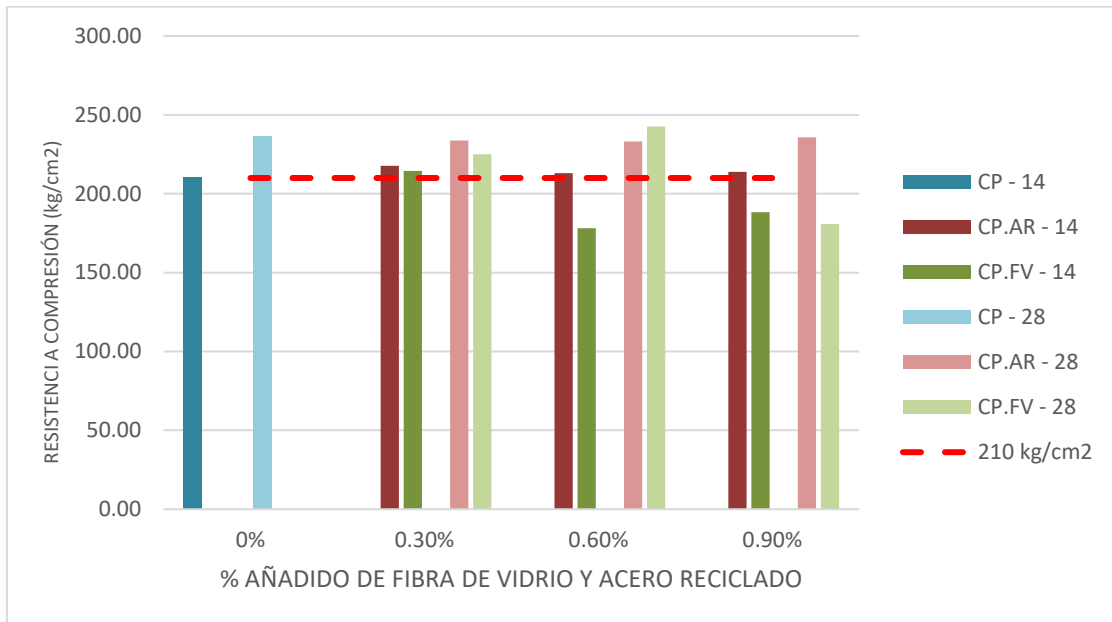


*Nota: La línea discontinua roja muestra el valor límite con el que se está estudiando y comparando.*

**Interpretación de la Figura 5, Figura 6 y Figura 7:** Muestran a través de gráficos de barras los resultados obtenidos a una edad de 28 días, se observa en la **Figura 7** (comparación general) que al hacer uso de 0.6% de Fibra de vidrio y 0.9% de Acero reciclado comparando con la muestra Patrón se obtienen resultados superiores a la de un concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 8**

*Resistencia a la compresión de probetas patrón y probetas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio – edad 14 y 28 días*



*Nota: Resumen de todos los resultados de las variables independientes.*

**Interpretación de la Figura 8:** Muestra a través del gráfico de barras los resultados obtenidos a las edades de 14 y 28 días, observando que hacer uso de Acero reciclado y Fibra de vidrio (variables independientes) muestran resultados favorables, siendo los más sobresalientes el 0.3% y 0.6%.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIONES

Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo distintos ensayos con el propósito de determinar el impacto que genera el uso de la fibra de vidrio y acero reciclado en la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de Trujillo.

Sin embargo, este trabajo de investigación presenta una **limitación** en cuanto al uso de la fibra de vidrio, ya que es un material que, al tener contacto con el agua, actúa como esponja y al añadir más porcentaje de éste, va disminuyendo su trabajabilidad, evitando que la mezcla de concreto sea homogénea, por lo que este podría ser un factor limitante al momento de ser usada en construcción de edificaciones.

Así mismo, otra **limitación** es el ensayo de resistencia a la flexión ya que el proyecto realizado no está enfocado específicamente en algún elemento horizontal o vertical (vigas – columnas); además, el ensayo de la resistencia a la flexión no es tan conveniente como realizar el ensayo de la resistencia a la compresión que es más utilizado y confiable para juzgar la calidad del concreto.

Para ello, en respuesta a los resultados del **primer objetivo específico**, ensayos realizados al agregado grueso y fino, materiales (insumos) principales que fueron el objeto de estudio para esta investigación, refiriéndose a la fibra de vidrio y acero reciclado, con todo lo obtenido se puede realizar el diseño de mezcla para un concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Esto quiere decir que es necesario tener conocimiento de la calidad de los insumos con los que se va a trabajar; ya que, permite obtener un concreto óptimo con el diseño de mezcla adecuado; es decir, se obtendrán buenos resultados según los ensayos a los que serán sometidos los testigos elaborados. Frente a lo mencionado **se acepta la hipótesis de investigación**, la cual está referida a la mejoría significativa de

la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de Trujillo. En el estudio realizado por **Muñoz, Cabrera, Delgado & Renilla (2021)**, determinan que el uso de residuos de acero es una alternativa para incorporar a la mezcla de hormigón, pues puede reemplazar parcial o totalmente al agregado y lograr la producción de hormigones que no presenten afección en sus propiedades físico-mecánicas; incluso, en algunos casos, mejorar dichas características. Con respecto a eso podemos **corroborar** que la caracterización de los materiales es el punto de partida para un diseño de mezcla de concreto óptimo, ya que, con ello se puede verificar si dichas características que se tiene del material ensayado nos brindara buenos resultados al ser utilizado y ser considerado como buena alternativa para mejorar las propiedades físico – mecánicas del concreto.

En respuesta al resultado del **segundo objetivo específico**, se puede decir que estos porcentajes considerados son los que mejor resultados pueden brindar a esta investigación; también, nos deja entrever que se puede optar por otros porcentajes, todo dependiendo del autor o autores. En otros términos, los resultados que esperamos obtener dependen mucho de los porcentajes a utilizar y añadir en el diseño de mezcla del concreto; es decir, influye de manera positiva o negativamente, ya que, si se elige porcentajes entre el 0.1 % hasta 1% este puede afectar positivamente, pero si se elige porcentajes que sobrepasa estos porcentajes puede afectar negativamente; pero todo depende del material que se está utilizando, es posible que emplear otros tipos de materiales ajenos en esta investigación con porcentajes del más del 1% ayude significativamente en los resultados que desea alcanzar. Según lo expuesto **se acepta la hipótesis de investigación**, la cual se refiere a la mejora significativa de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de

Trujillo. En el estudio realizado por **Abrigo (2018)** al concreto estándar le adicionó 2%; 4% y 6% de fibra de vidrio. En base a los resultados de los ensayos a compresión se obtiene mejores resultados con el 2%, debido que al incrementar el porcentaje disminuye la resistencia, pero se mantiene o es mayor la resistencia para la cual fue diseñada, en este caso un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . En relación con eso podemos **corroborar** que no siempre es dable incrementar el porcentaje a añadir a la mezcla del concreto, ya que, sería mejor opción mantener el porcentaje que mejores resultados brinda, así evitamos el gasto innecesario en el material a utilizar, aunque al incrementar el porcentaje igual se obtiene resultados favorables, pero no es dable en cuanto a lo económico, por ello, es mejor realizar estos estudios que ayudan a determinar el porcentaje más óptimo y recomendable a utilizar.

En respuesta al **tercer objetivo específico**, se pudo fabricar 42 testigos que nos permitieron examinar la calidad del concreto, esto se logra a través del ensayo de resistencia a compresión que se les hizo a los testigos, del cual se obtuvo resultados que luego fueron analizados. Esto quiere decir que al elaborar testigos nos ayuda a verificar la calidad, la durabilidad y la resistencia que pueda tener cada muestra cilíndrica ensayada, de las cuales se espera obtener resultados sobresalientes, que nos certifiquen que si es dable añadir fibra de vidrio y acero reciclado a la mezcla del concreto. Frente a lo mencionado **se acepta la hipótesis de investigación**, la cual se refiere a la mejora significativa de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en las edificaciones de Trujillo. En el estudio realizado por **Mantilla (2017)** para el desarrollo de su estudio fabricó 64 testigos para ser ensayadas en los 7; 14 y 28 días, utilizando diferentes proporciones de fibra. Así también **Abrigo (2018)** realizó 72 probetas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días, de la cual realizó una comparación

entre el concreto patrón y el concreto reforzado con fibra de vidrio en diferentes porcentajes. Por su parte, **Garay & Pizango (2022)** elaboraron 48 probetas (cilíndricas y prismáticas) para concreto estándar y concreto con adición de virutas de acero. Con respecto a esto, podemos **corroborar** que la cantidad de testigos a ensayar depende mucho de los días de curado que se tendrá, además, cada autor y autores determina ello, siempre y cuando se respete lo establecido por norma, es decir, todo depende de las dimensiones de los moldes a utilizar.

En respuesta al **cuarto objetivo específico**, se pudo encontrar en cuanto a trabajabilidad, la cual se desarrolló mediante el ensayo de cono de Abrams, que determina la consistencia del concreto, para el concreto patrón se obtuvo una consistencia plástica con un asentamiento de 4", mientras que en el concreto añadido con fibra de vidrio se consiguió una consistencia seca con un asentamiento de 0" para 0.9%, de 1" para 0.6% y de 2" para 0.3%, por último en el concreto añadido con acero reciclado se alcanzó una consistencia plástica con un asentamiento de 4" para 0.9%, 0.6% y 0.3%. Lo que nos da entender que el concreto patrón y el concreto añadido con acero reciclado presentan buena trabajabilidad; sin embargo, el concreto añadido con fibra de vidrio no brinda una buena trabajabilidad; además, mientras más porcentaje de fibra de vidrio se añade a la mezcla de concreto, el asentamiento es menor o nulo. Por otro lado, los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado para el concreto patrón es de 210.59 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto añadido con fibra de vidrio de 0.9% es 188.23 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.6% es 178.09 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.3% es 214.52 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para el concreto añadido con acero reciclado de 0.9% es 213.97 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.6% es 213.05 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.3% es 217.67 kg/cm<sup>2</sup>; los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado para el concreto patrón es de 236.17

kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto añadido con fibra de vidrio de 0.9% es 180.70 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.6% es 242.67 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.3% es 224.95 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para el concreto añadido con acero reciclado de 0.9% es 235.70 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.6% es 233.17 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.3% es 233.80 kg/cm<sup>2</sup>. Lo que nos da a entender que el concreto patrón, el concreto añadido con fibra de vidrio y el concreto añadido con acero reciclado llegaron a la resistencia de compresión esperada en tan solo 14 días de curado; luego de los 28 días de curado se puede decir que superaron en resistencia al diseño de mezcla, sin embargo, en comparación entre todos los concretos ensayados los valores son similares, pero el concreto añadido con acero reciclado presenta mejores resultados que el concreto añadido con fibra de vidrio. Según lo expuesto **se acepta la hipótesis de investigación**, la cual se refiere a la mejora significativa de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto f<sup>c</sup>=210 kg/cm<sup>2</sup> en las edificaciones de Trujillo. En el estudio realizado por **Mantilla (2017)**, para las diferentes adiciones de fibra de vidrio (1%; 3% y 5%) ensayadas en los 7; 14 y 28 días utilizando las diferentes proporciones de fibra ya mencionados. Sus resultados de resistencia determinaron que los testigos estándar fueron de 180.06 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 245.76 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 263.28 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días; la resistencia del testigo añadido con 1% de fibra de vidrio fue de 270.64 kg/cm<sup>2</sup>, el testigo añadido con 3% fue de 274.64%, y el testigo añadido con 5% fue de 215.37 kg/cm<sup>2</sup>. Por su parte **Garay & Pizango (2022)**, al adicionar virutas de acero reciclado se incrementó la resistencia a compresión del concreto f<sup>c</sup>=210 kg/cm<sup>2</sup>, con 0.2% VA en 5.85%; con 0.4% VA en 20.89% y con 0.6% VA en 13.09%. En tal sentido, de todo lo expuesto y al analizar los resultados tanto obtenidos como presentados por otros autores, **se comprueba** que el concreto patrón cumple con todos los criterios requeridos y con respecto a las adiciones al concreto, podemos decir que se obtiene resultados

óptimos y favorables; ya que, superan al límite de resistencia para el cual fueron diseñadas las muestras; sin embargo, no es recomendable añadir fibra de vidrio a la mezcla del concreto para determinar su trabajabilidad, debido a que el material absorbe bastante agua y por ende presenta una consistencia seca, la cual no es trabajable.

En cuanto a **implicancias teóricas**, esta investigación contribuye al conocimiento y ha sido desarrollada con la intención de ser usada como fundamento para futuros tesis, ya que se ha demostrado que al hacer uso de la Fibra de Vidrio y Acero Reciclado como adiciones a la mezcla del concreto con los porcentajes de 0.3%, 0.6 % y 0.9% se obtienen resultados positivos, mejorando la resistencia a la compresión.

En cuanto a **implicancias prácticas**, los ensayos realizados en este trabajo de investigación siguen rigurosamente los lineamientos establecidos en la NTP 400.037 para realizar la caracterización de materiales en la elaboración de probetas, la NTP 339.034 para el ensayo de resistencia a la compresión, entre otras.

## CONCLUSIONES

Conforme a la hipótesis planteada en este estudio, al añadir acero reciclado a la mezcla de concreto se obtuvo una buena trabajabilidad, logrando una consistencia plástica con un asentamiento de 4"; mientras que, al añadir fibra de vidrio a la mezcla de concreto se logró una consistencia seca con asentamiento entre 0" y 1", la cual no es recomendable debido a que no es una mezcla trabajable. En cuanto al ensayo de resistencia a la compresión para ambos materiales utilizados, se logró un aumento de la resistencia en comparación con el concreto patrón evaluados a las edades de 14 y 28 días.

Se determinó que el uso de acero reciclado genera un mejor impacto en la trabajabilidad que el uso de fibra de vidrio; en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; ambos materiales generan un buen impacto, cuyos resultados obtenidos se manifiestan de manera positiva, siendo recomendables para perfeccionar la resistencia del concreto. Los datos obtenidos de la caracterización de los insumos utilizados para este estudio se encuentran dentro de lo estipulado por la NTP 400.037 para la elaboración de probetas, con ello se permitió determinar el diseño de mezcla adecuado para un concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup> patrón.

Se concluye, en cuanto a la trabajabilidad, que la fibra de vidrio no es material apto, el cual deba ser utilizado para una elaboración de mezcla de concreto, debido a que dicho material absorbe gran cantidad del agua utilizada en la mezcla, mientras que el acero reciclado no presenta ninguna restricción y se puede utilizar de manera adecuada sin perjudicar a la mezcla. En relación de la resistencia a la compresión, las probetas ensayadas añadidas con fibra de vidrio y acero reciclado al concreto, el porcentaje que mejores resultados brinda es el de 0.6% FV, en este caso y para este

estudio podemos decir que, mientras menos porcentaje se añade al concreto más resultados favorables se van a obtener.

Se recomienda hacer uso de fórmulas estadísticas ya que te brinda un útil para el desarrollo de la investigación, permitiendo así obtener una cantidad necesaria de las muestras para ensayarlas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Farfán, M., Pinedo, D., Araujo, J., & Orbegoso, J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Gaceta Técnica*, 20(2), 4–13.
- Cortez, E. (2017). *Estudio de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo el agregado grueso con vidrio triturado tipo Sodo Calcico*. [Tesis Título, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes. <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/252/ELISA%20LILIANA%20CORTEZ%20PEN%cc%83ALOZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Godos, I. (2020). *Determinación de las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de fibras de vidrio en el concreto armado, atreves de la recolección de investigaciones realizadas en el siglo XXI*. [Tesis Título, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de la Universidad Peruana Unión. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3565>
- Barnuevo, W. (2020). *Mejora del comportamiento de elementos estructurales utilizando varillas de fibra de vidrio: una revisión de la literatura científica*. [Tesis Título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26995>

- Nunton, J. A., Portocarrero, J. P., & Muñoz, S. P. (2022). Una revisión del comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de acero de neumáticos reciclados. *Ingeniería y Competitividad*, 24(2).
- Condori, E. & Palomares, V. (2018). *Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018*. [Tesis Título, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34375>
- Muñoz-Pérez, S. P., Cabrera-Alcántara, A. L., Delgado-Bravo, C. C., & Renilla-Lau, P. A. (2022). Comportamiento físico-mecánico del hormigón adicionando residuos de acero: una revisión literaria. *Revista UIS ingenierías*, 21(1), 1-15.
- Campoy Bencomo, N. A., Chavez Alegria, O., Rojas González, E., Gaxiola Camacho, J. R., Millán Almaraz, J. R., & de la Rosa Hernández, D. (2021). Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 22(1), 1–11.
- Garay, K., & Pizango, J. (2022). *Diseño estructural de platea de cimentación incorporando viruta de acero reciclada en concreto  $F'c=210$ Kg/Cm<sup>2</sup> en una vivienda, Ventanilla 2022*. [Tesis Título, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100208>

- Laucata, E. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. [Tesis Título, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>
- Ruiz, Y. (2020). *Fibra de vidrio y aditivo superplastificante en el concreto de alta resistencia, Trujillo - 2018*. [Tesis Título, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49056>
- Quispe, D. (2017). *Aceleración de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en diferentes relaciones agua-cemento con empleo de agua en ebullición*. [Tesis Título, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Recuperado de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1467>
- Muro, C. (2019). *Influencia de la relación agua – cemento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto*. [Tesis Título, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/865/discover>
- Cárdenas, J. (2018). *Investigación cuantitativa*. Freie Universität Berlin.
- Alban, G. P. G., Arguello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.

Tovar, P. (2022). *Influencia de la Fibra de Vidrio en la Resistencia Mecánica del Concreto  $f'c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> en el Distrito de Huancan 2021*. [Tesis Título, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3812>

Pérez, R. (2021). *La Viruta de Acero como Sustituto del Agregado Fino y Sus Propiedades en el Concreto*. [Tesis Título, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3080>

Farfan, M., Pinedo, D., Araujo, J., & Orbegoso, J. (n.d.). *Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto*. *Gaceta Técnica*, 20(2), 4–13

Campos, L. (2019). *Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibra de vidrio en proporciones de 2%, 4% y 6%*. [Tesis Título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14739>

Mantilla, J. (2017). *Influencia de la Fibra de Vidrio Tipo E en las Propiedades Mecánicas Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>*. [Tesis Título, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10228>

Arista, J., & Trujillo, E. (2022). *Fibra de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. [Tesis Título, Universidad Ricardo Palma].

Repositorio de la Universidad Ricardo Palma.

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6078>

Pacheco, G. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades*. [Tesis Título, Universidad Privada Del Norte] Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10488>

Muñoz Salinas, F., & Mendoza Escobedo, C. J. (2012). *La durabilidad en las estructuras de concreto reforzado desde la perspectiva de la norma española para estructuras de concreto. Concreto y cemento. Investigación y desarrollo, 4(1), 63–86*.

Rodríguez, B. (2019). *Influencia de los superplastificantes Tipo F sobre sus propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante*. [Tesis Título, Universidad Privada Del Norte] Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23402>

Espada, M., & Morales, L. (2020). *Influencia de la adición de la ceniza volante de carbón en las propiedades del concreto, en muros portuarios, Lima, Sector Balneario de Ancon, 2018* [Tesis Título, Universidad Privada del Norte].

Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23949>

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Matriz de consistencia

TÍTULO:	<b>IMPACTO EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F’C= 210 KG/CM2, AL USAR FIBRAS DE VIDRIO Y ACERO RECICLADO, TRUJILLO – 2023.</b>				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿De qué manera el uso de la fibra vidrio y acero reciclado mejoran la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto f’c=210 kg/cm2 en las edificaciones de Trujillo, 2023??</p>	<p><b>General:</b> Determinar el impacto que genera el uso de la fibra de vidrio y acero reciclado en la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto f’c=210 kg/cm2 en las edificaciones de Trujillo, 2023.</p> <p><b>Específico 1:</b> Determinar el diseño de mezclas para un concreto de f’c=210 kg/cm2 patrón, ensayarlas en las edades de 14 y 28 días mediante testigos</p> <p><b>Específico 2:</b> Añadir las proporciones optimas de 0.9%, 0.6% y 0.3% tanto de fibra de vidrio como de acero reciclado en el diseño de mezcla del concreto f’c=210 kg/cm2.</p>	<p>Se plantea que el uso de fibra de vidrio y acero reciclado mejoran significativamente la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto f’c=210 kg/cm2 en las edificaciones de Trujillo 2023.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Trabajabilidad. Resistencia a la compresión.</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Fibras de vidrio. Acero reciclado.</p>	<p><b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Propósito:</b> Aplicada.</p> <p><b>Diseño:</b> Cuasi experimental.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación.</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de observación.</p>	<p><b>Población:</b> La población está conformada por 42 probetas de concreto con y sin incorporar fibras de carbono.</p> <p><b>Muestra:</b> 06 probetas patrón - concreto convencional, 18 probetas incorporando fibras de vidrio y 18 probetas incorporando acero</p>

	<p><b>Específico 3:</b> Elaborar, acondicionar y ensayar testigos estándar tanto como del concreto patrón y del concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado</p>				<p>reciclado, evaluadas a diferentes edades y porcentajes.</p>
	<p><b>Específico 4:</b> Analizar y comparar los resultados de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto f<sup>c</sup>=210 kg/cm<sup>2</sup> patrón, concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado.</p>				

Fuente: Elaboración Propia


**ANEXO N° 2.** Matriz de operacionalización de variables

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: TRABAJABILIDAD</b>	Es una propiedad del concreto en estado fresco, que está determinada por el grado de humectación de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua utilizada. El equipo necesario consiste en un cono truncado, dos círculos de la base paralelos entre sí, de 20 cm de tamaño y 10 cm de tamaño. Según el diámetro correspondiente, la altura del molde es de 30 cm (Tovar, 2021).	La variable de trabajabilidad se basa en hacer el ensayo de SLUMP mediante el cono de Abrams para determinar el asentamiento de la mezcla de concreto.	Consistencia	Asentamiento
			Diseño de Mezcla	Cemento Agregados
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	Las propiedades mecánicas de un concreto en estado endurecido como la resistencia a la compresión es el esfuerzo máximo que tiene la capacidad de soportar el concreto sin fisurarse o romperse. Este es usado como parte de un dato para sustentar la calidad de un concreto. También se define por ser el principal parámetro utilizado para obtener y calcular la eficacia del material a trabajar, donde logra la cuantificación tras realizar los ensayos en probetas cilíndricas y/o cúbicas diseñadas al instante del vaciado (Natalio & Pérez, 2022)	La variable de la resistencia a la compresión del concreto se evaluará mediante las fracturas de probetas sometidas en una prensa hidráulica a diferentes edades.	Concreto	Propiedad mecánica
			Tiempo de fraguado	Agua

<p><b>VARIBLE INDEPENDIENTE: ACERO RECICLADO</b></p>	<p>La viruta de acero que corresponde a un fragmento residual con forma de lámina curvada que se extrae como un desecho en el uso de brocas cuando se realizan trabajos de cepillado, desbastado o perforación de metales, a estos materiales se les considera un desecho en las metalmecánicas, talleres mecánicos, etc., además, se tiene los siguientes tipos de viruta de acero: viruta discontinua, viruta continua, viruta continua (Pérez, 2021). Las ventajas del uso de viruta en el concreto proporcionan resistencia en la compresión y flexión, aporta la resistencia al agrietamiento e impacto y aumenta la ductilidad y fatiga, absorbe energías en cargas elásticas y dinámicas, ahorro de tiempo y dinero (Espinoza, 2018).</p>	<p>La variable del acero reciclado se evaluará mediante la incorporación de diferentes porcentajes en el diseño de mezcla de concreto convencional.</p>	<p>Tiempo de vida útil</p>	<p>Durabilidad</p>
			<p>Concreto con acero reciclado</p>	<p>Aumento de resistencia</p>
<p><b>VARIBLE INDEPENDIENTE: FIBRA DE VIDRIO</b></p>	<p>La fibra de vidrio es un material hecho haciendo fluir vidrio fundido a través de una serie de pequeños orificios que, cuando se endurecen, crean un material lo suficientemente flexible como usarse como fibra. Estas fibras se tejen en telas flexibles en una variedad de patrones para acomodar el refuerzo apropiado. También es utilizado como refuerzo en composites a la construcción, principalmente por la relación entre propiedades y precio. Sus características principales son buena resistencia mecánica, baja densidad, buen</p>	<p>La variable de fibra de vidrio se evaluará mediante la incorporación de diferentes porcentajes en el diseño de mezcla de concreto convencional.</p>	<p>Tiempo de vida útil</p>	<p>Durabilidad</p>
			<p>Concreto con fibra de vidrio</p>	<p>Aumento de resistencia</p>

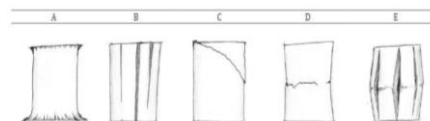
	aislante térmico, estabilidad dimensional, buena flexibilidad, bajo costo, buena resistencia a agentes químicos y la baja, la alta dureza y menor resistencia a la fatiga que otras fibras (Tovar, 2021).			
--	---	--	--	--

**ANEXO N° 3.** Ficha de observación para la resistencia a la compresión del Concreto Patrón y concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado.


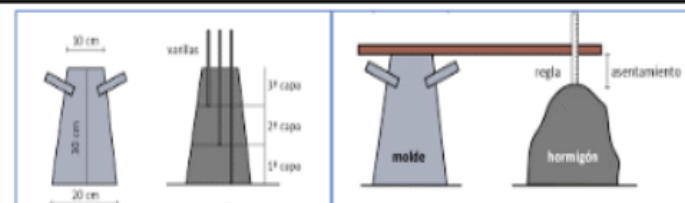
FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023										
Nombres y Apellidos:					N° DE FICHA:					
-Greys Darleny Diaz Campos					FECHA:					
-Dayana Stefhany Montoya Ccopa					HORA:					
Asesor:					DIMENSIÓN:		Fisuración de concreto			
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz										
DATOS DE LABORATORIO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm2 añadido con:.....										
% DE AÑADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm2)	CARGA (kg-f)	F'C = CARGA/ÁREA (KG/CM2)	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR						
CONCRETO PATRÓN	1CP									
	2CP									
	3CP									
0.3%	1FV									
	2FV									
	3FV									
0.6%	1FV									
	2FV									
	3FV									
0.9%	1FV									
	2FV									
	3FV									
OBSERVACIONES:										
FRIMAS:										

**TENER EN CUENTA:**




TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSIÓN DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA




**ANEXO N° 4.** Ficha de observación para el ensayo de asentamiento del Concreto Patron y concreto añadido con fibra de vidrio y acero reciclado.

FICHA DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																									
<b>Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</b>																													
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:																									
-Greys Darlenny Diaz Campos				FECHA:																									
-Dayana Stephany Montoya Ccopa				HORA:																									
Asesor:				DIMENSIÓN:		Consistencia																							
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz																													
DATOS DE LABORATORIO																													
ASENTAMIENTO (SLUMP)																													
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con:.....																													
																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROCESO DE ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>CAPAS</th> <th>N° DE GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> </tbody> </table>					PROCESO DE ENSAYO		CAPAS	N° DE GOLPES	1	25	2	25	3	25	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSISTENCIA EN CONO</th> </tr> <tr> <th>CONSISTENCIA</th> <th>ASENTAMIENTO (pulg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">SECA</td> <td style="text-align: center;">0 cm (0") a 5.08 cm (2")</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PLÁSTICA</td> <td style="text-align: center;">7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">FLUIDA</td> <td style="text-align: center;"><math>\geq 12.70</math> cm (5")</td> </tr> </tbody> </table>					CONSISTENCIA EN CONO		CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)	SECA	0 cm (0") a 5.08 cm (2")	PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")	FLUIDA	$\geq 12.70$ cm (5")
PROCESO DE ENSAYO																													
CAPAS	N° DE GOLPES																												
1	25																												
2	25																												
3	25																												
CONSISTENCIA EN CONO																													
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)																												
SECA	0 cm (0") a 5.08 cm (2")																												
PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")																												
FLUIDA	$\geq 12.70$ cm (5")																												
% DE AÑADIDO	MEDIDAS			TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO																					
	BASE INFERIOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE SUPERIOR (cm)	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA																				
CONCRETO PATRÓN																													
0.3%																													
0.6%																													
0.9%																													
OBSERVACIONES:																													
FRIMAS:																													

ANEXO N° 5. Ficha de observación para los ensayos de agregado fino.

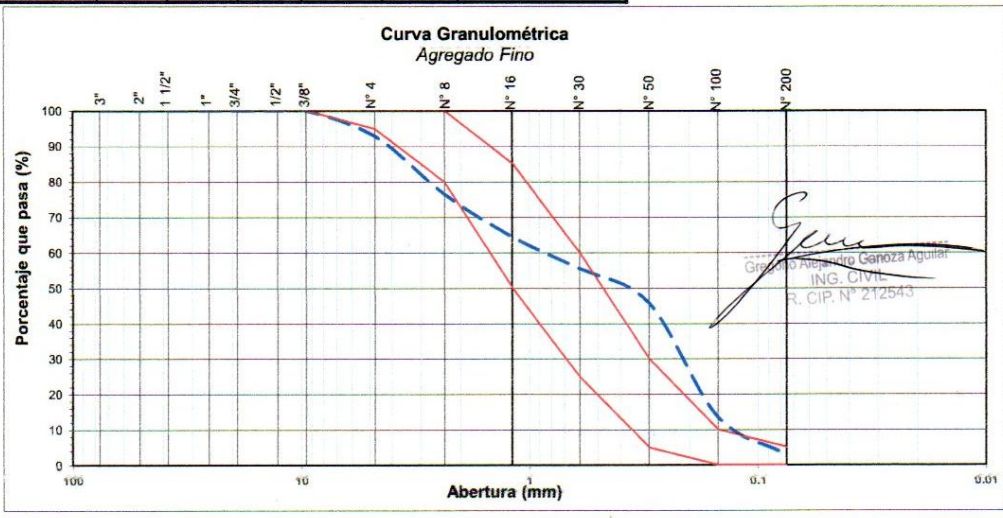
FICHA DE OBSERVACIÓN		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
<p>impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</p>					
<b>Nombres y Apellidos:</b>		<b>FECHA:</b>		15/04/2023	
-Greys Darleny Diaz Campos		<b>MATERIAL:</b>		AGREGADO FINO	
-Dayana Stefhany Montoya Ccopa		<b>PROCEDENCIA:</b>		CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO	
<b>Asesor:</b>		Ing. Melving Luis Rivera Muñoz			
DATOS DE LABORATORIO					
ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO					
Contenido de humedad	1.14	%			
Peso de la tara (g.)	68.7				
Peso natural de la muestra (gr)	529				
Peso de la muestra seca (gr)	524.20				
Peso específico	2.434	g/cm3	Absorción (%)	0.50	
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	1,711.2				
Peso de la fiola + agua (gr)	1,443.7				
Peso de la muestra s. s. s. (gr)	457.9				
Peso de la muestra seca (gr)	455.6				
Peso unitario suelto	1,746	kg/m3			
	M 01	M 02	M 03		
Volumen de la tara (m3)	0.0091	0.0091	0.0091		
Peso de la tara (kg)	6.380	6.380	6.380		
Peso del agregado + tara (kg)	22.24	22.34	22.22		
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,743	1,754	1,741		
Peso unitario compactado	1,920	kg/m3			
	M 01	M 02	M 03		
Volumen de la tara (m3)	0.0091	0.0091	0.0091		
Peso de la tara (kg)	6.380	6.380	6.380		
Peso del agregado + tara (kg)	23.86	23.84	23.86		
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,921	1,919	1,921		
Modulo de finura	2.67				
<b>FRIMAS:</b>					
			 Gerardo Alejandro Canoza Aguilar ING. CIVIL R. CIP. N° 212543		

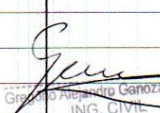
ANEXO N° 6. Ficha de observación para el ensayo de granulometría de agregado fino

FICHA DE OBSERVACIÓN				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
<b>Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</b>									
<b>Nombres y Apellidos:</b>						<b>FECHA:</b>			
-Greys Darleny Díaz Campos						15/04/2023			
-Dayana Stephany Montoya Ccopa						<b>MATERIAL:</b>		AGREGADO FINO	
<b>Asesor:</b>						<b>PROCEDENCIA:</b>		CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO	
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz									
DATOS DE LABORATORIO									
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO									
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Características Físicas	
						Mínimo	Máximo		
3"	75.000	0.00	0.0	0.0	100.0			Módulo de Finura :	2.5
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0			Contenido de Humedad:	1.14 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0				
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	100.00	100.00		
N° 4	4.750	7.60	7.1	7.1	92.9	95.00	100.00		
N° 8	2.360	164.60	16.4	23.5	76.5	80.00	100.00		
N° 16	1.180	122.50	12.1	35.6	64.4	50.00	85.00		
N° 30	0.600	87.60	8.8	44.4	55.6	25.00	60.00		
N° 50	0.300	97.90	9.8	54.2	45.8	5.00	30.00		
N° 100	0.150	323.50	32.3	86.5	13.5	0.00	10.00		
N° 200	0.075	104.70	10.5	97.0	3.0	0.00	5.00		
Fondo		29.7	3.00	100.0	0.0				


  

**Curva Granulométrica**  
Agregado Fino






  
 Greys Darleny Ganoza Aguilat  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 212543

**FRIMAS:**



ANEXO N° 7. Ficha de observación para los ensayos de agregado grueso.

FICHA DE OBSERVACIÓN	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
<b>impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</b>		
<b>Nombres y Apellidos:</b>		
-Greys Darleny Diaz Campos	<b>FECHA:</b>	15/04/2023
-Dayana Stefhany Montoya Ccopa	<b>MATERIAL:</b>	AGREGADO GRUESO
<b>Asesor:</b>	<b>PROCEDENCIA:</b>	CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz		
<b>DATOS DE LABORATORIO</b>		
<b>ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		
<b>Contenido de humedad</b>	0.57 %	
Peso natural de la muestra (gr)	4,000.0	
Peso de la muestra seca (gr)	3,977.5	
<b>Peso específico</b>	2.531 gr/cm <sup>3</sup>	<b>Absorción (%)</b>
		1.67
Peso de la muestra s. s. s. (gr)	4,071.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4,004.0	
Peso de la muestra sumergida (gr)	2,489.0	
<b>Peso unitario suelto</b>	1,460 kg/m <sup>3</sup>	
	M 01      M 02      M 03	
Volumen de la tara (m <sup>3</sup> )	0.0091    0.0091    0.0091	
Peso de la tara (kg)	6.380      6.380      6.380	
Peso del agregado + tara (kg)	19.82      19.62      19.56	
Peso unitario bruto (kg/m <sup>3</sup> )	1,477      1,455      1,448	
<b>Peso unitario compactado</b>	1,622 kg/m <sup>3</sup>	
	M 01      M 02      M 03	
Volumen de la tara (m <sup>3</sup> )	0.0091    0.0091    0.0091	
Peso de la tara (kg)	6.380      6.380      6.380	
Peso del agregado + tara (kg)	21.10      21.22      21.10	
Peso unitario bruto (kg/m <sup>3</sup> )	1,618      1,631      1,618	
<b>Modulo de finura</b>	6.80	
<b>FRIMAS:</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: right;">   <small>Geanilo Antonio Ganoza Aguilar</small>  <small>ING. CIVIL</small>  <small>R. CIP. N° 212543</small> </div> </div>		

**ANEXO N° 8.** Ficha de observación para el ensayo de granulometría de agregado grueso.


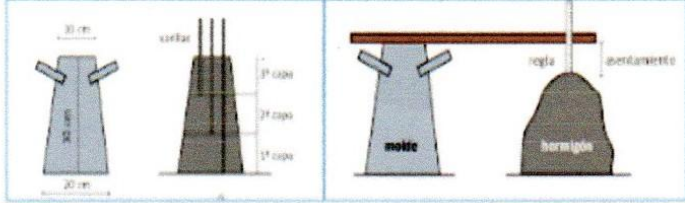


<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>				<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>					
<b>Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</b>									
<b>Nombres y Apellidos:</b>						<b>FECHA:</b>			
-Greys Darleny Diaz Campos						15/04/2023			
-Dayana Stephany Montoya Ccopa						<b>MATERIAL:</b>		AGREGADO GUESO	
<b>Asesor:</b>						<b>PROCEDENCIA:</b>		CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO	
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz									
<b>DATOS DE LABORATORIO</b>									
<b>ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO</b>									
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Características Físicas	
						Mínimo	Máximo		
3"	75.000	0.00	0.0	0.0	100.0			Módulo de Finura :	6.8
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0			T.M.N	1 pulg
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	Contenido de Humedad:	0.60 %
1"	25.000	97.50	1.0	1.0	99.0	100.0	100.0		
3/4"	19.000	621.00	6.2	6.2	90.8	90.0	100.0		
1/2"	12.500	3719.90	37.2	46.4	53.6	50.0	75.0		
3/8"	9.500	2495.30	25.0	71.4	28.6	20.0	55.0		
Nº 4	4.750	2739.35	27.4	98.8	1.2	0.0	10.0		
Nº 8	2.360	84.20	0.8	99.6	0.4	0.0	5.0		
Nº 16	1.180	14.90	0.1	99.7	0.3	0.0	5.0		
Fondo		27.4	0.3	100.0	0.0				


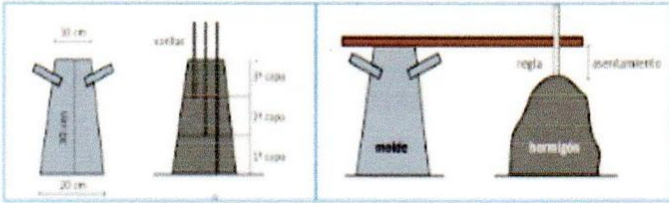


**Curva Granulométrica Agregado Grueso**

*Gau*  
 Gr. Ing. Alejandro Canoza Aguilar  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 12543


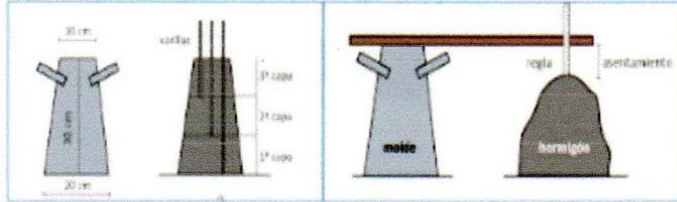

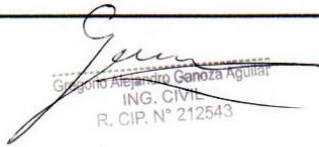
ANEXO N° 9. Ficha de observación del ensayo de asentamiento realizada con Concreto Patrón.

FICHA DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																									
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023																													
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:		01																							
-Greys Darleny Diaz Campos				FECHA:		21/04/23																							
-Dayana Stephany Montoya Ccopa				HORA:		11:10 am																							
Asesor:				DIMENSIÓN:		Consistencia																							
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz																													
DATOS DE LABORATORIO																													
ASENTAMIENTO (SLUMP)																													
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con:.....																													
																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROCESO DE ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>CAPAS</th> <th>N° DE GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>					PROCESO DE ENSAYO		CAPAS	N° DE GOLPES	1	25	2	25	3	25	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSISTENCIA EN CONO</th> </tr> <tr> <th>CONSISTENCIA</th> <th>ASENTAMIENTO (pulg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SECA</td> <td>0 cm (0") a 3.08 cm (2")</td> </tr> <tr> <td>PLÁSTICA</td> <td>7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")</td> </tr> <tr> <td>FLUIDA</td> <td><math>\geq 12.70</math> cm(5")</td> </tr> </tbody> </table>					CONSISTENCIA EN CONO		CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)	SECA	0 cm (0") a 3.08 cm (2")	PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")	FLUIDA	$\geq 12.70$ cm(5")
PROCESO DE ENSAYO																													
CAPAS	N° DE GOLPES																												
1	25																												
2	25																												
3	25																												
CONSISTENCIA EN CONO																													
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)																												
SECA	0 cm (0") a 3.08 cm (2")																												
PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")																												
FLUIDA	$\geq 12.70$ cm(5")																												
% DE AÑADIDO	MEDIDAS			TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO																					
	BASE INFERIOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE SUPERIOR (cm)	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA																				
CONCRETO PATRÓN	20	30	10	28.32°	30°	11:11am	11:16am	3.5"	Plástica																				
0.3%																													
0.6%																													
0.9%																													
OBSERVACIONES:																													
- Se obtuvo una consistencia optima para nuestro diseño de mezcla.																													
FRIMAS:																													
							 <p>Gregorio Alejandro Genzoza Aguilar ING. CIVIL R. CIP. N° 212543</p>																						




**ANEXO N° 10.** Ficha de observación del ensayo de asentamiento realizada con el concreto añadido con fibra de vidrio.

FICHA DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																									
<b>Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</b>																													
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:		02																							
-Greys Darleny Diaz Campos				FECHA:		21/04/23																							
-Dayana Stephany Montoya Ccopa				HORA:		1:50 pm																							
Asesor:				DIMENSIÓN:		Consistencia																							
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz																													
DATOS DE LABORATORIO																													
ASENTAMIENTO (SLUMP)																													
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: <u>Fibra de vidrio</u>																													
																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROCESO DE ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>CAPAS</th> <th>N° DE GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> </tbody> </table>					PROCESO DE ENSAYO		CAPAS	N° DE GOLPES	1	25	2	25	3	25	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSISTENCIA EN CONO</th> </tr> <tr> <th>CONSISTENCIA</th> <th>ASENTAMIENTO (pulg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">SECA</td> <td style="text-align: center;">0 cm (0") a 3.08 cm (2")</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PLÁSTICA</td> <td style="text-align: center;">7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">FLUIDA</td> <td style="text-align: center;">&gt;= 12.70 cm(5")</td> </tr> </tbody> </table>					CONSISTENCIA EN CONO		CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)	SECA	0 cm (0") a 3.08 cm (2")	PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")	FLUIDA	>= 12.70 cm(5")
PROCESO DE ENSAYO																													
CAPAS	N° DE GOLPES																												
1	25																												
2	25																												
3	25																												
CONSISTENCIA EN CONO																													
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)																												
SECA	0 cm (0") a 3.08 cm (2")																												
PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")																												
FLUIDA	>= 12.70 cm(5")																												
% DE AÑADIDO	MEDIDAS			TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO																					
	BASE INFERIOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE SUPERIOR (cm)	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA																				
CONCRETO PATRÓN																													
0.3%	20	30	10	28.4°	30°	1:53 pm	1:58 pm	2"	Seco																				
0.6%	20	30	10	28.7°	30°	2:21 pm	2:26 pm	0.5"	Seco																				
0.9%	20	30	10	28.5°	30°	2:54 pm	2:58 pm	0"	Seco																				
OBSERVACIONES:																													
<p>- Se observa una consistencia seca para los tres porcentajes de fibra de vidrio añadida; siendo la de 0.9% la más desfavorable en cuestión de consistencia</p> <p>- Se observa que la mezcla presenta muchos vacíos, debido a que la fibra de vidrio absorbió gran cantidad del agua calculada.</p>																													
FRIMAS:																													
							 <p style="font-size: small;">Alejandro Estayza Aguilar ING. CIVIL R. CIP. N° 212543</p>																						

ANEXO N° 11. Ficha de observación del ensayo de asentamiento realizada con el concreto añadido con acero reciclado.

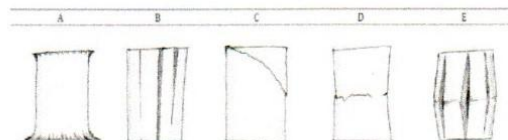
FICHA DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																									
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023																													
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:		03																							
-Greys Darleny Diaz Campos				FECHA:		21/04/23																							
-Dayana Steffhany Montoya Ccopa				HORA:		3:30 pm																							
Asesor:				DIMENSIÓN:		Consistencia																							
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz																													
DATOS DE LABORATORIO																													
ASENTAMIENTO (SLUMP)																													
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: <u>Acero Reciclado</u>																													
																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROCESO DE ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>CAPAS</th> <th>N° DE GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>					PROCESO DE ENSAYO		CAPAS	N° DE GOLPES	1	25	2	25	3	25	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSISTENCIA EN CONO</th> </tr> <tr> <th>CONSISTENCIA</th> <th>ASENTAMIENTO (pulg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SECA</td> <td>0 cm (0") a 5.08 cm (2")</td> </tr> <tr> <td>PLÁSTICA</td> <td>7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")</td> </tr> <tr> <td>FLUIDA</td> <td>&gt;= 12.70 cm (5")</td> </tr> </tbody> </table>					CONSISTENCIA EN CONO		CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)	SECA	0 cm (0") a 5.08 cm (2")	PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")	FLUIDA	>= 12.70 cm (5")
PROCESO DE ENSAYO																													
CAPAS	N° DE GOLPES																												
1	25																												
2	25																												
3	25																												
CONSISTENCIA EN CONO																													
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)																												
SECA	0 cm (0") a 5.08 cm (2")																												
PLÁSTICA	7.62 cm (3") a 10.16 cm (4")																												
FLUIDA	>= 12.70 cm (5")																												
% DE AÑADIDO	MEDIDAS			TEMPERATURA		HORA		ASENTAMIENTO																					
	BASE INFERIOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE SUPERIOR (cm)	T. CONCRETO (°C)	T. AMBIENTE (°C)	INICIO DE VACIADO	FIN DE VACIADO	SLUMP (pulg)	CONSISTENCIA																				
CONCRETO PATRÓN																													
0.3%	20	30	10	27.42°	30°	3:38pm	3:41 pm	4.3"	Plástica																				
0.6%	20	30	10	28.22°	30°	4:13pm	4:17 pm	3.9"	Plástica																				
0.9%	20	30	10	28.52°	30°	4:41 pm	4:46 pm	4"	Plástica																				
OBSERVACIONES:																													
- Se observa una consistencia plástica para todas los porcentajes de acero reciclado, siendo la de 0.3% la más plástica que el concreto patrón y las demás mezclas añadidas con acero reciclado y fibra de vidrio.																													
FRIMAS:																													
							 Gerardo Alejandro Ganoza Aguilas ING. CIVIL R. CIP. N° 212543																						

ANEXO N° 12. Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto patrón en 14 días.



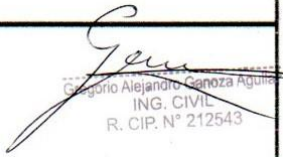
FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023										
Nombres y Apellidos:					N° DE FICHA:		04			
-Greys Darleny Diaz Campos					FECHA:		05/05/23			
-Dayana Stephany Montoya Ccopa					HORA:		10:12 am			
Asesor:					DIMENSIÓN:		Fisuración de concreto			
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz										
DATOS DE LABORATORIO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: _____										
% DE AÑADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/ÁREA (KG/CM <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR						
CONCRETO PATRÓN	1CP	14	10.10	10.00	10.05	79.33	16860	212.53	C	210.59
	2CP	14	10.30	10.10	10.20	81.71	17280	211.48	E	
	3CP	14	10.20	10.10	10.15	80.91	16810	207.76	E	
0.3%	1FV									
	2FV									
	3FV									
0.6%	1FV									
	2FV									
	3FV									
0.9%	1FV									
	2FV									
	3FV									
<b>OBSERVACIONES:</b> - Se observa que dos de las probetas, presentan un tipo de falla por pandeogeneral de las fibras en dirección externa.										
<b>FRIMAS:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: right;">   <small>Greys Darleny Diaz Campos</small>  <b>ING. CIVIL</b>  <small>R. CIP. N° 212543</small> </div> </div>										

**TENER EN CUENTA:**

TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSIÓN DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA

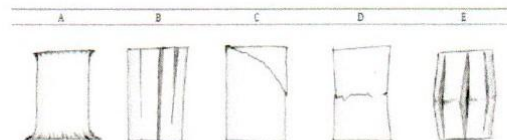


ANEXO N° 13. Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido acero reciclado en 14 días.



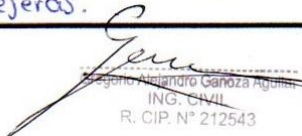
FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023										
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:		05				
-Greys Darleny Diaz Campos				FECHA:		05/05/23				
-Dayana Stefhany Montoya Ccopa				HORA:		10:20 am				
Asesor:				DIMENSIÓN:		Fisuración de concreto				
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz										
DATOS DE LABORATORIO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: Acero Reciclado										
% DE AÑADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg-f)	F'C = CARGA/ÁREA (KG/CM <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR						
CONCRETO PATRÓN	1CP									
	2CP									
	3CP									
0.3%	1FV	14	10.30	10.20	10.25	82.52	18480	223.95	E	217.67
	2FV	14	10.20	10.10	10.15	80.91	16460	203.44	C	
	3FV	14	10.30	9.70	10.00	78.54	17720	225.62	C	
0.6%	1FV	14	10.30	10.00	10.15	80.91	17590	217.40	C	213.05
	2FV	14	10.00	9.80	9.90	76.98	16930	219.93	C	
	3FV	14	10.40	9.80	10.10	80.12	16170	201.82	C	
0.9%	1FV	14	10.10	10.20	10.15	80.91	17700	218.76	E	213.97
	2FV	14	10.30	9.90	10.10	80.12	16480	205.69	C	
	3FV	14	10.20	9.90	10.05	79.33	17250	217.45	E	
OBSERVACIONES:										
- Se observa que la mayoría de probetas, presentan un tipo de falla por corte.										
FRIMAS:										
								 Gregorio Alejandro Ganoza Aguirre ING. CIVIL R. CIP. N° 212543		

TENER EN CUENTA:

TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSIÓN DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA

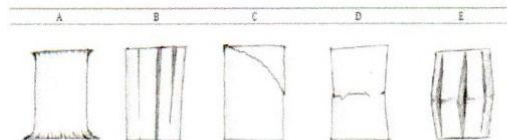


**ANEXO N° 14.** Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido fibra de vidrio en 14 días.




FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023										
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:		06				
-Greys Darleny Diaz Campos				FECHA:		05/05/23				
-Dayana Stephany Montoya Ccopa				HORA:		10:33 am				
Asesor:				DIMENSION:		Fisuración de concreto				
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz										
DATOS DE LABORATORIO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: <u>Fibra de Vidrio</u>										
% DE AÑADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/ÁREA (KG/CM <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR						
CONCRETO PATRÓN	1CP									
	2CP									
	3CP									
0.3%	1FV	14	10.40	10.40	10.25	82.52	18660	226.14	E	214.52
	2FV	14	10.40	10.00	10.20	82.71	16560	202.66	B	
	3FV	14	10.40	10.00	10.20	82.71	17550	214.78	C	
0.6%	1FV	14	10.50	9.90	10.20	82.71	17750	217.22	C	178.09
	2FV	14	10.30	9.90	10.10	80.12	9390	117.20	E	
	3FV	14	10.40	9.90	10.15	80.91	16170	199.84	C	
0.9%	1FV	14	10.30	10.00	10.15	80.91	14840	183.40	C	188.23
	2FV	14	10.40	9.60	10.00	78.54	14560	185.38	C	
	3FV	14	10.00	9.80	9.90	76.98	15080	195.90	C	
<b>OBSERVACIONES:</b> - Se observó, que una de las probetas con el 0.6%, obtuvo una resistencia muy baja en comparación a las demás del mismo porcentaje-, siendo una posible causa, que la fibra de vidrio se concentró más en la parte inferior de la probeta. - Se observa que las probetas con 0.6% y 0.9% presentan cangrejeras.										
<b>FRIMAS:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: right;">                       Ing. Alejandro Canaza Aguirre                      ING. CIVIL                      R. CIP. N° 212543                 </div> </div>										

**TENER EN CUENTA:**

TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSIÓN DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA

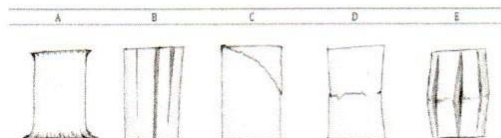


**ANEXO N° 15.** Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto patrón en 28 días.




<b>FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS</b>				<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>							
<b>Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023</b>											
<b>Nombres y Apellidos:</b>					<b>N° DE FICHA:</b>						
-Greys Darlenny Diaz Campos					FECHA:		07				
-Dayana Stefhany Montoya Ccopa					HORA:		19/05/2023				
<b>Asesor:</b>					<b>DIMENSIÓN:</b>		Fisuración de concreto				
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz											
<b>DATOS DE LABORATORIO</b>											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>											
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: _____											
% DE AÑADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg-f)	FC = CARGA/ÁREA (KG/CM <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	PROMEDIO	
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR							
CONCRETO PATRÓN	1CP	28	10.10	10.30	10.20	81.71	19510	238.76	C	236.17	
	2CP	28	10.30	10.10	10.20	81.71	18820	230.32	C		
	3CP	28	10.20	10.40	10.30	83.32	19950	239.43	E		
0.3%	1FV										
	2FV										
	3FV										
0.6%	1FV										
	2FV										
	3FV										
0.9%	1FV										
	2FV										
	3FV										
<b>OBSERVACIONES:</b>											
<b>FRIMAS:</b>											
  <p style="text-align: right;">Ing. Gregorio Alejandro Ganoza Aguirre ING. CIVIL R. CIP. N° 212543</p>											

**TENER EN CUENTA:**

TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSION DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA

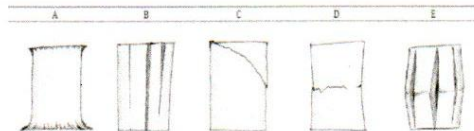


**ANEXO N° 16.** Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido acero reciclado en 28 días.




FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo – 2023										
Nombres y Apellidos:				N° DE FICHA:		08				
-Greys Darleny Diaz Campos				FECHA:		19/05/2023				
-Dayana Stephany Montoya Ccopa				HORA:		10:28 am				
Asesor:				DIMENSIÓN:		Fisuración de concreto				
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz										
DATOS DE LABORATORIO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm <sup>2</sup> añadido con: <u>Acero Reciclado</u>										
% DE ANADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/ÁREA (KG/CM <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR						
CONCRETO PATRÓN	1CP									
	2CP									
	3CP									
0.3%	1FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	18490	226.28	C	233.83
	2FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	19610	239.99	C	
	3FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	19220	235.21	C	
0.0%	1FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	19240	230.91	E	233.17
	2FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	20150	241.83	E	
	3FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	18530	226.77	C	
0.9%	1FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	19680	240.84	E	235.70
	2FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	18740	229.34	C	
	3FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	19360	236.93	C	
OBSERVACIONES:										
FRIMAS:										
						 Ing. Civil R. CIP. N° 212543				
										

**TENER EN CUENTA:**

TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSION DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA

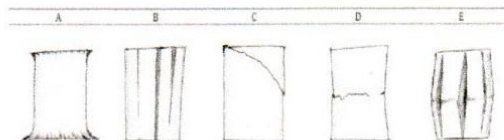


**ANEXO N° 17.** Ficha de observación del ensayo de resistencia de compresión del concreto añadido fibra de vidrio en 28 días.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
Impacto en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, al usar fibras de vidrio y acero reciclado, Trujillo - 2023										
Nombres y Apellidos:					N° DE FICHA:		09			
-Greys Darleny Diaz Campos					FECHA:		19/05/2023			
-Dayana Stefhany Montoya Ccopa					HORA:		10:40am			
Asesor:					DIMENSIÓN:		Fisuración de concreto			
Ing. Melving Luis Rivera Muñoz										
DATOS DE LABORATORIO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
TIPO DE CONCRETO: 210 kg/cm2 añadido con: <u>Fibra de vidrio</u>										
% DE AÑADIDO	PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO		PROMEDIO DIAMETROS	ÁREA (cm2)	CARGA (kg-f)	F'C = CARGA/ÁREA (KG/CM2)	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
			DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR						
CONCRETO PATRÓN	1CP									
	2CP									
	3CP									
0.3%	1FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	21380	256.59	C	224.95
	2FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	14580	174.98	C	
	3FV	28	10.10	10.30	10.20	81.71	19880	243.29	C	
0.6%	1FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	19000	228.03	E	242.67
	2FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	21370	256.47	C	
	3FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	20290	243.51	C	
0.9%	1FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	12670	152.06	E	180.70
	2FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	15160	181.94	E	
	3FV	28	10.20	10.40	10.30	83.32	17340	208.11	C	
OBSERVACIONES:										
FRIMAS:										
 Greys Darleny Diaz Campos ING. CIVIL R. CIP. N° 212543										
										

**TENER EN CUENTA:**

TIPOS DE FALLA	
A	F. POR APLASTAMIENTO
B	F. POR TENSION DE LAS FIBRAS
C	F. POR CORTE
D	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN INTERNA
E	F. POR PANDEOGENERAL DE LAS FIBRAS EN DIRECCIÓN EXTERNA



**ANEXO N° 18.** Panel Fotográfico.

**Figura 9**

*Ensayo de Granulometría del agregado fino y grueso respectivamente.*



**Figura 10**

*Ensayo de Gravedad Específica de agregado fino y grueso respectivamente.*



**Figura 11**

*Proceso de elaboración del concreto patrón, concreto añadido con fibra de vidrio y concreto añadido con acero reciclado.*





**Figura 12**

*Ensayo de Slump de concreto patrón, concreto añadido con acero reciclado y concreto añadido con fibra de vidrio, respectivamente.*





**Figura 13**

*Elaboración de testigos para las pruebas de resistencia a la compresión.*



**Figura 14**  
*Testigos de concreto patrón.*



**Figura 15**  
*Testigos de concreto añadido con fibra de vidrio al 0.3%, 0.6% y 0.9%.*



**Figura 16**

*Testigos de concreto añadido con acero reciclado al 0.3%, 0.6% y 0.9%.*



**Figura 17**

*Prueba de resistencia a la compresión de 14 días de concreto patrón.*



**Figura 18**

*Prueba de resistencia a la compresión de 14 días de concreto añadido con fibra de vidrio al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente.*



**Figura 19**

*Prueba de resistencia a la compresión de 14 días de concreto añadido con acero reciclado al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente.*





**Figura 20**

*Prueba de resistencia a la compresión de 28 días de concreto patrón.*



**Figura 21**

Prueba de resistencia a la compresión de 28 días de concreto añadido con fibra de vidrio al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente.



**Figura 22**

*Prueba de resistencia a la compresión de 28 días de concreto añadido con acero reciclado al 0.3%, 0.6% y 0.9% respectivamente.*

