

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO  
REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR  
LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c=175$  KG/CM<sup>2</sup>,  
TRUJILLO-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Andy Jean Pierre Palomino Casana  
Joseph Jean Paul Palomino Casana

Asesor:

Ing. German Sagastegui Vásquez

Trujillo - Perú

2021



## DEDICATORIA

Esta tesis se lo dedico a nuestra madre Fredesbinda Casana Polo por confiar en nosotros, por sus consejos, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación profesional.

A mis hermanos por estar con nosotros en los momentos más difíciles y darnos ánimos para poder seguir adelante.

A mis familiares por siempre buscar nuestro bienestar profesional como personal.

A mis amigos por compartirnos sus conocimientos y experiencias profesionales para poder mejorar en nuestra formación académica.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecir a toda nuestra familia, por guiarnos, por darnos sabiduría y darnos fuerzas para poder seguir adelante en nuestros estudios.

A nuestra madre, por ser nuestro ejemplo y motivo para seguir estudiando y ser excelentes profesionales.

A nuestro asesor de tesis por compartir sus conocimientos y por guiarnos a lo largo de toda nuestra investigación.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	21
Tabla 2:	21
Tabla 3:	22
Tabla 4:	26
Tabla 5:	29
Tabla 6:	30
Tabla 7:	31
Tabla 8:	31
Tabla 9:	32
Tabla 10:	35
Tabla 11:	36
Tabla 12:	38
Tabla 13:	39
Tabla 14:	40
Tabla 15:	41
Tabla 16:	48
Tabla 17:	48
Tabla 18:	49
Tabla 19:	50
Tabla 20:	50
Tabla 21:	51
Tabla 22:	54
Tabla 23:	54
Tabla 24:	54
Tabla 25:	55
Tabla 26:	55
Tabla 27:	56
Tabla 28:	61
Tabla 29:	61
Tabla 30:	62
Tabla 31:	62
Tabla 32:	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Composición del concreto.....	19
Figura 2: Fabricación del cemento portland .....	20
Figura 3: Procedimiento de ensayos.....	34
Figura 4: Resistencia a la compresión promedio de cada diseño de mezcla.....	56
Figura 5: Resistencia a la compresión promedio a 7 días de curado .....	57
Figura 6: Resistencia a la compresión promedio a 14 días de curado .....	58
Figura 7: Resistencia a la compresión promedio a 28 días de curado .....	59
Figura 8: Resistencia a la compresión promedio a 28 días de curado .....	60
Figura 9: % óptimo a los 28 días de curado.....	67
Figura 10: Control del concreto en estado fresco .....	93
Figura 11: Temperatura del concreto fresco.....	93
Figura 12: Slump o asentamiento .....	94
Figura 13: Peso unitario del concreto .....	94
Figura 14: Obtención de los agregados .....	95
Figura 15: Elaboración de la mezcla .....	95
Figura 16: Elaboración de las probetas de concreto .....	95
Figura 17: Curado de las probetas de concreto.....	96
Figura 18: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	96

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 .....	35
Ecuación 2 .....	37
Ecuación 3 .....	37
Ecuación 4 .....	37
Ecuación 5 .....	39
Ecuación 6 .....	39
Ecuación 7 .....	41

## RESUMEN

La investigación se realizó en la Universidad Privada del Norte de la ciudad de Trujillo. El propósito es determinar la influencia de la viruta de acero como reemplazo del agregado grueso para mejorar la resistencia en un concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>. Este estudio adopta un diseño experimental puro de muestreo probabilístico, el instrumento utilizado es la guía de observación y para el análisis de datos, la inferencia estadística.

Una de las principales limitaciones es la información sobre la adición de viruta de acero al concreto convencional reemplazando al agregado grueso para un concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup> que cumpla con las especificaciones, pues es escasa, por la poca información disponible en nuestro país. Otra limitación fue que debido a la pandemia del covid-19, se tuvo problemas en realizar los ensayos en el laboratorio, es por ello por lo que utilizamos las instalaciones de un laboratorio privado, para culminar esta investigación.

La principal conclusión fue que al colocar diferentes porcentajes de viruta de acero en el concreto convencional reemplazando al agregado grueso 1%, 2% y 3%, se obtiene como resultado el porcentaje óptimo 1% de VA, logrando un  $f'_c=287$  kg/cm<sup>2</sup> a sus 28 días de curado. Finalmente se determina la influencia de la viruta de acero en el concreto convencional, bajo un 18.24% respecto al concreto patrón.

**Palabras clave:** Probetas de concreto, viruta de acero, resistencia a la compresión (,)

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Durante muchos años, el hormigón ha sido el material básico más utilizado en edificios civiles, como casas, canales, puentes, etc. Dado que el hormigón sigue siendo muy importante en la construcción, intentamos utilizar materiales de compresión para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón y luego determinar el porcentaje óptimo del diseño de la mezcla. Dado que el hormigón es el principal material de construcción en el mundo, este estudio utilizara materiales de desecho de acero para lograr mayores cargas.

En esta investigación realizada en Perú (Alor Suarez & Alfaro Paredes, 2020), nos habla que siguieron la metodología ACI para hacer su dosificación en la mezcla de concreto añadiendo la viruta de acero, y se observó que esto no afecta las propiedades del concreto como su trabajabilidad y fluidez, lo que hace factible su uso en la obra, además de no presentar partículas de la viruta de acero, finalmente demuestra una mayor resistencia usado el 10% de viruta de acero a los 28 días dando como resultado 37.74 MPa y un ahorro de s/10.08 por m<sup>3</sup>.

(Sandoval Unapucha, 2017) En este estudio en Ecuador, compara el aumento de la resistencia a la compresión con viruta de acero comercial fundido reciclado a los 28 días de curado con los porcentajes de 1.25% y 1.5%, dando como mejor resultado el 1.25%, pues su resistencia promedio es de 281.2kg/cm<sup>2</sup> dando una mejora de las propiedades mecánicas de un hormigón convencional.

(Huerta Campos, 2013), En este estudio, hablo sobre la elección de los materiales que conforman el concreto y las propiedades que tienen, por lo que las estructuras de concreto que deben cumplir con los requisitos de seguridad, calidad y vida útil son muy importantes. Diseño de mezcla, porque un buen diseño de mezcla puede garantizar su

resistencia, calidad y durabilidad de acuerdo con la función que debe de cumplir la estructura.

(Briones Ponce, Zambrano Macías, Muñoz Macías, Ruiz Párraga, & Panchana de Calderero , 2020)

Esta investigación nos menciona la importancia del uso de materiales provenientes de residuos de acero en los asuntos ambientales y económicos en construcciones civiles. También habla sobre los ensayos de curado a los 28 días, en donde reemplazaron 5% y 10 % de viruta de acero como agregado fino, dando una resistencia super a la media (240 kg/cm<sup>2</sup>).

En Perú (BERESOVSKY DE LAS CASAS , 2011) ,habla sobre los cambios de las fisuras que sufre el concreto inducido a cargas por la deformación que se presenta, estas fallas son consecuencias de las fisuras internas que no se pueden apreciar a la vista, ya que son micro fisuras resultado de las hidratación y secado del concreto, así como la segregación y exudado, estas fisuras se aprecian al colocar entre el 70 y 90% de la carga máxima, su utilización en la construcción es de sostenimiento de terreno, se presenta en la construcción de túneles en la minería, reemplazando los sistemas de anclaje tradicionales.

(SARTA FORERO & SILVA RODRÍGUEZ, 2017), En este estudio, menciona que, para concreto de 3000 PSI, la resistencia a la compresión del cilindro de concreto que fallo a los 7, 14 y 28 días mostro una mejora debido a la adición de fibra. Esta fibra de acero no solo tiene propiedades mecánicas, sino que a los 28 días de curado, su resistencia a la compresión aumento en un 17,54% y se mencionó que la ductilidad se mejoró cuando se aplicó la carga, porque se evitaron fallas repentinas o explosivas

(Polo Honorio & Risco Carranza, 2018) Encontré sobre la aplicación de pocos porcentajes y cómo influye el concreto con fibra de acero en estado endurecido, pues

alcanza una mejor resistencia y durabilidad comparado al concreto simple, usando 1.5% y 3% respectivamente ha demostrado que el uso de 1.5% de fibra de acero es más fácil de procesar, mayor resistencia a la compresión y mayor peso unitario, pero el uso de 3% de fibra de acero tiene mejor resistencia a la flexión, por lo que se concluye que el uso de fibra de acero es de 1.5%.

(Badillo, 2008) , en la investigación, tiene como objetivo observar el comportamiento del concreto adicionando viruta reemplazando parte del agregado fino, en un 12 y 14%, la presente investigación se enfoca en adicionar la viruta de acero en menores cantidades y así lograr obtener una buena resistencia a la compresión. Concluye que el porcentaje optimo es del 12% ya que a los 28 días de curado aumento su resistencia un 1.78% mientras que al adicionar el 14% de viruta disminuía su resistencia a la compresión a medida que pasaban los días.

(Lao Odicio, 2007) indica que el extremo de la fibra de acero se deforma proporcionado un anclaje óptimo de fibras en el hormigón, mejorando las propiedades del hormigón simple, considerando una resistencia adicional. En la resistencia a la compresión, sus propiedades de las fibras de acero evitan que tenga una falla frágil y explosiva, dando como resultado ductilidad al compuesto.

(Sika, 2011), en la clasificación de fibras, la más resistente fue el acero, ya que tiene la capacidad de absorber las cargas sin fallar, observando que no transforma en primera ocasión en deformación sino que en esfuerzo interno siendo capaz soportar, pues aumentan la tenacidad y pueden soportar cargas después del agrietamiento de la matriz.

Al analizar la información, se puede determinar que el uso de viruta de acero puede aumentar la resistencia a la compresión del concreto, pero para esto, debemos considerar el diseño de mezcla, por los factores que están relacionado, como la calidad del material.

En este caso, debido a la homogeneidad de la aplicación de virutas y la limpieza de la

muestra cuando es analizada, también tratar de economizar en los costos de los materiales para finalmente cumplir las normas que utilizamos en el laboratorio para la ejecución de probetas.

Los cilindros por utilizar en los ensayos deben tener las medidas correspondientes y ser rotulados para no ser confundidos por otros estudiantes en su elaboración, ya que esto nos puede perjudicar el avance de los ensayos.

También debemos considerar el diseño de la mezcla, porque debido a cálculos incorrectos o selección de material, podemos obtener valores más bajos en términos de resistencia a la compresión.

Del mismo modo, cuando la mezcla no se maneja adecuadamente, cuando se hace el vaciado al molde de la probeta, ya que el procedimiento de operación es utilizar un martillo para asentar la mezcla según lo normado para evitar las cangrejeras en las probetas y finalmente considerar el tiempo de curado de la muestra.

Estas consideraciones perjudican la resistencia del concreto, obteniendo un concreto de baja calidad y menos tiempo de vida, por el tiempo de curado, error en la relación agua/cemento, mucho porcentaje de viruta de acero, etc.

Este estudio analizará los efectos de diferentes dosis de viruta de acero y tiempo de curado.

El porcentaje usado en concreto es 1, 2, 3%, donde encontraremos la máxima resistencia a la compresión en él, otro factor que actúa en el concreto es el tiempo de curado que será de 7, 14 y 28 días. El propósito es encontrar el mejor porcentaje que cumpla con los objetivos de este estudio y considerar cuidadosamente el diseño híbrido de acuerdo con el estándar NTP 400.017, teniendo en cuenta la economía y las funciones de la edificación.

Finalmente, al buscar materiales compatibles con el concreto que mejoren su resistencia a la compresión y a la vez que sea un material económico, se optó investigar el impacto que genera la viruta de acero al ser utilizado en un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  pues es un material que por sus propiedades mecánicas puede utilizarse en la construcción civil y ampliar conocimientos que serán útiles en nuestra vida profesional

### 1.1. Antecedentes

#### ***“Resistencia de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica”***

Espinoza (2018), la investigación tiene como objetivo principal determinar la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica. En la metodología se determinó que su tipo de investigación es aplicada y explicativa, pues los resultados obtenidos servirán para el comportamiento de la viruta metálica, el diseño es experimental de nivel cuasi-experimental, que consiste en estudiar el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado, la recolección de datos se realizó en forma directa, la primera etapa en el muestreo en el laboratorio y la segunda etapa en el diseño y ensayos según los procedimientos técnicos y normativos establecidos.

Los resultados se basan en sus objetivos. Las conclusiones son. Durante el diseño de mezcla de la probeta patrón su relación  $a/c=0.684$ , mientras las probetas de sustitución del agregado fino por la viruta metálica 10% fue  $a/c=0.760$  pues la viruta no absorbe el agua en la mezcla es por ello por lo que aumenta la relación  $a/c$ . El proceso de curado de 7, 14 y 28 días, las muestras reemplazadas por virutas de metal excedieron la resistencia de las muestras estándar, que fueron de 5.68%, 8.63% y 5.62% en orden.

#### ***“Efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”***

Garate, (2018) el tipo y diseño del estudio es experimental puro factorial (2 x 3), la muestra total es de 12 probetas cilíndricas de 15x30cm (6 probetas patrón y 6 probetas con 0.2% de viruta de acero), la técnica utilizada es de observación experimental, el objetivo principal de la investigación es evaluar el efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que la viruta de acero utilizada fue de tipo ondulado de 35mm de longitud y 2mm de espesor que complementa con el agregado de  $\frac{1}{2}$ ", para la probeta patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia alcanza 217.11 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días de curado, y en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>+ 0.2%VA, es 238.045 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando un aumento respecto al diseño de mezcla patrón, se recomienda usar esta mezcla en losas, veredas, sardineles, pues la viruta de acero puede cumplir la función de acero de temperatura y evitar la presencia de fisuras en los acabados.

#### ***“Viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto”***

Guzmán y Garate (2019), esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto, en la cual se utilizó concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el concreto convencional y también añadiendo 0.2%, 0.4% y 0.6% de viruta de acero. La metodología utilizada fue tipo de estudio es experimental puro factorial (4x3), la muestra está conformado por 144 probetas cilíndricas de 14x30cm para los ensayos de compresión y 48 vigas de 15x15x50cm para los ensayos de flexión, las conclusiones de esta investigación fueron, que se utilizó viruta de acero tipo ondulada de 35mm de longitud y 2mm de espesor para el agregado de  $\frac{1}{2}$ ", esta investigación se usó viruta de acero por ser un material económico y su diseño de concreto son de  $f'c=175$  y 210 kg/cm<sup>2</sup> donde se analiza los porcentajes añadidos en los cuales fueron de 0.2, 0.4 y

0.6% de viruta de acero a diferentes días de curado (7, 14 y 28 días), al finalizar el diseño de mezcla efectivo fue de 0.6%.

Mientras que la resistencia a la flexión a los 28 días del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+0.2\% \text{ VA}$  fue de  $43.37 \text{ kg/cm}^2$ , para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+0.4\% \text{ VA}$  fue de  $45.03 \text{ kg/cm}^2$ , para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+0.6\% \text{ VA}$  fue de  $42.37 \text{ kg/cm}^2$  y para el concreto  $175 \text{ kg/cm}^2+0.2\% \text{ VA}$  fue de  $35.78 \text{ kg/cm}^2$ , para el diseño de  $f'c=175\text{kg/cm}^2+0.4\%\text{VA}$  fue de  $35.51 \text{ kg/cm}^2$  y finalmente  $f'c=175\text{kg/cm}^2+0.6\%\text{VA}$  fue de  $34.55 \text{ kg/cm}^2$ .

***“Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”***

Valencia y Quintana (2016), en esta investigación el objetivo general es analizar el comportamiento del concreto simple y el concreto reforzado con adición de fibras de acero al 12% y 14%, las conclusiones son, un aumento en la resistencia a la compresión con fibra de acero en comparación al patrón, resaltando el porcentaje del 14%, obteniendo una resistencia promedio  $24500\text{kg-f}$ , superando en un 13.65% al diseño patrón.

Los resultados de los ensayos evidencian un comportamiento a los 14 días supero en 30%, a los 21 días llego a un 38% y a los 28 días alcanzó un 44% en comparación al diseño patrón.

Al hacer los ensayos de resistencia a la compresión se notó que las probetas patrón, el concreto se fracturo al instante al superar su máxima resistencia mientras que las probetas con refuerzo de fibras de acero presentan una falla tipo cono y corte cilíndrico siendo unas fallas menos letales conservando su forma cilíndrica en un 80%.

La trabajabilidad del concreto disminuyo significativamente a medida que se incrementa la cantidad de fibras de acero en el concreto.

***“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando con viruta de acero en porcentajes de 10 y 12% respecto al agregado fino de la mezcla”***

Angarita y Rincón (2017), en esta investigación el objetivo general es evaluar las propiedades mecánicas del concreto adicionado con viruta de acero en los porcentajes de 10 y 12% respecto al agregado fino de la mezcla mediante ensayos de laboratorio, para confirmar un aumento en su desempeño, el tipo de investigación es tipo aplicativa y experimental, las conclusiones son, que para el diseño de mezcla óptimo se siguió con los lineamientos del método Road Note Laboratory, debido a que los agregados no cumplieron con la granulometría recomendada en el método ACI, obteniendo el asentamiento esperado.

La resistencia a la compresión alcanzo valores de 15.35 Mpa, 16.7 Mpa y 9.16 Mpa, donde se evidencia una disminución al adicionar 12% de viruta de acero a los 28 días de curado.

para determinar el porcentaje óptimo de la mezcla, se concluyó que el porcentaje óptimo fue del 10%, pues demostró una mejoría del 8.08% en su resistencia.

***“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado”***

Cando Lara (2016), esta investigación tiene como objetivo general analizar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Las conclusiones son que gracias a sus propiedades de la fibra de acero mejoro en la resistencia de compresión y flexión, también menciona que las fibras metálicas en el concreto reducen las fisuras de contracción y mejora la resistencia de tracción indirecta, compresión y flexión

Según los resultados se puede determinar que para la resistencia a la compresión no es necesario una gran cantidad de fibras de acero, ya que el hormigón absorbe la mayor cantidad del esfuerzo.

La resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días muestra un aumento con las fibras metálicas recicladas del 30.70% respecto al hormigón simple mientras que el hormigón con fibras metálicas comerciales llega a un 22.28%.

La resistencia a tracción indirecta a los 28 días, muestran un aumento del 39.08% con las fibras metálicas recicladas y un 11.64% con respecto a las fibras metálicas comerciales respecto al hormigón simple.

***“Análisis de la resistencia a compresión de un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento, Lima 2018”***

Zavala (2018), Esta investigación tiene como objetivo general, determinar que cambios genera la adición de limalla de acero reciclado en obra a un concreto de  $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup>, en su diseño de investigación su método usado fue el científico y el tipo de estudio es aplicado pues uso varias dosificaciones de limalla de acero (3,5 y 7%),su población está conformado por 36 probetas,9 son con concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, 9 adicionando 3%limalla de acero,9 adicionando 5% limalla de acero y 9 adicionando 7% de limalla de acero a diferentes días de curado (7,14 y 28), el muestreo se basa en la teoría probabilístico y las técnicas de recolección de datos se aplicó las técnica de observación y fichas de recolección de datos.

Las conclusiones son, el porcentaje optimo el 5% de limalla de acero ya que a los 28 días su resistencia aumento en un 8.59% en comparación al concreto convencional.

Respecto al asentamiento se observó que con la adición de limalla al 3% el asentamiento disminuyó un 4.13%, para el 5% disminuyó un 11.07% mientras que al 7% disminuyo un 18.44% respecto al asentamiento del concreto patrón.

***“Resistencia a compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash-2019”***

Deledesma (2019), en su tesis. Realizado en la Universidad San Pedro, que tiene como objetivo general, determinar la resistencia a compresión del concreto cuando se sustituye el agregado fino en 4% y 6% por fibras de acero y virutas de acero, en su metodología de trabajo su enfoque de investigación es tipo cuantitativo, debido a fundamenta el análisis de los ensayos realizados para determinar el comportamiento de la viruta de acero en el concreto su tipo es aplicada y explicativa, pues se desarrolla con la finalidad de resolver los problemas de las propiedades del concreto con la adición de la viruta de acero, su diseño es experimental porque se compara las propiedades del concreto convencional con las adiciones de la viruta de acero, su población son de 45 probetas en total, también se aplicó la técnica de la observación. La tesis concluye que la aplicación de las fibras de acero en un porcentaje de 4 y 6% mejora la resistencia a compresión y no aumenta su relación a/c pues la viruta no contiene humedad ni la absorbe, también menciona el porcentaje de aumento al sustituir el agregado fino por virutas de acero a los 28 días de curado, el 4% de viruta de acero aumento 16% su resistencia y el 6% aumento 14%, demostrando que al sustituir el agregado fino por las fibras y viruta de acero mejora la resistencia a la compresión en comparación al concreto convencional, también menciona que a mayor porcentaje de fibras y virutas de acero disminuye la trabajabilidad del concreto.

## **1.2. Definiciones conceptuales**

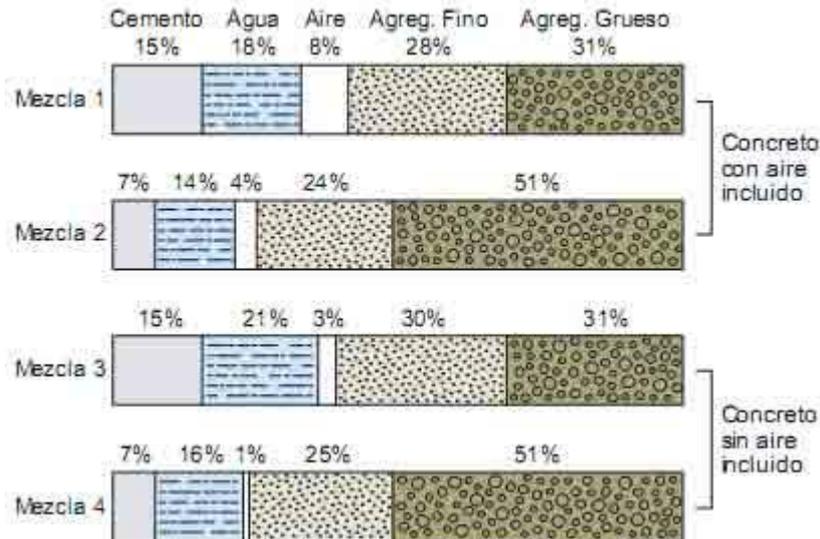
### **1.2.1. Concreto**

“El concreto puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (cemento portland hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y

eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo y después de cierto tiempo puede soportar grandes esfuerzos de compresión” (Sánchez, 2001, p.19)

### 1.2.2. Composición del concreto

Sánchez (2001) indica la siguiente composición del concreto.



**Figura 1:** Composición del concreto

**Fuente:** *Tecnología del concreto y del mortero*

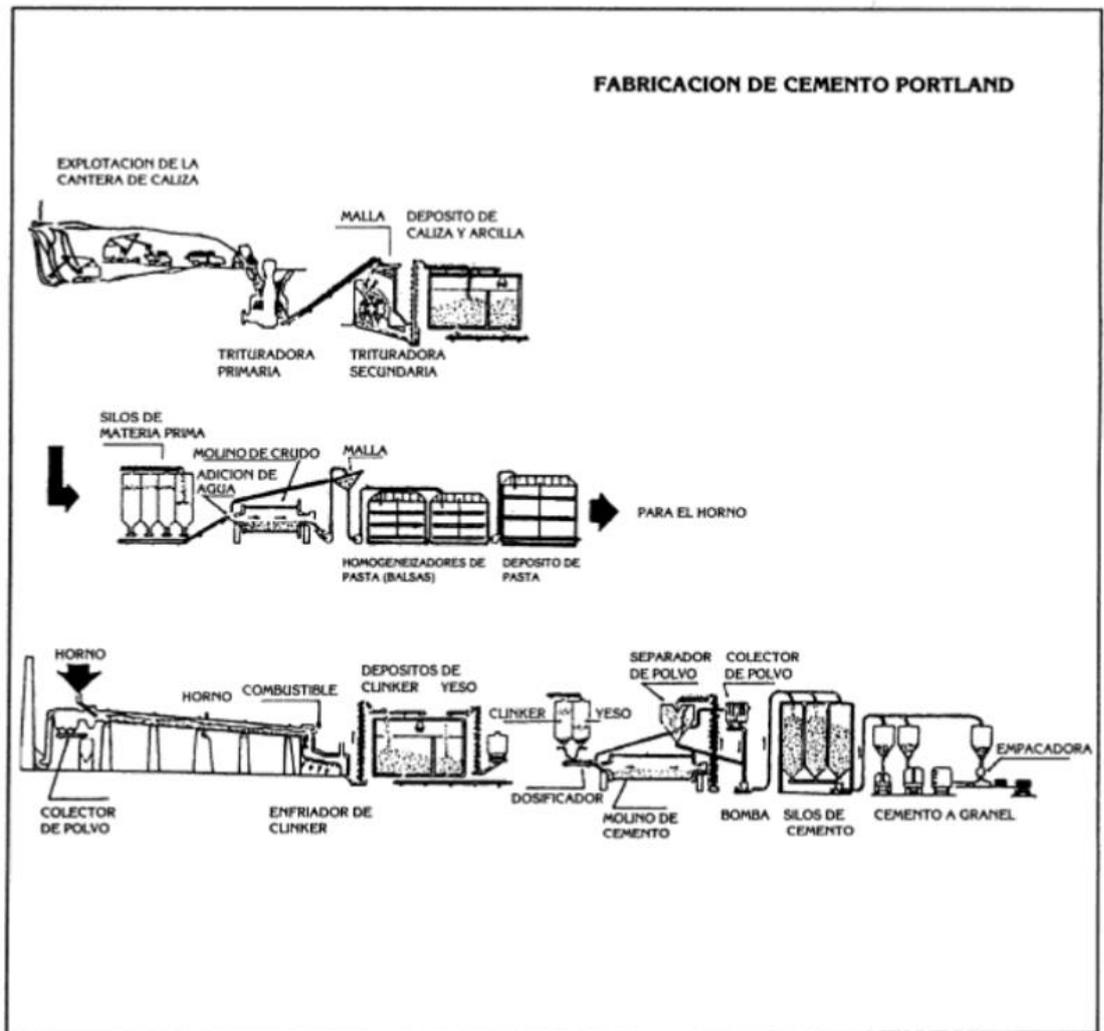
#### 1.2.2.1. Cemento

##### ➤ Definición

Sánchez (2001) es un material aglutinante con adherencia y cohesión, que puede unir fragmentos minerales entre sí para formar una unidad compacta con suficiente resistencia y durabilidad, y cabe mencionar que el aglomerante más común es el cemento portland.

El cemento portland o cemento a base de portland tiene la propiedad de fraguar u endurecerse en presencia de agua debido a una reacción química.

➤ **Fabricación del cemento Portland**



**Figura 2:** Fabricación del cemento portland

**Fuente:** *Tecnología del concreto y del mortero*

➤ **Composición química**

“Las materias primas utilizadas en la fabricación de cemento portland consisten principalmente de cal, sílice, alamina y óxido de hierro. Estos compuestos interactúan en el horno rotatorio de producción, para formar una serie de productos más complejos, hasta alcanzar un estado de equilibrio químico, con la excepción de un pequeño residuo de cal no combinada, que no ha tenido suficiente tiempo para reaccionar” (Sánchez, 2001, p.35).

Tabla 1:

Abreviaturas para las fórmulas químicas de los óxidos más frecuentes

Nombre de óxido	Fórmula	Abreviatura
Oxido de calcio	CaO	C
Dióxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	S
Oxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A
Oxido férrico	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F
Agua	H <sub>2</sub> O	H
Oxido de magnesio	MgO	M
Trióxido de azufre	SO <sub>3</sub>	s
Oxido de potasio	K <sub>2</sub> O	K
Oxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	N
Oxido de litio	Li <sub>2</sub> O	L
Oxido de fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P
Óxido de hierro	FeO	F
Oxido de titanio	TiO <sub>2</sub>	T

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero

Tabla 2:

Compuestos del cemento Portland

Nombre del compuesto	Composición del óxido	Abreviatura
Silicato tricálcico	3CaOSiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S
Silicato dicálcico	2CaOSiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S
Aluminio tricálcico	3CaOAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> A
Ferroaluminato tetracálcico	4CaOFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> AF

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero

➤ **Tipos de cemento**

De acuerdo con NTP 334.009 (2011), existen los siguientes tipos de cemento:

- Tipo I: Servicios de uso general. En este tipo de cemento, se encuentra el MS, que se usara para esta investigación.
- Tipo II: para uso general, utilizado básicamente en situaciones donde se quiere resistencia moderada al sulfato o calor moderado de hidratación.

- Tipo III: Se utiliza cuando se requiere una alta resistencia inicial.
- Tipo IV: Uso de servicio o quiere bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Usado en concreto con alta resistencia al sulfato.

#### 1.2.2.2. Agua

Sánchez (2001) El agua se puede definir como un componente del hormigón, con ella, el cemento sufre una reacción química que le confiere las características de fraguado y endurecimiento, formando así un único sólido con áridos. Por esta razón, se divide en agua de mezcla y agua de curado.

Es el elemento básico de la hidratación del cemento. En términos de su uso en concreto, el agua tiene tres usos: como ingrediente que detalla el diseño mixto, como medio curado para estructuras de construcción y como agua de enjuague para agregados; el agua mezclada representa el 15% del volumen total de concreto, de los cuales el 5% hidrata el cemento y el 10% restante lubrica el concreto, lo que facilita su manejo y evaporización durante el proceso de fraguado. (Delgado y Delgado, 2008).

*Tabla 3:*

#### *Requisitos de calidad de agua*

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	50 000 ppm.
Alcalinidad ( $NaHCO_3$ )	600 ppm.
Sulfatos (Ión $SO_4$ )	3 000 ppm.
Cloruros (Ión $Cl^-$ )	1 000 ppm.

**Fuente:** ASTM-C 1602

#### 1.2.2.3. Aire

Sánchez (2001) Cuando el concreto está en el proceso de mezclado, es normal que el aire permanezca en el concreto, y el aire se liberará durante el proceso de

compactación después de verter el concreto. Sin embargo, debido a que la compactación no es perfecta, siempre queda aire residual en el concreto endurecido. Por otro lado, a veces se incluyen burbujas de aire para fines específicos.

#### 1.2.2.4. Agregados

En términos de agregados, sabemos que estos materiales son una parte esencial del diseño de la mezcla del concreto porque representa alrededor del 65% al 80% del volumen de concreto.

El agregado puede obtenerse o producirse a partir de roca ígnea, roca sedimentaria o roca metamórfica. (Rivva, 2000).

#### Propiedades físicas de los agregados

- **Granulometría**

- ✓ **Para el Agregado Grueso**

En el análisis de la prueba de tamaño de partícula, determinaron el número de elementos de ciertos tamaños en el agregado grueso. La prueba se determina utilizando tamices que tendrán los tamaños estándar correspondientes: 11/2 pulgadas, 1 pulgada, 3/4 pulgadas, 1/2 pulgadas, 3/8 pulgadas y fondo. Entre ellos, una cierta cantidad de agregado grueso pasa a través de los tamices, y los tamices se colocarán en orden de tamaño. Los resultados se toman como un porcentaje del material restante en cada tamiz, y se analizan los datos obtenidos utilizando un gráfico.

- ✓ **Para el Agregado Fino**

Esta prueba nos ayudara a determinar el módulo de finura contenido en el agregado fino. Esto nos dice que el módulo de finura más alta requiere agua debido a su área de superficie más pequeña, y para llevar a cabo el cálculo de

la prueba se deben usar los siguientes tamices de tamaño: No. 100, No, 50, No.30, N° 16, N° 8, N° 4, 3/8 pulgadas, deben colocarse de acuerdo con el tamaño del tamiz y deben cumplir con los parámetros.

✓ **Peso Especifico**

- **Para el Agregado Grueso**

El ensayo es la relación a una temperatura estable de una masa en el aire de un volumen unitario del agregado, en comparación con una masa del aire de un volumen agua destilada libre de gas. (NTP 400.021, 2002)

- **Para el Agregado Fino**

Esta prueba determina la densidad promedio, la densidad relativa y la tasa de absorción de una cierta cantidad de agregado fino. (ASTM C128, 2001)

✓ **Peso Unitario**

Esta prueba determina el peso unitario suelto o compactado, y calcula la porosidad de agregado grueso, agregado fino o una combinación de ambos. Esta prueba solo se utiliza cuando la suma de las dimensiones nominales más grandes es de 150 mm.

✓ **Contenido de Humedad**

La cantidad de agua retenida en agregados gruesos y finos. Esta operación debe realizarse cuando el material está en estado natural. Esta es una característica importante porque ayuda a aumentar el agua mezclada en el concreto, por lo que debe considerarse junto con la cantidad de absorción para corregir correctamente la proporción de la mezcla para lograr la hipótesis. La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566 (Pasquel, 2012).

### 1.2.2.5. Viruta de acero

Las fibras son elementos delgados de longitud corta y diámetro pequeño que pueden usarse para formar hilos compuestos de material.

Hoy, gracias a la investigación de fibras de construcción realizada en los últimos 50 años, la industria ha desarrollado fibras de polipropileno, vidrio, nylon y acero, que tienen las mismas funciones que las fibras que se usaron hace cientos de años, la diferencia es que son hecho de acuerdo con las especificaciones técnicas y materiales más duraderos, puede satisfacer necesidades específicas. (Sarta, Silva, 2017, p.17).

Según la (ASTM A820/A820M, 2016), esta define cinco tipos de virutas de acero para este propósito, como son alambre liso o corrugado estirado en frío; lámina de corte liso o corrugado; fibras de extracción por fusión; fibras de acero de alambre modificado estirado en frío o de corte en fresadora que son lo suficientemente pequeñas para dispersarse de forma aleatoria en una mezcla de hormigón; estas virutas presentan las siguientes características:

- Incrementa la resistencia a la flexión, ductilidad y tenacidad del hormigón, produciendo un aumento de la capacidad portante.
- Logra alta resiliencia (capacidad de absorción de energía en el impacto) y resistencia al impacto para solicitaciones dinámicas.
- Permite ahorros de material ya que las dimensiones de los elementos proyectados con el hormigón pueden disminuirse conservando las mismas propiedades.
- Es compatible con todo tipo de cemento y mezclas de hormigón.
- Es compatible con todos los compuestos de curado, súper plastificantes, reductores de agua medios o altos, endurecedores y selladores.

- Debido a las características isotrópicas y a la repartición uniforme de fibras en toda la estructura, es ideal para cargas sin punto de aplicación definida.

✓ **Composición química**

*Tabla 4:*

*Composición química de la viruta de acero*

Composición	Fórmula
Hierro	Fe
Carbono	C
Aluminio	Al
Manganeso	Mn
Níquel	Ni
Nitrógeno	N
Vanadio	V
Tungsteno	W
Titanio	Ti
Plomo	Pb
Cobalto	Co
Cobre	Cu
Cromo	Cr
Fósforo	P
Molibdeno	Mo
Azufre	S

**Fuente:** Delgado Rugeles Rafael

### 1.3. Formulación del problema

¿Cómo es la influencia de la viruta de acero como reemplazo del agregado grueso para mejorar la resistencia en un concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, Trujillo-2021?

### 1.4. Objetivos

#### 1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la viruta de acero como reemplazo del agregado grueso para mejorar la resistencia en un concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, Trujillo-2021.

#### 1.4.2. Objetivos específicos

1. Realizar el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las proporciones de 1%, 2% y 3% de viruta de acero.
2. Determinar el porcentaje óptimo de la viruta de acero con 1%, 2% y 3%.
3. Determinar la influencia de la viruta de acero en el curado 7, 14 y 28 días.
4. Determinar la resistencia a la compresión de concreto utilizando una resistencia de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.5. Hipótesis

#### 1.5.1. Hipótesis general

La viruta de acero como reemplazo del agregado grueso mejorará significativamente la resistencia en un concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1 Según su propósito: Aplicada

Se considera una investigación Aplicada, ya que esta investigación utiliza la teoría para generar conocimiento práctico, y su uso es muy común en ramas del conocimiento como la ingeniería, pues busca la aplicación o uso de conocimientos adquiridos y otros se adquieren después de la implementación y práctica sistemática basada en investigación. El uso del conocimiento y la investigación indica una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer lo real.

#### 2.1.2 Según su diseño: Experimental

Se considera experimental por diseño, porque busca mejorar la resistencia a la compresión del concreto adicionando porcentajes de viruta de acero, para ello mediante probetas de concreto se podrá tener un análisis cuantitativo de datos. Por ello es experimental porque consiste en una serie de actividades organizadas y tecnología utilizada para recopilar la información y los datos necesarios sobre el tema para resolver el problema.

#### 2.1.3 Por el nivel: Concluyente

Se considera concluyente, porque busca determinar el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto sustituyendo el agregado grueso convencional por viruta de acero, por ello aumentara la resistencia del concreto y también podremos observar los efectos de la viruta sobre el concreto para así obtener datos de forma explicativa y cuantitativa. Esto se podrá evidenciar en ensayos de probetas de concreto sometidos a compresión.

## 2.2. Definición y operacionalización de variables

### 2.2.1. Variable dependiente

Tabla 5:

*Operacionalización de variable dependiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador / Ítem
<b>Resistencia a la Compresión</b>	Se define como esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Se mide con la elaboración de 36 probetas cilíndricas de concreto sustituyendo el agregado grueso con la viruta de acero.	Ensayo de los agregados	Granulometría (M.F.)
				Contenido de Humedad (%)
				Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )
				Gravedad Específica y
				Absorción (Gr/cm <sup>3</sup> - %)
			Diseño de Mezcla	Resistencia de diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )
				Relación a/c
				Dosificación de concreto (Kg)
				Dosificación de viruta de acero (Kg)
				Capacidad de Soporte de Carga
Área (cm <sup>2</sup> )				
Curva carga/edad (kg/cm <sup>2</sup> – días)				

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.2.2. Variable independiente

Tabla 6:

*Operacionalización de variable independiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador / Ítem
<b>Viruta de acero</b>	La viruta de acero como tal son elementos delgados de longitud corta y diámetro pequeño, que pueden ser utilizadas para formar hilos del material que estén compuestas.	Se realiza un diseño de mezcla de concreto 175 Kg/cm <sup>2</sup> sustituyendo el agregado grueso por la viruta de acero en distintos porcentajes.	Porcentaje de viruta de acero	Patrón, 1%, 2% y 3%

Fuente: Elaboración propia

## 2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

### 2.2.1 Población

La población está constituida por probetas cilíndricas elaboradas en el laboratorio de ensayos de materiales en el área de concreto, según las normas NTP 339.034.

### 2.2.2 Muestra

En esta investigación la muestra se obtendrá mediante la fórmula siguiente:

$$n_0 = \frac{Z^2 \times S^2}{E^2}$$

Donde:

- ✓  $n_0$ : Tamaño de muestra
- ✓  $Z$ : El nivel de confianza para este proyecto de investigación será de 90% ( $Z=1.64$ ).
- ✓  $S$ : Desviación estándar de la variable de estudio
- ✓  $E$ : Porcentaje de precisión o error ( $E=0.1$ ).

Tabla 7:

*Valores de la distribución normal estandarizada*

Valores de la distribución normal estandarizada			
Error (Tipo I): Puede ser unilateral o bilateral			
Nivel de confianza ( $1-\alpha$ )	Error ( $\alpha$ )	Valor Z	
		Bilateral	Unilateral
90%	0.1	1.64	1.28
95%	0.05	1.96	1.64
99%	0.01	2.57	2.32
Error (Tipo I): Siempre es unilateral			
Poder ( $1-\beta$ )	Error ( $\beta$ )	Valor Z	
0.80	0.2	0.842	
0.90	0.1	1.282	
0.95	0.05	1.645	
0.99	0.01	2.326	

**Fuente:** Universidad Privada del Norte, 2016

Tabla 8:

*Resistencia a la compresión a diferentes edades*

Adición de virutas de acero (%)	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )			Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
	7 días	14 días	28 días	
0	133.21	154.21	178.37	19.63
2	149.68	169.18	190.79	18.01
4	165.93	176.95	196.82	13.77
6	169.12	181.8	202.26	14.69

**Fuente:** Resistencia a compresión axial del concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades.

$$n_0 = \frac{1.64^2 \times 19.63^2}{(0.1 \times 178.37)^2} = 3.2 = 3$$

El tamaño de la muestra estará conformado por 36 probetas de concreto, donde 9 probetas serán del diseño patrón y 27 probetas con los porcentajes de 1%, 2% y 3%, de viruta de acero las cuales serán ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado, las probetas se elaborarán en la ciudad de Trujillo, en el periodo 2021.

Tabla 9:

**Distribución de muestra de probetas de concreto**

Tipos	% de viruta de acero	Resistencia a la compresión			Peso unitario
		7 días	14 días	28 días	
Patrón	0%	3	3	3	3
Concreto	1%	3	3	3	3
con	2%	3	3	3	3
sustitución					
de viruta	3%	3	3	3	3
de acero					
Sub total de especímenes		12	12	12	12
Total de especímenes			36		

Fuente: Elaboración propia

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.3.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica que se aplicara es la observación, ya que nos permitirá analizar de manera ordenada los datos obtenidos en el laboratorio como el diseño de mezcla de la NTP 339.189, para el ensayo de la resistencia a la compresión, utilizaremos la NTP 339.034, por lo cual se utilizara la guía de observación para anotar los datos obtenidos.

### **2.3.2 Instrumento de recolección de datos**

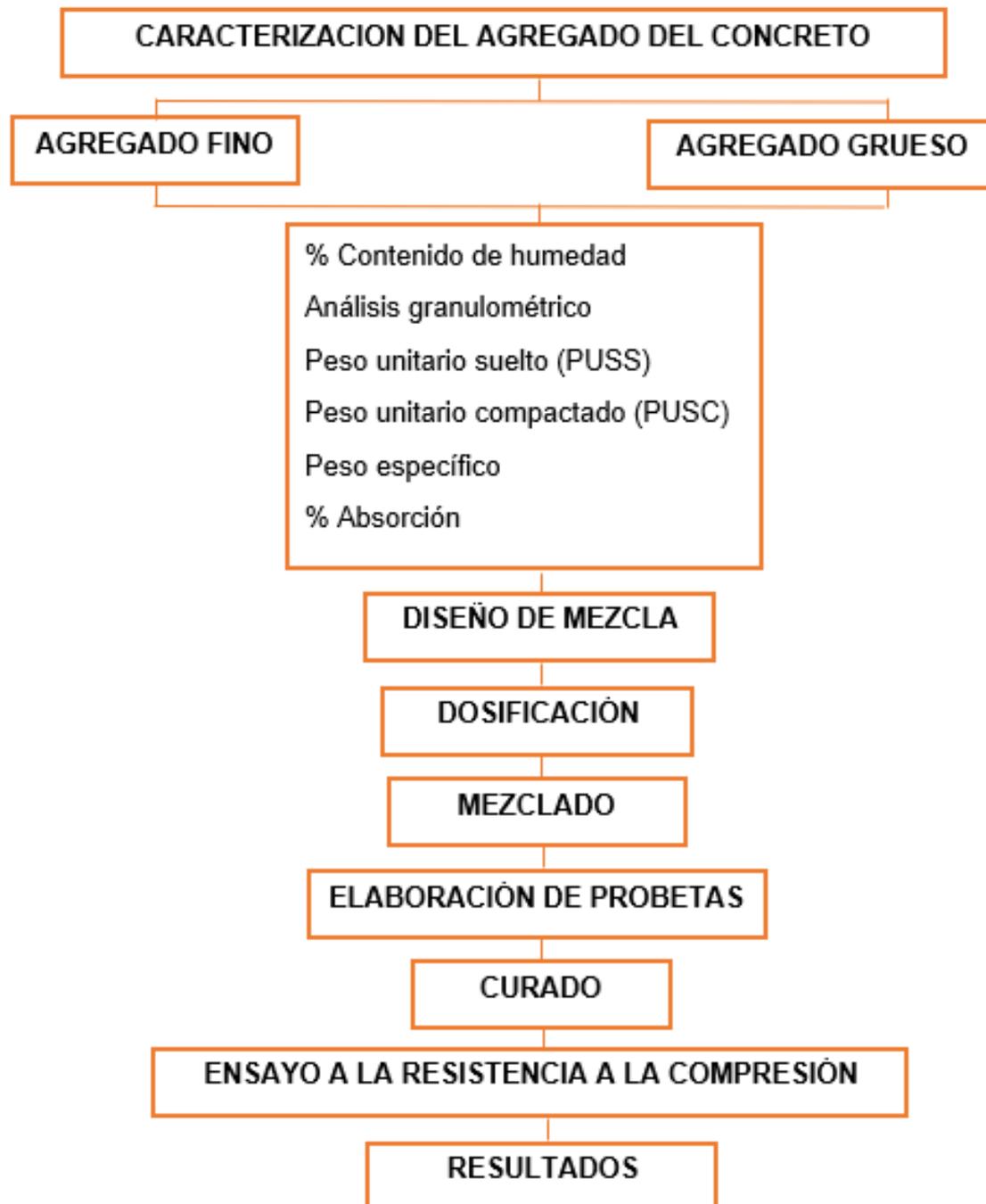
El instrumento utilizado será la guía de observación donde anotaremos los datos obtenidos de los ensayos realizados, donde se observará como actúa la viruta de acero en el concreto.

### **2.3.3 Análisis de datos**

Para el análisis de datos se realizará el método de inferencia estadística, donde permite inducir a partir de la recolección de datos proporcionada por las muestras de las probetas, cual es el comportamiento de la población con error mínimo.

El instrumento que se empleara para los datos es el método ANOVA, pues nos ayudara la verificación de las muestras.

## 2.5. Procedimiento



**Figura 3:** Procedimiento de ensayos

**Fuente:** Elaboración Propia

## 2.6. Caracterización de los agregados

En esta investigación se elaboró la caracterización de los agregados, bajo la normativa vigente, y cumpliendo las normas ASTM y NTP.

### 2.6.1. Análisis granulométrico del agregado fino (ASTM C136/ NTP 400.012)

- Se coloca el material en el horno a una temperatura de 100°C por un periodo un tiempo de 24 horas.
- Se pesa una muestra de aproximadamente 1 kilogramo.
- Luego se coloca los tamices en orden decreciente (3/8", N°: 4, 8, 10, 16, 30, 50, 100, 200, fondo) y se realiza el tamizado manual por un tiempo adecuado.
- Se pesa la cantidad encontrada dentro del tamiz en una balanza electrónica.
- Anotar los pesos para la realización de cálculos.

Para calcular el módulo de finura se emplea la siguiente formula:

*Ecuación 1*

$$mf = \frac{\sum \% \text{ ret acumulado (No. } 3/8 + \text{ No. 4} + \dots + \text{ No. 100)}}{100}$$

*Tabla 10:*

*Análisis granulométricos de agregado fino*

Tamiz	Abertura	Peso retenido(gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
3/8"	9.50				
N°4	4.75				
N°8	2.36				
N°16	1.18				
N°30	0.60				
N°50	0.30				
N°100	0.15				
N°200	0.08				
CAZOLETA					
TOTAL					

**Fuente:** ASTM C136

### 2.6.2. Análisis granulométrico del agregado grueso (ASTM C136 / NTP 400.012)

- Se coloca el material en el horno a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  por un periodo un tiempo de 24 horas.
- Se pesa la muestra de aproximadamente 1/2 kilogramo.
- Luego se coloca los tamices en orden decreciente (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°8 y N°16) y se realiza el tamizado manual por un tiempo adecuado.
- Se pesa la cantidad encontrada dentro del tamiz en una balanza electrónica.
- Anotar los pesos para realización de cálculos.
- El proceso se realiza tres veces.

Tabla 11:

*Análisis granulométricos del agregado grueso*

Tamiz	Abertura	Peso retenido(gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
1 1/2"	37.50				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
N°4	4.75				
N°8	2.36				
N°16	1.18				
CAZOLETA					
TOTAL					

Fuente: ASTM C136

### 2.6.3. **Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso (ASTM C 127 / NTP 400.021)**

- Dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado, se procede a tomar una cantidad del agregado grueso.
- Se coloca el material dentro de un recipiente con agua por 24 horas
- Se procede a retirar la muestra del agua, se extiende y se seca con un pañuelo absorbente la superficie, consiguiendo el estado saturado superficialmente seco (Pesss).
- Luego de pesar la muestra, se coloca de forma inmediata en una cesta de alambre y se pesa dentro del agua.
- Finalmente se seca la muestra a una temperatura de 100°C por 24 horas para pesarlo después y determinar su peso seco.

Para calcular el ensayo del agregado grueso se utilizará las siguientes formulas:

Donde:

A: Peso de la muestra seca en aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire

C: Peso en el agua de la muestra saturada

*Ecuación 2*

**Peso específico de masa**

$$Pe = \frac{A}{(B - C)}$$

*Ecuación 3*

**Peso específico de masa saturada superficialmente seco**

$$Pesss = \frac{B}{(B - C)}$$

*Ecuación 4*

**Porcentaje de absorción (fino y grueso)**

$$Ab(\%) = 100 \times \frac{B - A}{A}$$

Tabla 12:

*Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso*

Descripción	Unidad	Muestra			Promedio
		1	2	3	
Peso de la muestra secada en el horno al aire (A)	g				
Peso de muestra en estado sss al aire (B)	g				
Peso de muestra saturada en agua (C)	g				
<b>Peso específico base seca</b>	gr/c3				
Peso específico base SSS	gr/cm3				
<b>Absorción</b>	%				

Fuente: ASTM C127

#### 2.6.4. **Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino (ASTM C 128 / NTP 400.022)**

- Se pesa una muestra de 500g y se sumerge en agua por 24 horas.
- Se decanta el agua de la muestra y se colocara sobre una cocina eléctrica para secarla, moviendo por ratos para tener una muestra uniforme.
- Se coloca el material en un molde cónico en tres capas, el cual será compactado con 25 golpes por capa con el pistón.
- Si al retirar el molde cónico se derrumba 1/3 de la parte de encima, esto demostrará que el agregado habrá alcanzado su condición saturada superficialmente seca. De no ser así, se repite el procedimiento.
- Se pesa la fiola con agua hasta 500ml y luego se botó el agua.
- Se introduce en la fiola 500gr de la muestra preparada y se añade agua hasta el 90% de la capacidad del frasco, se rueda la fiola sobre una superficie lisa para eliminar las burbujas de aire durante un minuto.
- En caso de que sobrepase el ras indicado, con ayuda de una pipeta se saca el agua y se procede a cuantificar el peso de la fiola.
- Finalmente se deja reposar la fiola con la muestra hasta que esta se asiente, donde se sacara la muestra para ponerlo en un recipiente y meterlo al horno a una temperatura de 100°C por 24 horas, obteniendo su peso seco.

Para calcular el ensayado del agregado fino se utilizará las siguientes formulas:

Donde:

A: Peso del agregado saturado con superficie seca

B: Peso del recipiente + muestra + agua

C: Peso del recipiente lleno de agua

D: Peso de la muestra seca en el horno

*Ecuación 5*

**Peso específico base seca**

$$Gsb = \frac{d}{(c + a - b)}$$

*Ecuación 6*

**Peso específico saturada superficialmente seca**

$$Gsa\ sss = \frac{a}{(c + a - b)}$$

*Tabla 13:*

*Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino*

Descripción	Unidad	Muestra			Promedio
		1	2	3	
Peso de la muestra secada en horno al aire (D)	Gr				
Peso del picnómetro lleno de agua (C)	Gr				
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua (B)	Gr				
Peso de la muestra en estado SSS (A)	Gr				
<b>Peso específico base seca</b>	Gr/m <sup>3</sup>				
Peso específico base SSS	Gr/m <sup>3</sup>				
<b>Absorción</b>	%				

**Fuente:** ASTM C128

## 2.6.5. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (ASTM C29 / NTP

### 400.017)

- Se determina el peso del molde.
- Se vierte agua en el molde hasta llenarlo y se toma el peso, para determinar su volumen.
- Para el peso unitario suelto se vierte la muestra del agregado en el molde, a una altura no mayor de 50mm por encima del borde superior hasta llenarlo.
- En caso del peso unitario compactado se coloca el material en tres capas, cada capa se compacta uniformemente con una varilla normada 25 veces.
- Una vez lleno el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla.
- Por último, se toma el peso del molde con la muestra.

Tabla 14

*Peso unitario suelto y compactado*

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	Kg				
Peso recipiente + muestra apisonada	Kg				
Peso de recipiente	Kg				
Peso de muestra en estado suelto	Kg				
Peso de muestra en estado compactado	Kg				
Volumen de recipiente	M3				
<b>Peso unitario suelto</b>	Kg/m <sup>3</sup>				
<b>Peso unitario compactado</b>	Kg/m <sup>3</sup>				

Fuente: ASTM C29

### 2.6.6. Contenido de humedad del agregado fino y grueso (ASTM C566 / NTP 339.185)

- Se coloca el material en una bandeja para hacer el cuarteo.
- Luego se coloca en envases previamente tarados y se pesa el material en estado natural en una balanza electrónica.
- Finalmente, se coloca al horno a una temperatura de 100°C por 24 horas, para después pesarla, obteniendo la muestra seca.
- Se realiza el proceso tres veces.

Para hallar el contenido de humedad se calculará con la siguiente ecuación:

*Ecuación 7*

$$H = \frac{m_h - m_s}{m_s} \times 100$$

Donde:

H: % contenido de humedad

Mh: Masa de la muestra natural

Ms: Masa de la muestra seca

*Tabla 15:*

*Contenido de Humedad*

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	Gr				
Peso recipiente + muestra húmeda	Gr				
Peso de recipiente + muestra seca	Gr				
Peso de muestra húmeda	Gr				
Peso de muestra en seca	Gr				
Peso de agua	Gr				
<b>Contenido de humedad</b>	%				

**Fuente:** ASTM C566

### 2.6.7. Diseño de mezcla por el método ACI 211 para una resistencia $f'c=175$ kg/cm<sup>2</sup>

Para el diseño de mezcla del concreto nos basaremos en la norma ACI 211 “GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE CONCRETO”. Para hallar las proporciones se debe de conocer algunas características de los materiales que se emplearan en la elaboración del diseño de mezcla. La cual en la norma ACI 211, se resume el procedimiento de diseño de mezcla en los siguientes pasos:

- ✓ Selección del revestimiento
- ✓ Elección del tamaño máximo del agregado
- ✓ Estimación de agua de mezcla y el contenido de aire
- ✓ Selección de la relación agua/cemento
- ✓ Cálculo del contenido de cemento
- ✓ Estimación del contenido de agregado grueso
- ✓ Estimación del contenido de agregado fino
- ✓ Ajustes de peso por humedad de los materiales
- ✓ Ajustes en la mezcla de prueba

#### **Dosificación**

En la dosificación se implica determinar las proporciones adecuadas para los materiales que compone el concreto con la finalidad de obtener la resistencia requerida, la cual se expresa en kg/cm<sup>3</sup>.

#### **Mezclado**

La mezcla del concreto tiene como finalidad de combinar los agregados, cemento y agua produciendo una masa homogénea. El mezclado en la maquina cerciorara concretos uniformes de modo más económico.

### 2.6.8. Elaboración de probetas (NTP 339.034)

- Se colocará los materiales (agregado fino, grueso, cemento, agua y viruta de acero) en baldes con sus respectivos pesos según la dosificación elaborada.
- Luego se añade todo el agregado grueso y una parte del agua de la mezcla en el trompo, después se enciende el trompo y se agrega el agregado fino, el cemento, el agua restante y al último la viruta de acero.
- Se procede a llenar la mezcla en los moldes cilíndricos estándar, donde se vierte en tres capas el molde y se da 25 chuseadas con la varilla lisa que son distribuidas de manera uniforme. El extremo redondo de la varilla va hacia abajo. No olvidar que la varilla debe ingresar 1” en la capa anterior.

- Terminado el chuseado, se golpeará suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo de goma para liberar las burbujas de aire que podrían haber quedado atrapadas en el interior de la mezcla.
- Se nivelará la superficie de la probeta con la varilla lisa de chuseado.
- Después que haya pasado 24 horas de su elaboración, se retirará el molde con mucho cuidado.
- Finalmente, al desmoldar las probetas, se colocará las probetas en el agua, cubriéndolas por completo.

### **2.6.9. Curado**

Se utilizará para describir el proceso por el cual el concreto desarrollará sus propiedades mecánicas en estado endurecido, el cual deberá tener un curado entre 3-28 días.

### **2.6.10. Ensayo de la resistencia a la compresión (NTP 339.034)**

- Se retira las probetas de la poza de curado respecto al tiempo del cual se requiera su día de ensayo y se espera un tiempo para que el agua de adentro sea eliminada.
- Se utilizará el vernier para medir su diámetro y altura en cada probeta, el cual nos servirá más adelante para el cálculo.
- Se alinearán las probetas con el eje en el centro del bloque de empuje superior.
- Se verifica que el indicador de carga se encuentre en cero y se aplica una carga continua con un rango de velocidad de  $0.5 \pm 0.05 \text{ MPa/s}$  hasta que la probeta falle.
- Se registra los datos de la máxima carga que resiste la probeta.

## **2.7. Desarrollo de tesis**

### **2.7.1. Caracterización del agregado para la elaboración de las probetas de concreto**

#### **2.7.1.1. Materia prima**

El material se adquirió en distintos lugares de la ciudad de Trujillo. Los agregados fino y grueso se adquirieron de la Cantera Quebrada el León, ubicado en el sector el Milagro – Huanchaco. La viruta de acero se obtuvo de los tornos, ubicado en el Mercado Mayorista y el cemento en la ferretería Dino.

### **2.7.1.2.Cemento**

El cemento utilizado es el cemento Pacasmayo portland Tipo I, el cual es de uso general, ya que no presenta propiedades especiales y cumple con la norma técnica, es por ello por lo que es ideal para nuestro diseño de 175 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión.

### **2.7.1.3.Agregados**

#### **2.7.1.3.1. Agregado Fino**

Se registró un módulo de finura de 3.13, el cual se ubica entre los parámetros establecidos por la norma NTP 400.037.

Se obtuvo un 0.5% de contenido de humedad, el peso unitario suelto seco que se obtuvo es de 1,564 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1,759 kg/m<sup>3</sup>. El peso específico y la absorción del agregado fino fue de 1.2%.

#### **2.7.1.3.2. Agregado Grueso**

El contenido de humedad que se registro es de 0.4%, el peso unitario suelto seco obtuvo 1,450 kg/m<sup>3</sup> y su peso unitario compactado seco es de 1,601 kg/m<sup>3</sup>. El peso específico y la absorción del agregado grueso fue de 1.2%.

### **2.7.1.4.Agua**

Se utilizó agua potable para la mezcla del concreto y curado en las probetas de concreto, ya que este cumple con la NTP 339.088 y ASTM C - 1602.

### **2.7.1.5.Viruta de acero**

El material se obtuvo de las empresas manufactureras (tornos), ubicado en el Mercado El Mayorista del Distrito de Trujillo. Se utilizó la viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto, para ello se dosifico en 1%, 2% y 3% respecto al agregado grueso.

### **2.7.1.6.Caracterización física de los materiales**

#### **2.7.1.6.1. Análisis Granulométrico de los Agregados**

##### a) Agregado Fino

- Se empleó aproximadamente 1kg de agregado fino en el horno a una temperatura de 100°C por 24 horas.
- Posteriormente se colocó los tamices en orden decreciente (3/8", N°:4 ,8, 16, 30, 50, 100, 200 y fondo) y realizamos el tamizado manualmente.

- Se pesa las cantidades de agregado fino encontradas dentro de los tamices en una balanza.
  - Anotamos el peso retenido de cada tamiz y procedemos a realizar los cálculos respectivos.
  - Se realiza el mismo procedimiento 3 veces.
- b) Agregado Grueso
- Se empleó aproximadamente 5 kg de agregado grueso en el horno a una temperatura de 100°C por 24 horas.
  - Posteriormente se colocó los tamices en orden decreciente (1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, N°:4, 8, 16 y fondo) y realizamos el tamizado manualmente.
  - Se pesa las cantidades de agregado grueso encontradas dentro de los tamices en una balanza.
  - Anotamos el peso retenido de cada tamiz y procedemos a realizar los cálculos respectivos.
  - Se realiza el mismo procedimiento 3 veces.

#### **2.7.1.6.2. Peso específico y capacidad de absorción de los agregados**

##### **a) Agregado Fino**

- Se empleó aproximadamente 500 gr de agregado fino y se sumerge en agua por 24 horas.
- Después sacamos la muestra del agua y colocamos la muestra sobre una cocina eléctrica para secarla, moviendo la muestra de manera uniforme.
- Colocamos la muestra en un molde cónico en tres capas y compactamos con 25 golpes por capa con un pistón.
- Si al retirar el molde cónico y se cae 1/3 de la parte superior, se demuestra que el agregado alcanza su condición saturada superficialmente seca. De no ser así, repetimos el procedimiento.
- Posteriormente se pesa la fiola con agua hasta 500 ml y luego se bota el agua.
- Se inserta 500 gr del material a la fiola y añadimos hasta 90% de la capacidad del frasco, donde se rueda la fiola para eliminar las burbujas de aire durante 1 minuto.
- Por último dejamos reposar la fiola con la muestra hasta que esta se asiente, donde se sacara la muestra para colocarlo en un recipiente y meterlo al horno a 100°C por 24 horas, obteniendo su peso seco.

### **b) Agregado Grueso**

- Se empleó aproximadamente 3 kg de agregado grueso.
- El material se coloca dentro de un recipiente por 24 horas.
- Después se retira el material del agua, se extiende y secamos con un pañuelo absorbente la superficie, consiguiendo el estado saturado superficialmente seco (Pesss).
- Luego se procede a pesar la muestra, colocamos de forma inmediata en una cesta de alambre y pesamos dentro del agua.
- Por último colocamos la muestra a una temperatura de  $100^\circ\text{C}$  por 24 horas para posteriormente pesarlo y determinar su peso seco.

### **2.7.1.6.3. Peso unitario suelto y compactado de los agregados**

#### **a) Peso unitario suelto del Agregado Fino y Grueso**

- Se estableció el peso del molde obteniendo sus medidas y así poder determinar su volumen.
- Para el peso unitario suelto se vertió la muestra del agregado en el molde, a una altura no mayor de 50mm por encima del borde superior hasta llenarlo.
- Cuando el recipiente este lleno, se enrasa la superficie con la varilla, usándolo como regla.
- Por último se pesa el molde con la muestra.
- Se realiza el mismo procedimiento 3 veces.

#### **b) Peso unitario compactado del Agregado Fino y Grueso**

- Se estableció el peso del molde obteniendo sus medidas y así poder determinar su volumen.
- Para el peso unitario compactado se colocó el material en 3 capas, cada capa compactamos uniformemente con una varilla normada 25 veces.
- Cuando el recipiente este lleno, se enrasa la superficie con la varilla, usándolo como regla.
- Por último se pesa el molde con la muestra.
- Se realiza el mismo procedimiento 3 veces.

### **2.7.1.6.4. Contenido de humedad de los agregados**

#### **a) Agregado Fino y Grueso**

- El material se coloca en una bandeja para hacer el cuarteo.
- Después se coloca el material en envases previamente tarados y se pesa el material en estado natural en una balanza.

- Por último se coloca al horno a una temperatura de 100°C por 24 horas, para finalmente pesarlo y obtener la muestra seca.
- Se realiza el mismo procedimiento 3 veces.

#### **2.7.1.6.5. Mezcla, elaboración y curado de probetas**

- Los materiales se colocan en baldes sus respectivos pesos.
- Se vierte el agregado grueso con una cantidad de agua en el trompo, luego se adiciona el agregado fino, cemento, agua restante y la viruta de acero.
- Después se procedió a verter en una carretilla para llenar las probetas, el cual se llenarán en 3 capas y se chuseara 25 veces por cada capa con una varilla, dando al terminar de llenar el molde, 12 golpes con un mazo de hule y se cubre la superficie del molde con una bolsa de plástico para que no pierda humedad.
- Finalmente después de esperar 24 horas se procede a retirar del molde para introducirlo a la posa de curado.

#### **2.7.1.6.6. Resistencia a la compresión del concreto**

- Se procede a retirar las probetas de concreto de la posa de curado respecto a su tiempo de curado 7, 14 y 28 días.
- Finalmente se coloca la probeta de concreto en la prensa hidráulica de concreto para ensayarla y tomar datos de la carga máxima que se registra de la rotura de la probeta de concreto.

### **2.6. Aspectos Éticos**

La presente investigación consta de información actualizada y veraz, además de cumplir con la normativa bibliográfica solicitada, así mismo se realizó una profunda revisión e investigación en fuentes confiables para la recolección de información y datos, respetando la autoría de cada una de las fuentes de información usando las normas APA en las citas y referencias de esta investigación, también los ensayos se realizaron en el laboratorio Quality control expreso S.A.C, certificado por el ingeniero a cargo con firma y sello.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diseño de mezcla

En esta investigación se ha considerado los siguientes datos para realizar el diseño de mezcla, el cual fueron obtenido de la caracterización de los agregados fino y grueso.

Tabla 16:

*Caracterización de los agregados*

Diseño de mezcla ACI-211						
Materiales	PeM (kg/m <sup>3</sup> )	PUSC (kg/m <sup>3</sup> )	MF	% Abs.	% Hum.	TMN
Cemento	3110	-	-	-	-	-
Agua	1000	-	-	-	-	-
Ag. Fino	2630	1564	3.13	1.2	0.5	-
Ag. Grueso	2710	1450	6.88	1.2	0.4	¾"
Viruta de acero	4100	-	-	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

a) Parámetros de diseño:

- $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$
- Curado: 7, 14 y 28 días de curado
- Asentamiento: 4" porque se requiere que la consistencia de la mezcla sea plástica, ya que se utilizara en columnas y vigas de una edificación.

b) Procedimiento:

- Resistencia a la compresión promedio

Tabla 17:

*Resistencia a la compresión requerida*

F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	F'cr (kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	F'C+70
210 a 350	F'C+84
Sobre 350	F'C+98

**Fuente:** Diseño de mezcla ACI-211

$$F'_{cr} = F'C + 70$$

$$F'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

➤ Relación Agua - Cemento (a/c)

Tabla 18:

*Relación Agua-material cementante y resistencia a compresión del concreto*

Resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'_{cr}$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua-Cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

**Fuente:** Diseño de mezcla ACI-211

Interpolamos los valores entre 200 y 250 kg/cm<sup>2</sup>.

$$250 \text{ ----- } 0.62$$

$$245 \text{ ----- } x$$

$$200 \text{ ----- } 0.7$$

$$\frac{50}{45} = \frac{-0.08}{x - 0.7}$$

$$X = 0.63 \text{ (R a/c)}$$

➤ Cálculo de la cantidad de agua mezclado y aire

Tabla 19:

Agua de mezcla y contenido de aire para distintos revenimientos y tamaño máximo nominal del agregado

Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximo-nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	<b>205</b>	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

De la tabla se obtiene: 205 Lt/m<sup>3</sup> de agua de mezclado

- Determinar el cemento

$$R^{a/c} = a/c$$

$$C = a / (Ra/c)$$

$$C = 325.40 \text{ kg/m}^3$$

- Contenido de aire atrapado

Tabla 20:

Aire atrapado y Tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
<b>3/4"</b>	<b>2%</b>
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

Como el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de  $\frac{3}{4}$ " = 2% de aire atrapado.

- Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tabla 21:

Módulo de fineza del agregado fino y tamaño máximo nominal del agregado grueso

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Diseño de mezcla ACI-211

Los valores de  $M_f = 3.13$  y Tam. Máx. Ag. Gr. =  $\frac{3}{4}$ ", de la tabla obtenemos:

$$3.20 \text{ ---- } 0.58$$

$$3.13 \text{ ----- } x$$

$$4.00 \text{ ---- } 0.44$$

$$\frac{-0.80}{-0.87} = \frac{0.14}{x - 0.44}$$

$$X = 0.59 \text{ (Volumen del Agregado Grueso)}$$

$$\text{Peso unitario compactado seco} = 0.58 \times 1601$$

$$\text{Peso unitario compactado seco} = 944.59 \text{ kg}$$

- Cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino de los materiales por  $\text{m}^3$

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{P.E. \times 100}$$

$$\text{Cemento} = \frac{325.40}{3.11 \times 1000} = 0.1050m^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \frac{944.59}{2.71 \times 1000} = 0.3490m^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.2050m^3$$

$$\text{Aire} = 2\% = \frac{2}{100} = 0.0200m^3$$

$$\sum 0.6790m^3$$

$$\text{Volumen Absoluto Ag. Fino} = 1 - 0.6716 = 0.3210m^3$$

$$0.3210 = \frac{\text{Peso Seco}}{2.63 \times 1000}$$

$$\text{Peso seco agregado fino} = 844.23 \text{ kg}$$

Peso seco de los materiales:

Cemento: 325.40 kg

Ag. Fino: 844.23 kg

Ag. Grueso: 944.59 kg

Agua: 205 kg

➤ Corrección por humedad

$$\text{Peso} \left( \frac{\% \text{ Humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ag. Fino} = 863.67 \times \left( \left( \frac{0.5}{100} \right) + 1 \right) = 848.45 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Grueso} = 928.58 \times \left( \left( \frac{0.4}{100} \right) + 1 \right) = 948.37 \text{ kg}$$

➤ Corrección por absorción

$$\text{Peso seco} \left( \frac{\% \text{ Absorción} - \% \text{ Humedad}}{100} \right)$$

$$Ag. \text{ Fino} = 863.67 \times \left( \frac{(1.2 - 0.5)}{100} \right) = 5.91$$

$$Ag. \text{ Grueso} = 928.58 \times \left( \frac{(1.2 - 0.4)}{100} \right) = 7.56$$

$$\sum 13.47 \text{ Agua libre}$$

➤ Agua efectiva

Agua de Diseño + Agua libre

$$205 + (13.48) = 218.47 \text{ Lt/m}^3 \text{ (Agua efectiva)}$$

➤ Diseño teórico húmedo

$$Ra/c = \frac{a}{c}$$

$$0.63 = \frac{218.47}{c}$$

$$c = 346.77 \text{ kg/m}^3$$

$$fc = 8.16 \text{ bolsas de cemento}$$

➤ Proporciones en peso por bolsa de cemento

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
325.40	848.45	948.37	218.47
<u>325.40</u>	<u>346.77</u>	<u>346.77</u>	<u>8.16</u>
1	: 2.45	: 2.73	: 26.78 Lt

➤ Proporciones en volumen

$$\frac{\text{Proporcion Peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso Unitario Suelto Seco}}$$

$$\text{Cemento} = 1 \text{ pie}^3$$

$$Ag. \text{ Fino} = \frac{2.50 \times 42.5 \times 35.31}{1564} = 2.35 \text{ pie}^3$$

$$Ag. \text{ Grueso} = \frac{2.69 \times 42.5 \times 35.31}{1450} = 2.83 \text{ pie}^3$$

$$\text{Agua} = 0.63 \times 42.5 = 26.78 \text{ Lt de agua}$$

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1	: 2.35	: 2.83	: 26.78 Lt

- Cantidad de material de diseño por 1m<sup>3</sup>

Tabla 22:

*Materiales de diseño por m<sup>3</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>Peso en húmedo</b>
Cemento	325.40 kg/m <sup>3</sup>
Ag. Fino	848.45 kg/m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	948.37 kg/m <sup>3</sup>
Agua	218.47 kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

- Dosificación de material para el diseño de mezcla

Tabla 23:

*Diseño de mezcla patrón*

<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>
Cemento	6.50 kg
Agua	4.37 kg
Ag. Fino	17.02 kg
Ag. Grueso	18.97 kg

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 24:

*Diseño de mezcla con el 1% de viruta de acero*

<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>
Cemento	6.50 kg
Agua	4.37 kg
Ag. Fino	17.12 kg
Ag. Grueso	18.78 kg
Viruta de acero	189 gr

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 25:

*Diseño de mezcla con el 2% de viruta de acero*

<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>
Cemento	6.50 kg
Agua	4.37 kg
Ag. Fino	17.13 kg
Ag. Grueso	18.59 kg
Viruta de acero	378 gr

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 26:

*Diseño de mezcla con el 3% de viruta de acero*

<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>
Cemento	6.50 kg
Agua	4.37 kg
Ag. Fino	17.23 kg
Ag. Grueso	18.40 kg
Viruta de acero	567 gr

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. Análisis del porcentaje óptimo de la viruta de acero

Tabla 27

Cuadro resumen de resistencia a la compresión a distintas edades

Diseño	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	251	298	351
1% viruta de acero	238	255	287
2% viruta de acero	229	250	275
3% viruta de acero	197	223	266

Fuente: Elaboración propia

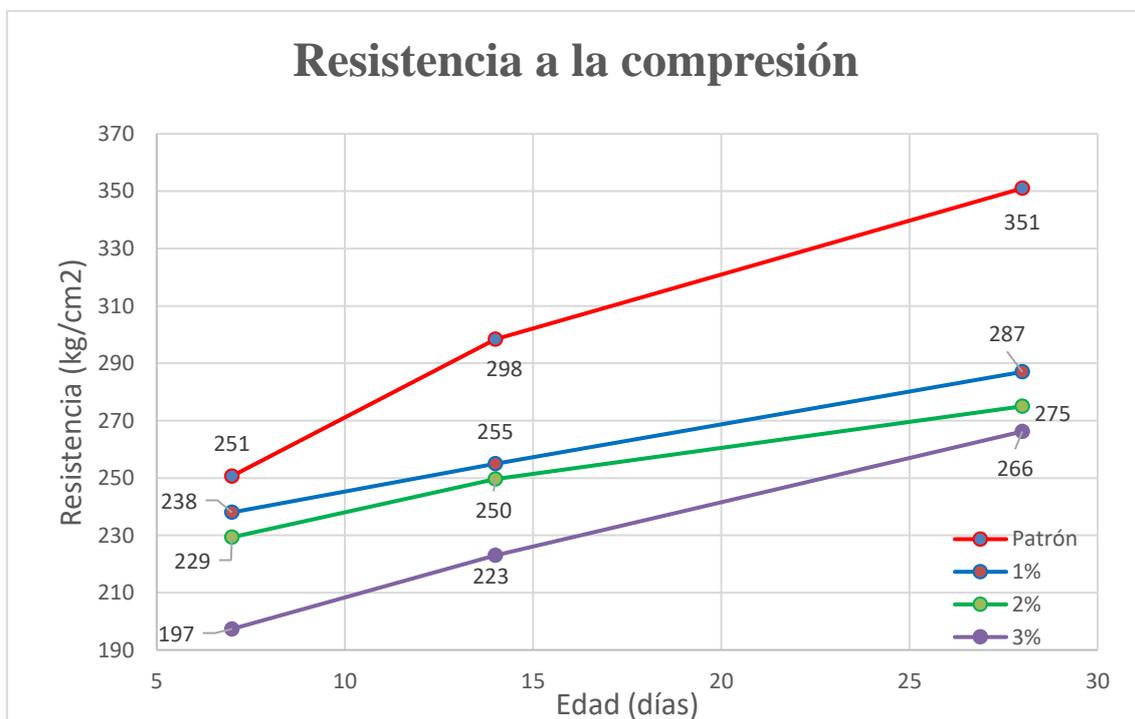


Figura 4: Resistencia a la compresión promedio de cada diseño de mezcla

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación de resultados:

- Analizando las distintas dosificaciones del concreto patrón y la viruta de acero con diferentes días de curado, notamos que el concreto patrón tiene mayor resistencia a la compresión del concreto a diferencia de los que tienen incorporado viruta de acero mayor igual al 1%, es por ello por lo que el concreto patrón termina siendo el porcentaje óptimo del diseño de mezcla.

### 3.3. Análisis de la influencia de la viruta de acero en el concreto a varios días de curado

En esta investigación se analizará la resistencia del concreto a edades de 7, 14 y 28 días de curado para evaluar cual tiene mayor resistencia a la compresión del concreto.

#### Concreto a 7 días de curado ( $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ )



**Figura 5:** Resistencia a la compresión promedio a 7 días de curado

**Fuente:** Elaboración propia

#### Interpretación de resultados:

- En la figura 5 apreciamos que el concreto patrón obtiene mayor resistencia a los 7 días de curado a comparación de los que tiene incorporado viruta de acero, el cual posee una resistencia a la compresión axial de  $251 \text{ kg/cm}^2$ .
- El promedio de la resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado adicionando 1% de viruta de acero, notamos que su resistencia a la compresión axial llega a  $238 \text{ kg/cm}^2$  obteniendo mayor resistencia que los porcentajes 2% y 3% de viruta de acero.

### Concreto a 14 días de curado ( $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ )



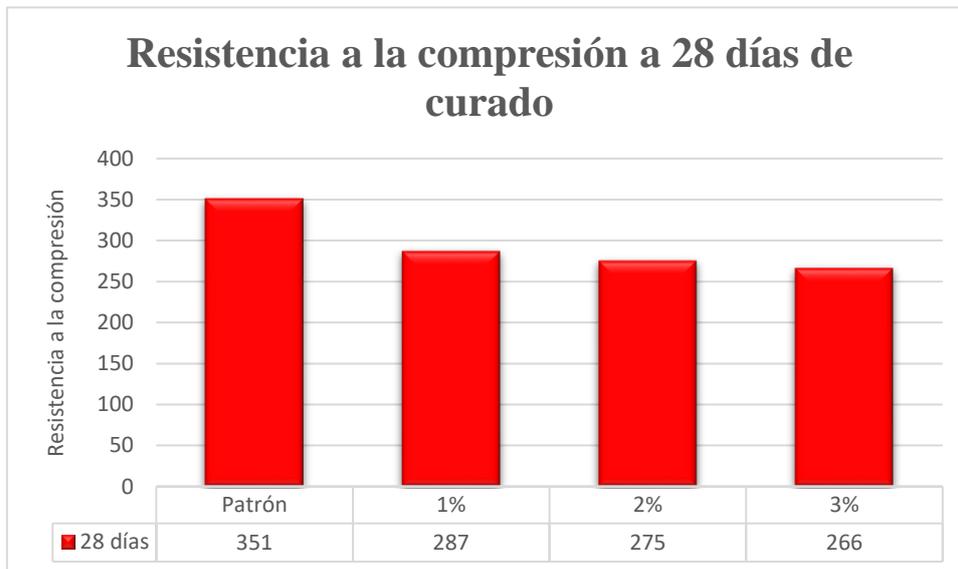
**Figura 6:** Resistencia a la compresión promedio a 14 días de curado

**Fuente:** Elaboración propia

#### Interpretación de resultados:

- En la figura 6 apreciamos que el concreto patrón obtiene mayor resistencia a los 14 días de curado a comparación de los que tiene incorporado viruta de acero, el cual posee una resistencia a la compresión axial de  $298 \text{ kg/cm}^2$ .
- El promedio de la resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado adicionando 1% de viruta de acero, notamos que su resistencia a la compresión axial llega a  $255 \text{ kg/cm}^2$  obteniendo mayor resistencia que los porcentajes 2% y 3% de viruta de acero.

### Concreto a 28 días de curado ( $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ )



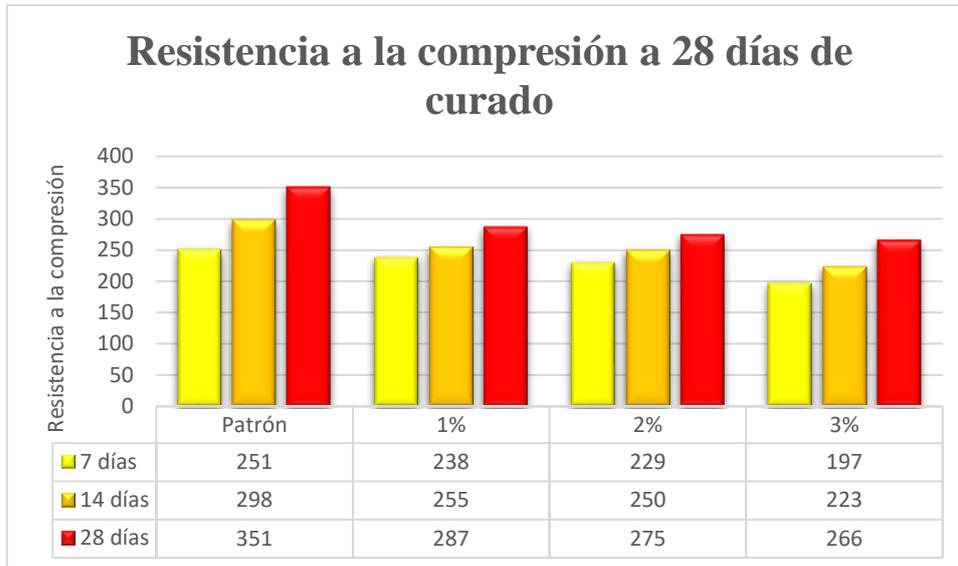
**Figura 7:** Resistencia a la compresión promedio a 28 días de curado

**Fuente:** Elaboración propia

#### Interpretación de resultados:

- En la figura 7 apreciamos que el concreto patrón obtiene mayor resistencia a los 28 días de curado a comparación de los que tiene incorporado viruta de acero, el cual posee una resistencia a la compresión axial de  $351 \text{ kg/cm}^2$ .
- El promedio de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado adicionando 1% de viruta de acero, notamos que su resistencia a la compresión axial llega a  $287 \text{ kg/cm}^2$  obteniendo mayor resistencia que los porcentajes 2% y 3% de viruta de acero.

### 3.4. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto



**Figura 8:** Resistencia a la compresión promedio a 28 días de curado

**Fuente:** Elaboración propia

#### Interpretación de resultados:

- La incorporación de la viruta de acero en el concreto produce un efecto positivo en la resistencia a la compresión, ya que se diseñó para un  $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y en los resultados apreciamos que supera un  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.
- Los resultados obtenidos demuestran que, si bien el concreto convencional tiene mayor resistencia a la compresión, tenemos la alternativa de incorporar el 1% de viruta de acero en el concreto, ya su resistencia máxima a la compresión llega a 287  $\text{kg/cm}^2$ , el cual permite reducir costos en materiales, tener una buena resistencia a la compresión del concreto y reutilizar un material desechable como es la viruta de acero.

### 3.5. Prueba de Normalidad – Shapiro Wilk

Tabla 28:

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado*

Características	Muestra patrón	1% viruta de acero	2% viruta de acero	3% viruta de acero	Unidad
F'c promedio	351	287	275	266.33	Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar	17.35	25.24	22.11	3.06	Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de variación	4.94%	8.79%	8.04%	1.15%	%

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 29:

*Prueba de Normalidad – Resistencia a la compresión*

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)	Muestra Patrón	1% viruta de acero	2% viruta de acero	3% viruta de acero
N° Datos	3	3	3	3
Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	351	287	275	266.33
Varianza (%)	301	637	489	9.33
Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	17.35	25.24	22.11	3.06
Coefficiente de Variación (%)	4.94%	8.79%	8.04%	1.15%
Valor estadístico (Shapiro-Wilk)	0.798	0.942	0.902	0.964
P. Valor (Shapiro-Wilk)	0.110	0.537	0.391	0.637

**Fuente:** Elaboración propia

P. Valor (Shapiro – Wilk)  $>0.05$  —→ Datos normales Prueba Paramétrica ANOVA

P. Valor (Shapiro – Wilk)  $<0.05$  —→ Datos no normales Prueba no Paramétrica

Ho: La resistencia a la compresión tiene distribución normal (Paramétrica).

H1: La resistencia a la compresión no tiene distribución normal (No Paramétrica).

#### **Interpretación de resultados:**

La prueba de Normalidad determina que los valores estadísticos (Shapiro – Wilk), obtenidos con el software, es mayor al nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), lo cual evidencia que los datos provienen de una distribución normal y permite contractar la hipótesis de investigación con una prueba paramétrica: Análisis de varianza (ANOVA).

### 3.6. Análisis de resultados por el método ANOVA

Tabla 30:

*Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto a 28 días de curado*

Patrón	Viruta de acero (1%)	Viruta de acero (2%)	Viruta de acero (3%)
371	294	292	269
342	308	283	267
340	259	250	263

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 31:

*Resumen de análisis de varianza de 28 días de curado*

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	3	1053	351	301
Viruta de acero 1%	3	861	287	637
Viruta de acero 2%	3	825	275	489
Viruta de acero 3%	3	799	266.333	9.333

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 32:

ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	13265	3	4421.667	12.314	0.00228801	4.066
Dentro de los grupos	2872.667	8	359.083			
Total	16137.667	11				

**Fuente:** Elaboración propia

Ho: El uso de la viruta de acero No influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

H1: El uso de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

### **Interpretación de resultados:**

En los resultados del análisis ANOVA determina que el valor de  $F= 12.314$  obtenido con el software es mayor al valor crítico para  $F= 4.066$ , lo cual permite aceptar la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ).

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En esta investigación se determinó la viruta de acero como agregado, sustituyendo al agregado grueso en diferentes proporciones (1%, 2% y 3%), para la obtención de una nueva mezcla de concreto, el cual pueda disminuir las fisuras y aumentar la resistencia a la compresión. A continuación, se analizaron los resultados del laboratorio según la norma técnica peruana.

La importancia de la determinación del tamaño de partícula de los agregados es, las propiedades de los distintos tipos de concreto, resistencia, estabilidad volumétrica, por ello, es conveniente que los agregados ocupen la mayor masa de hormigón, y tenga una buena trabajabilidad, y se verifica en las curvas granulométricas que se establecen los límites en la NTP400.037, según los anexos N° 01 y N° 02, también los ensayos de peso unitario se realizaron de acuerdo con la NTP400.017.

Finalmente se realizó el diseño de mezcla por el método ACI 211 y se determinó las dosificaciones para el concreto convencional y para las diferentes proporciones de porcentajes de viruta de acero (1%, 2% y 3%), mencionados en la tabla 22, tabla 23, tabla 24, tabla 25 y tabla 26.

Garate (2018), se observa las características de los agregados que cumple con los límites establecidos en la NTP y las variaciones del diseño de mezcla, como el  $F'C=210$  kg/cm<sup>2</sup> y el porcentaje de viruta de acero que se reemplazó por el agregado fino (0.2%), pero esta investigación busca obtener los mismos objetivos pero cambiando el  $F'c=175$ kg/cm<sup>2</sup> y el porcentaje de viruta de acero reemplazado por el agregado grueso a los porcentajes 1%,2% y 3%, con el mismo tamaño de probeta 15cm x 30cm.

Las limitaciones de esta investigación se tuvo la falta de información respecto a reemplazar el agregado grueso por la viruta de acero como en artículos científicos o investigaciones, es

por ello por lo que tomamos como referencia a Garate por el parecido y los buenos resultados de su investigación.

En cuando a la implicancia que tuvimos con nuestros resultados, se utilizó porcentajes bajos de viruta de acero para reemplazar al agregado grueso, para evitar que disminuya la resistencia a la compresión en el concreto, como se demuestra en la tabla figura 8.

En los resultados de esta investigación para la resistencia a la compresión según la norma NTP 339.034, observamos como la viruta de acero influye en la resistencia a la compresión en reemplazo del agregado grueso se realizaron 36 probetas de 10cm x 20cm. Notamos como a los 7 días de curado el diseño de mezcla supero la resistencia de la compresión promedio que es de  $F'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, al 1% de VA tiene una resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup>, al 2% de VA tiene una resistencia de 229 kg/cm<sup>2</sup> y al 3% de VA tiene una resistencia de 197 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado al 1% de VA tiene una resistencia de 255 kg/cm<sup>2</sup>, al 2% de VA tiene una resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup> y al 3% de VA tiene una resistencia de 223 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de curado al 1% de VA tiene una resistencia de 287 kg/cm<sup>2</sup>, al 2% de VA tiene una resistencia de 275 kg/cm<sup>2</sup> y al 3% de VA tiene una resistencia de 266 kg/cm<sup>2</sup>.

Guzmán y Garate (2019), esta investigación se realizaron 144 probetas cilíndricas de 15cm x 30cm, en la cual se realizó 2 diseños de compresión para el  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> más la viruta de acero con las dosificaciones del 0.2%, 0.4% y 0.6%, observamos los resultados del laboratorio que a los 7 días de curado para  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, CC175+0.2%VA tiene una resistencia de 89.923 kg/cm<sup>2</sup>, CC175+0.4%VA tiene una resistencia de 115.377 kg/cm<sup>2</sup> y CC175+0.6%VA tiene una resistencia de 93.407 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado, CC175+0.2%VA tiene una resistencia de 147.320 kg/cm<sup>2</sup>, CC175+0.4%VA tiene una resistencia de 142.693 kg/cm<sup>2</sup> y CC175+0.6%VA tiene una resistencia de 128.935 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de curado, CC175+0.2%VA tiene una resistencia de 196.868 kg/cm<sup>2</sup>, CC175+0.4%VA tiene una resistencia de 210.155 kg/cm<sup>2</sup> y

CC175+0.6%VA tiene una resistencia de 150.589 kg/cm<sup>2</sup> y para el diseño de mezcla  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días de curado, CC210+0.2%VA tiene una resistencia de 109.54 kg/cm<sup>2</sup>, CC210+0.4%VA tiene una resistencia de 138.96 kg/cm<sup>2</sup> y CC210+0.6%VA tiene una resistencia de 118.19 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado, CC210+0.2%VA tiene una resistencia de 175.30 kg/cm<sup>2</sup>, CC210+0.4%VA tiene una resistencia de 176.40 kg/cm<sup>2</sup> y CC210+0.6%VA tiene una resistencia de 148.39 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de curado, CC210+0.2%VA tiene una resistencia de 233.49 kg/cm<sup>2</sup>, CC210+0.4%VA tiene una resistencia de 252.64 kg/cm<sup>2</sup> y CC210+0.6%VA tiene una resistencia de 181.67 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los resultados de esta investigación.

Debido a reemplazar la viruta de acero por el agregado grueso, esta investigación busca el porcentaje óptimo que llegue o supere a la resistencia a la compresión diseñada ( $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>), el cual fue el concreto patrón que llegó a una resistencia 351 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

Guzmán y Garate (2018) en su diseño de mezcla de  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> se determinó el porcentaje óptimo CC175+0.4%VA pues alcanzó una resistencia a la compresión de 210.155 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto patrón el cual llegó a 179.652 kg/cm<sup>2</sup>, es por ello por lo que al adicionar la viruta de acero aumentó un 16.97% su resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, a continuación se muestra la resistencia a la compresión alcanzada por los diferentes diseños de mezcla en la figura 10.



**Figura 9:** % óptimo a los 28 días de curado

**Fuente:** Elaboración propia

Las limitaciones que se tomaron en cuenta fueron la accesibilidad del laboratorio y hacer diferentes dosificaciones con distintos  $F'c$  y comparar como influye la viruta de acero al reemplazar el agregado grueso a la investigación de guzmán y garate.

En cuanto a la implicancia de la influencia de la viruta de acero a diferentes porcentajes a los 28 días de curado, los resultados demuestran que nuestro diseño de mezcla para el concreto patrón logro mejores resultados frente a la resistencia a la compresión a pesar de ser diseñados con el mismo  $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

## 4.2 Conclusiones

- ✓ Se determinó que al sustituir el agregado grueso por la viruta de acero en porcentajes del 1%, 2% y 3%, su resistencia a la compresión es menor al concreto patrón por lo que es recomendable usar el diseño de mezcla convencional.
- ✓ Para el diseño de mezcla para la probeta patrón su relación  $a/c=0.63$ , y al sustituir la viruta de acero por el agregado grueso su relación  $a/c$  no varía, pues este material no absorbe ni contiene humedad, y se mantiene el porcentaje óptimo en su asentamiento entre 3'' a 4'' siendo plástica y trabajable como se observa en el anexo N°7.
- ✓ En la resistencia a la compresión el porcentaje óptimo que se determinó que fue el concreto patrón, ya que a los 7 días de curado alcanzó una resistencia de 251 kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días de curado alcanzó una resistencia de 298 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 28 días de curado llegó a una resistencia a la compresión de 351 kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ La viruta de acero utilizada fue de longitud no mayor a 2.5mm, por la trabajabilidad del concreto y para evitar los espacios vacíos que genera la viruta de acero con una longitud mayor a la asignada.

## RECOMENDACIONES

- ✓ A futuros investigadores interesados en el tema, se recomienda lavar minuciosamente la viruta de acero si esta con grasa, ya que puede interferir en la resistencia de las probetas.
- ✓ Comparar con otras investigaciones para obtener un enfoque más acertado de cómo reacciona el concreto, con respecto a su resistencia a la compresión y propiedades mecánicas.
- ✓ Para futuras investigaciones se propone sustituir el agregado fino por la viruta de acero en porcentajes mayores al 6%.

## Referencias

- Abanto, O. (2017). *Resistencia mecánica del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de fibras de acero Dramix y Sika. Universidad Privada del Norte, Perú*
- Angarita, P., & Rincón, H. (2007). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con viruta de acero en porcentajes 10 y 12% respecto al agregado fino de la mezcla. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.*
- Carrillo, J., Aperado, W., & González, G. (2012). *Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. Colombia.*
- García, A. (2008). *Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Colombia.*
- Pacheco Cruzado, G. A. (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, UPN-2016. Cajamarca.*
- Valdez, A. (2017). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Ecuador.*
- Alor Suarez, J. S., & Alfaro Paredes, J. C. (2020). *Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima Metropolitana. Lima.*
- Angarita Pinzón, P., & Rincón Gaona, H. (2017). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando con viruta de acero en porcentajes de 10 y 12% respecto al agregado fino de la mezcla.*
- Badillo, A. G. (2008). *Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentaje de 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla. Colombia.*
- BERESOVSKY DE LAS CASAS , A. (2011). *Estudio experimental del comportamiento por desempeño de concreto lanzado reforzado con fibras metálicas. Lima*
- Briones Ponce, A. N., Zambrano Macías, J. C., Muñoz Macías, J. A., Ruiz Párraga, W. E., & Panchana de Calderero , R. A. (2020). *Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino. REVISTA RIEMAT.*
- Cando Lara, L. (2016). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado.*
- Deledesma Carrera, S. B. (2019). *Resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash - 2019. Ancash.*

- Espinoza Portal, E. (2018). *Resistencia de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica.*
- Garate Labajos, M. (2018). *Efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.*
- Guzmán Hidalgo, C., & Garate Labajos, M. (2019). *Viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto.*
- Huerta Campos, C. A. (2013). *Diseño de mezclas de concreto.* Lima.
- Lao Odicio, W. J. (2007). *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa.* Lima.
- Moya Msc, J. C., & Cando Lara, L. (2017). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado.* Ecuador.
- Polo Honorio, J., & Risco Carranza, J. J. (2018). *Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018.* Trujillo.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero.*
- Sandoval Unapucha, F. M. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales.* Ambato-Ecuador.
- Sarta Forero, H., & Silva Rodríguez, J. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%.*
- SARTA FORERO, H., & SILVA RODRÍGUEZ, J. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%.* Bogota.
- Sika, P. (2011). *Sika informaciones técnicas concreto reforzado con fibras.* Sika, 28.
- Valencia Castro, P., & Quintana Cruz, C. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%.*
- Zavala Moya, B. (2018). *Análisis de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 210$  Kg/cm<sup>2</sup> adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento, Lima 2018.* Lima.

## ANEXOS

### ANEXO 01: CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADO FINO



#### CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

##### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

##### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	116.8	117.5	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	1,180.1	1,144.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1,175.7	1,139.2	
Peso de muestra humeda	gr	1,063.3	1,026.5	
Peso de muestra seca	gr	1,058.9	1,021.7	
Peso de agua	gr	4.4	4.8	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.4	0.5	<b>0.5</b>

##### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Torbio  
ING. CIVIL  
R. CIP. Nº 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA

**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA

**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO

**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	14.560	14.597	14.627	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	15.963	16.015	15.932	
Peso de recipiente	kg	3.572	3.572	3.572	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.988	11.025	11.055	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.391	12.443	12.360	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,559	1,564	1,568	<b>1,564</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,758	1,765	1,753	<b>1,759</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	502.6	497.2	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	668.5	668.5	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	985.7	982.2	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	508.3	503.6	
<b>Peso especifico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.63	2.62	<b>2.63</b>
Peso especifico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.66	2.65	2.66
<b>Absorcion</b>	%	1.1	1.3	<b>1.2</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

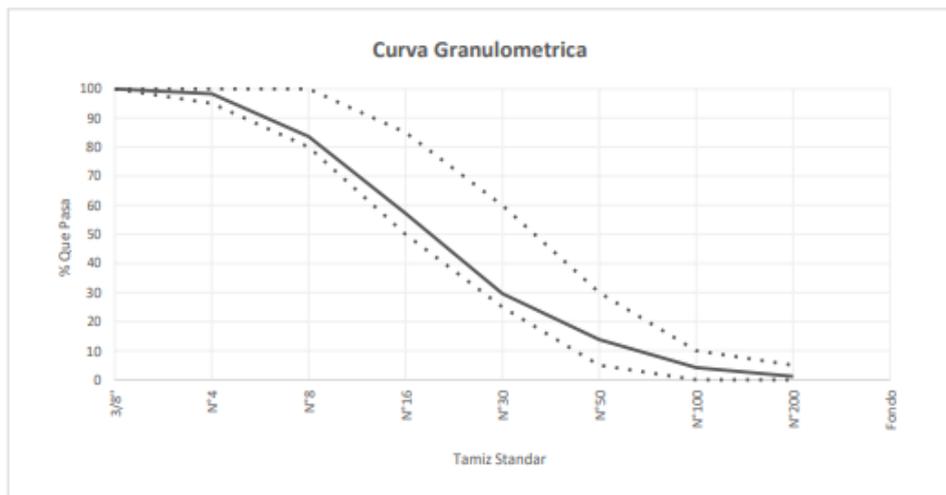


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

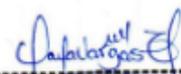
**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom. : Cont. de Humedad: 0.5 % Modulo de Finura: 3.13
N°4	4.750	20.4	1.7	1.7	98.3	95	100	
N°8	2.360	175.8	14.7	16.4	83.6	80	100	
N°16	1.180	315.3	26.4	42.8	57.2	50	85	
N°30	0.600	329.7	27.6	70.4	29.6	25	60	
N°50	0.300	188.5	15.8	86.2	13.8	5	30	
N°100	0.150	115.0	9.6	95.8	4.2	0	10	
N°200	0.075	35.4	3.0	98.8	1.2	0	5	
Fondo	-	14.6	1.2	100.0	0.0			
		<b>1194.7</b>	<b>100</b>					



**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## ANEXO 02: CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADO GRUESO



### CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

#### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	311	262	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	3,398	3,307	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,386	3,299	
Peso de muestra húmeda	gr	3,087	3,045	
Peso de muestra seca	gr	3,075	3,037	
Peso de agua	gr	12	8	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.4	0.3	<b>0.4</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	13.783	13.822	13.786	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	14.865	14.876	14.833	
Peso de recipiente	kg	3.572	3.572	3.572	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.211	10.250	10.214	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.293	11.304	11.261	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,448	1,454	1,449	<b>1,450</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,602	1,603	1,597	<b>1,601</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,998	2,977	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3,031	3,015	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,929	1,912	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.72	2.70	<b>2.71</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.75	2.73	2.74
<b>Absorción</b>	%	1.1	1.3	<b>1.2</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelyn Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

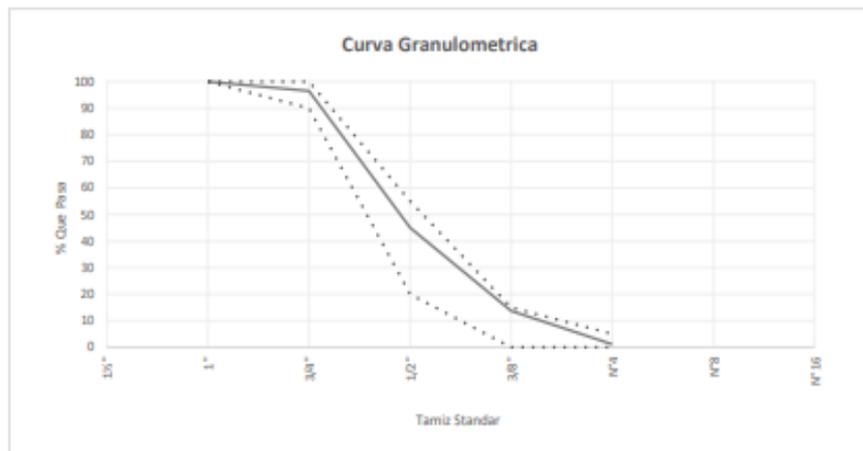


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

**SOLICITANTE** : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO  
**FECHA DE ENSAYO** : 09/11/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 6 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
100"	37.50							
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.00	176	3.5	3.5	96.5	90	100	<b>Características físicas:</b>
1/2"	12.50	2613	51.5	55.0	45.0	20	55	Tamaño Max. Nom.: 3/4"
3/8"	9.50	1588	31.3	86.3	13.7	0	15	Cont. de Humedad: 0.4 %
Nº4	4.75	640	12.6	98.9	1.1	0	5	Modulo de Finura: 6.88
Nº8	2.36	45	0.9	99.8	0.2			
Nº16	1.18	0	0.0	99.8	0.2			
Fondo	-	8	0.2	100.0	0.0			
		<b>5070</b>	<b>100.0</b>					



**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. Nº 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

## ANEXO 03: CARACTERISTICA DE LA VIRUTA DE ACERO



### PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS METODO DE DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO

#### 1. DESCRIPCION DE LA MUESTRA

**MATERIAL** : VIRUTA DE ACERO  
**PROCEDENCIA** : TORNOS ALBARRACIN - TRUJILLO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 19/11/2021

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso de la muestra	gr	507.7	512.9	510.2	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	1,458.4	1,458.4	1,458.4	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,840.5	1,848.2	1,843.6	
Volumen de agua desplazada del pignometro	cm <sup>3</sup>	125.6	123.1	125.0	
<b>Peso especifico</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>4.04</b>	<b>4.17</b>	<b>4.08</b>	<b>4.10</b>



Carla Evelyn Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

## ANEXO 04: INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DÍAS DE CURADO



### INFORME DE ENSAYO N° 2036-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 28/12/2021

#### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$

#### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

#### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
DP175-(1)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	19960	254	145%	1
DP175-(2)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	20370	259	148%	1
DP175-(3)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	18791	239	137%	2
Promedio								251	143%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L.CD.2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 2036-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 28/12/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2 + \text{VIRUTA DE ACERO (1\%)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA1-(1)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	18387	234	134%	2
175VA1-(2)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	18201	232	133%	2
175VA1-(3)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	19463	248	142%	1
Promedio								<b>238</b>	<b>136%</b>	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo S-001/LCDV2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 2038-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 28/12/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2 + \text{VIRUTA DE ACERO (2\%)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

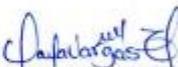
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO.  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA2-(1)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	17929	228	130%	2
175VA2-(2)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	19005	242	138%	1
175VA2-(3)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	17158	218	125%	2
Promedio								229	131%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 2039-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 28/12/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2 + \text{VIRUTA DE ACERO (3\%)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA3-(1)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	16243	207	118%	1
175VA3-(2)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	15014	191	109%	2
175VA3-(3)	175	21/12/2021	28/12/2021	7	10.0	78.54	15220	194	111%	2
Promedio								197	113%	

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

## ANEXO 05: INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 14 DÍAS DE CURADO



### INFORME DE ENSAYO N° 0011-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 04/01/2022

#### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175$  KG/CM<sup>2</sup>, TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON  $f'c = 175$  KG/CM<sup>2</sup>

#### 2. TIPO DE ENSAYO:

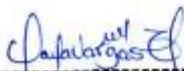
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

#### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
DP175-(4)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	22614	288	165%	2
DP175-(5)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	24089	307	175%	1
DP175-(6)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	23589	300	171%	1
Promedio								298	170%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD12, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0012-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 04/01/2022

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2 + \text{VIRUTA DE ACERO (1\%)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

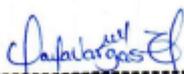
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA1-(4)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	20716	264	151%	1
175VA1-(5)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	20401	260	149%	1
175VA1-(6)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	18922	241	138%	2
Promedio								255	146%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001.LCD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0013-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 04/01/2022

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2 + \text{VIRUTA DE ACERO (2\%)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA2-(4)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	20243	258	147%	1
175VA2-(5)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	18488	235	134%	2
175VA2-(6)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	20129	256	146%	1
Promedio								250	143%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0014-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 04/01/2022

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021  
 ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2 + \text{VIRUTA DE ACERO (3\%)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA3-(4)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	15500	197	113%	2
175VA3-(5)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	19044	242	138%	1
175VA3-(6)	175	21/12/2021	04/01/2022	14	10.0	78.54	18066	230	131%	1
Promedio								<b>223</b>	127%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDI2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Caria Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

## ANEXO 06: INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DÍAS DE CURADO



### INFORME DE ENSAYO N° 0050-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 18/01/2022

#### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$

#### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

#### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
DP175-(7)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	29141	371	212%	1
DP175-(8)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	26849	342	195%	2
DP175-(9)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	26712	340	194%	2
Promedio								351	201%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDI/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0051-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 18/01/2022

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  + VIRUTA DE ACERO (1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

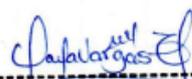
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA1-(7)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	23100	294	168%	2
175VA1-(8)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	24229	308	176%	1
175VA1-(9)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	20373	259	148%	2
Promedio								<b>287</b>	<b>164%</b>	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0052-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 18/01/2022

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  + VIRUTA DE ACERO (2%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA2-(7)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	22940	292	167%	1
175VA2-(8)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	22215	283	162%	1
175VA2-(9)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	19637	250	143%	2
Promedio								275	157%	

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboracion de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificacion de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e informacion del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una maquina de compresion automatica marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibracion N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribucion de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0053-2022-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 18/01/2022

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANDY JEAN PIERRE PALOMINO CASANA / JOSEPH JEAN PAUL PALOMINO CASANA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
EN UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  + VIRUTA DE ACERO (3%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
175VA3-(7)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	21109	269	154%	1
175VA3-(8)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	20973	267	153%	2
175VA3-(9)	175	21/12/2021	18/01/2022	28	10.0	78.54	20642	263	150%	2
Promedio								266	152%	

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

## ANEXO 07: CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Descripción de probetas	T° (°C)	Slump (")	PUCF (kg/m <sup>3</sup> )
Patrón	27	3 3/4"	20380
1% de viruta	27	5 1/2"	20300
2% de viruta	28	5 3/4"	20310
3% de viruta	29	4 1/2"	20330

Figura 10: Control del concreto en estado fresco

**Fuente:** Elaboración propia

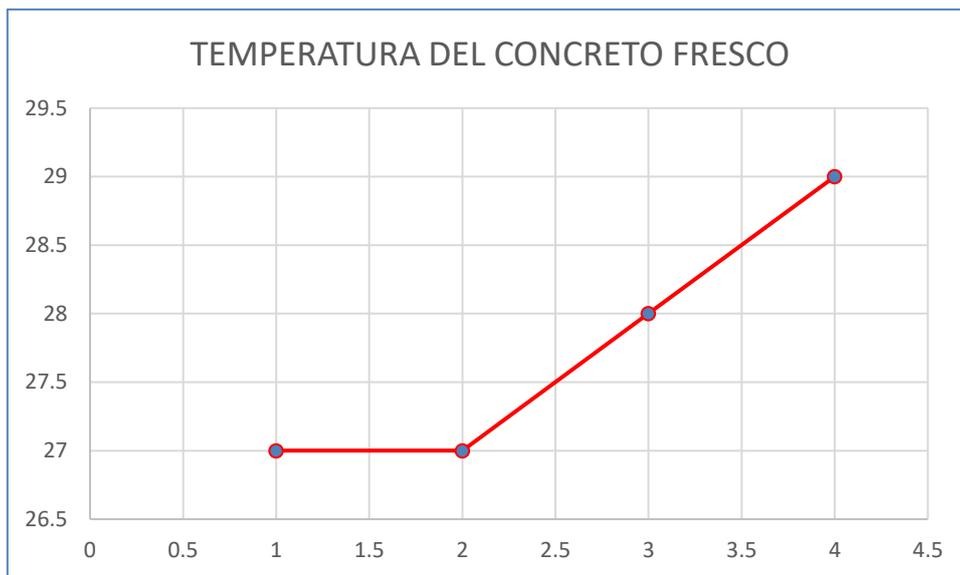


Figura 11: Temperatura del concreto fresco

**Fuente:** Elaboración propia

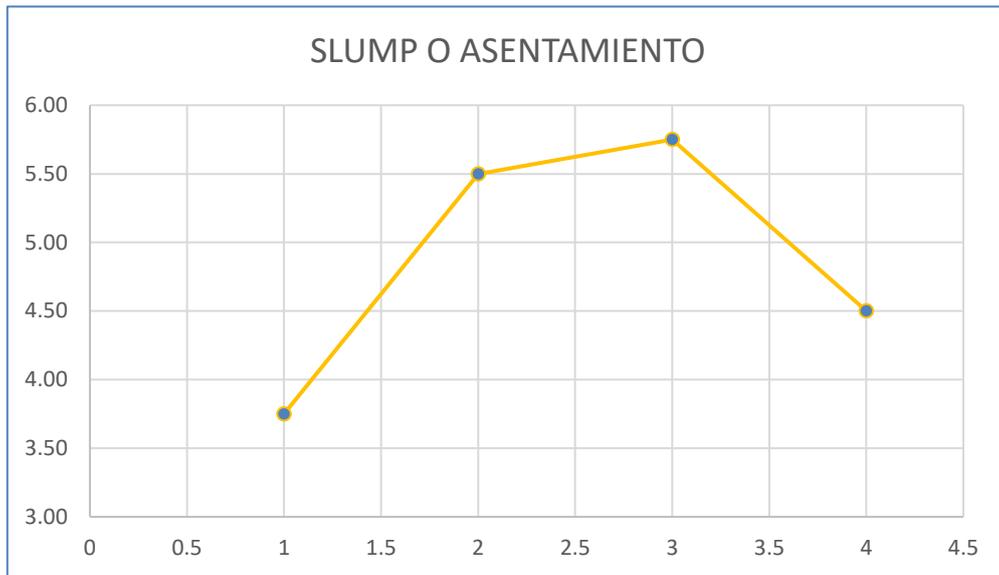


Figura 12: Slump o asentamiento

**Fuente:** Elaboración propia

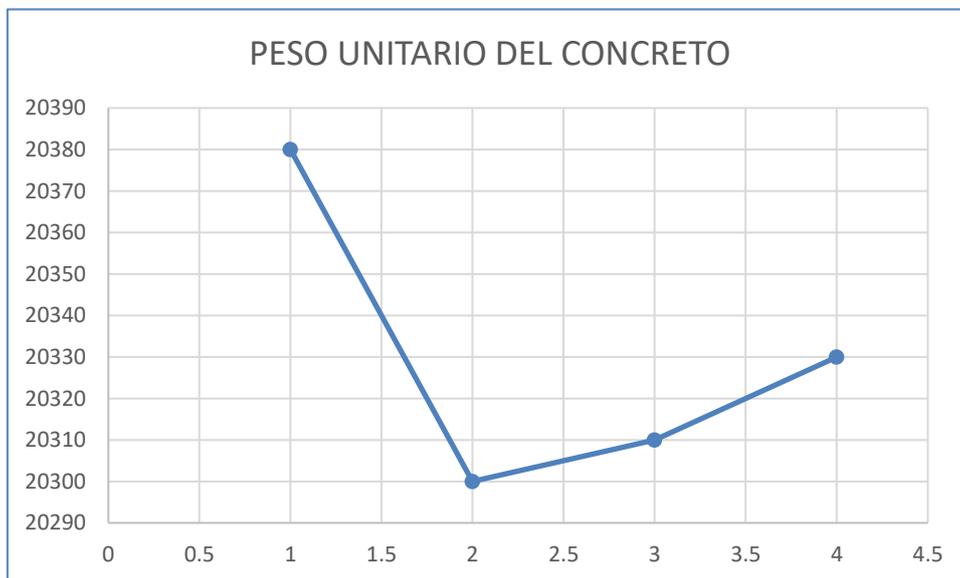


Figura 13: Peso unitario del concreto

**Fuente:** Elaboración propia

### ANEXO 07: PANEL FOTOGRAFICO

Figura 14: Obtención de los agregados



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Elaboración de la mezcla



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Elaboración de las probetas de concreto



Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Curado de las probetas de concreto



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto



Fuente: Elaboración propia