

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

*“INFLUENCIA DEL ACERO RECICLADO PARA  
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO  
F’C=210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE  
TRUJILLO,2022”*

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERIO CIVIL**

**Autores:**

Adriana Masiel Alcantara Reyes  
Malher Gerardo Mendieta Ponce

**Asesor:**

Mg. Lic. German Sagastegui Vásquez  
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

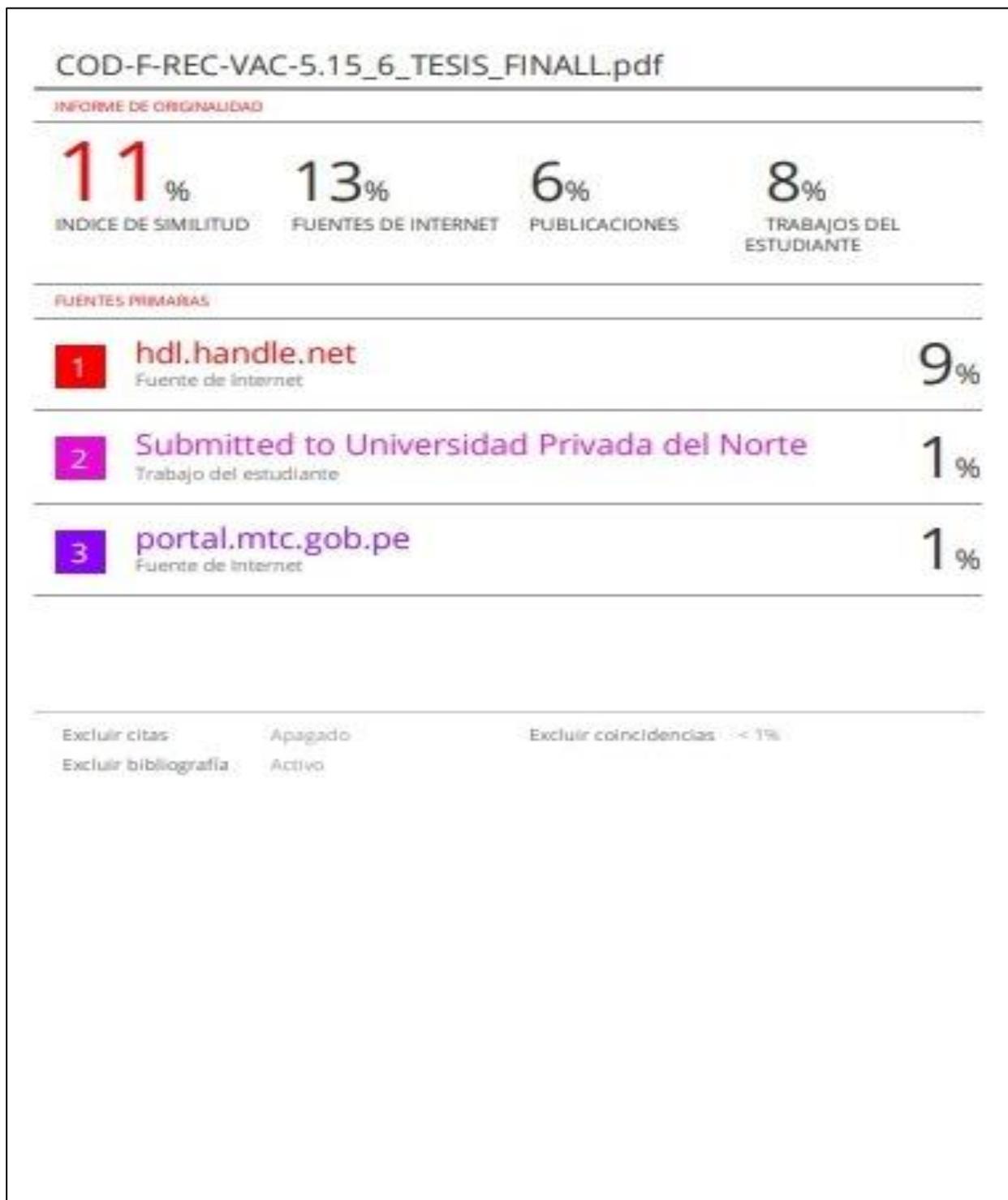
2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Alberto Rubén Vásquez Díaz</b>	<b>40385695</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Gonzalo Hugo Díaz García</b>	<b>40539624</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Cintha Alvarado Ruíz</b>	<b>71412783</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

**INFORME DE SIMILITUD**

## DEDICATORIA

Este estudio es dedicado a mis padres Jenny Reyes Lujan y Adrian Oswaldo Alcántara Rodríguez, quienes me orientaron, guiaron y apoyaron siempre, también se lo dedico a mi madrina o segunda madre Kristy Rodríguez Reyes quien siempre me motivo con cada uno de sus logros y oriento acerca de la carrera además de apoyarme incondicionalmente en este rubro y por último a mi pequeño sobrino Jeico David, quien me inspira, motiva e impulsa para seguir en este arduo camino y así poder salir gloriosa.

*Alcántara Reyes, Adriana Masiel*

Todo este largo camino y esfuerzo es dedicado a mi familia, pero sobre todo a la señora María Edith Ponce Contreras quien es mi madre, gracias a su apoyo total estoy a un paso de cumplir una meta más, por otro lado, a mis hermanos Alexander, Ivan, Marcos y Marjeore quienes de una u otra manera me brindaron su apoyo y enseñanza desde pequeño en todo aspecto, este logro es por todos ustedes familia.

*Mendieta Ponce, Malher Gerardo*

## AGRADECIMIENTO

Doy gracias a mis padres por brindarme su apoyo, así como también por acompañarme en este trayecto. Agradezco a mi casa de estudio por sus buenos profesionales, quienes nos forman en todo el camino universitario y sobre todo por haber encontrado a tres grandes amigos los cuales hicieron una estadía más confortante en mi vida universitaria.

*Alcántara Reyes, Adriana Masiel*

Agradezco a nuestro creador, Dios sobre todo por otorgarme salud y paz. A mi madre, a mis hermanos, por la ayuda en todo momento. A mi segunda casa la Universidad Privada del Norte, quien me brindó excelencia académica y sobre todo por los grandes docentes que me fui cruzando en mi aprendizaje como estudiante. A mi asesor el ingeniero German Sagastegui Vázquez por su compromiso y enseñanzas dadas y por último a aquellos amigos que nunca dudaron de mi persona, a todos gracias.

*Mendieta Ponce, Malher Gerardo*

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	14
RESUMEN	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Antecedentes de la investigación</b>	<b>24</b>
<b>1.3. Bases teóricas</b>	<b>28</b>
1.3.1. Acero reciclable	28
1.3.2. Propiedades del Concreto	32
<b>1.4. Formulación del problema</b>	<b>40</b>
<b>1.5. Objetivos</b>	<b>40</b>
1.5.1. Objetivo General	40
1.5.2. Objetivo Especifico	41

<b>1.6. Hipótesis</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>42</b>
<b>2.1. Tipo de Investigación</b>	<b>42</b>
2.1.1. Por el propósito	42
2.1.2. Según el diseño	42
2.1.3. Según el nivel	43
2.1.4. Diseño de Investigación	43
<b>2.2. Población y Muestra</b>	<b>43</b>
2.2.1. Población	43
2.2.2. Muestra	44
2.2.3. Técnica de Muestreo	45
<b>2.3. Técnicas de Recolección de Datos</b>	<b>46</b>
2.3.1. Técnica de recolección de datos	46
2.3.2. Instrumento de recolección de datos	46
<b>2.4. Aspectos Éticos</b>	<b>47</b>
<b>2.5. Matriz de validación de expertos</b>	<b>48</b>
<b>2.6. Procedimientos</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>113</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Número de probetas a elaborar y ensayar la propiedad de resistencia a compresión. ....	44
<b>Tabla 2.</b> Técnicas e instrumentos de recopilación de datos de variable independiente. ....	47
<b>Tabla 3.</b> Caracterización del agregado grueso. ....	62
<b>Tabla 4.</b> Caracterización del agregado fino. ....	63
<b>Tabla 5.</b> Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , por el método ACI 211. ....	64
<b>Tabla 6.</b> Dosificación de los porcentajes de acero reciclado. ....	65
<b>Tabla 7.</b> Resultados del asentamiento del concreto. ....	66
<b>Tabla 8.</b> Resultado del desgaste abrasivo de los ángeles. ....	67
<b>Tabla 9.</b> Resultado de equivalencia de arena. ....	68
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 7 días. ....	73
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 14 días. ....	74
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 28 días. ....	75

**Tabla 13.** Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3%  
y 5.3% a la edad de 7, 14 y 28 días. ....76

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Esquema de procedimiento.....	52
<b>Figura 2.</b> Esquema de procedimiento de la granulometría.....	53
<b>Figura 3.</b> Esquema de procedimiento del contenido de humedad. ....	54
<b>Figura 4.</b> Esquema de procedimiento del peso específico y absorción del agregado fino.....	55
<b>Figura 5.</b> Esquema de procedimiento del peso específico y absorción del agregado grueso. ....	56
<b>Figura 6.</b> Esquema de procedimiento del peso unitario de los agregados. ....	57
<b>Figura 7.</b> Esquema de procedimiento del ensayo de asentamiento.....	58
<b>Figura 8.</b> Esquema de procedimiento del ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles.....	59
<b>Figura 9.</b> Esquema de procedimiento del ensayo de equivalencia de arena. ....	60
<b>Figura 10.</b> Esquema de procedimiento del ensayo de equivalencia de arena. ....	61
<b>Figura 11.</b> Resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 7 días. .....	69
<b>Figura 12.</b> Resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 14 días. .....	70

<b>Figura 13.</b> Resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 28 días.	71
<b>Figura 14.</b> Curva ANOVA a la edad de 7 días.	73
<b>Figura 15.</b> Curva ANOVA a la edad de 14 días.	74
<b>Figura 16.</b> Curva ANOVA a la edad de 28 días.	75
<b>Figura 17.</b> Curva ANOVA a la edad de 7, 14 y 28 días.	76
<b>Figura 18.</b> Cuarteando y pesando el agregado fino.	117
<b>Figura 19.</b> Se tamiza el material por las diferentes aberturas.	118
<b>Figura 20.</b> Se cuarteo y pesa el agregado grueso.	119
<b>Figura 21.</b> Se coloca y agita el material por las diferentes aberturas de tamices.	120
<b>Figura 22.</b> Se coloca y pesa el agregado fino y grueso.	121
<b>Figura 23.</b> Se coloca el material en el horno por 24 hrs.	122
<b>Figura 24.</b> Se coloca el material en el horno, después se retira y se cubre con agua por 24 hrs.	123
<b>Figura 25.</b> Se coloca el material seco en el molde cónico, posteriormente se golpea 25 veces la superficie.	124
<b>Figura 26.</b> Se limpia y retira el molde, si el material se derrumba una pequeña parte quiere decir que alcanzo una condición de superficie seca.	125
<b>Figura 27.</b> Se introduce el material con agua y se agita el frasco para eliminar las burbujas.	126

<b>Figura 28.</b> Se cuarteo y coloca una parte del material en agua por 24 hrs. ....	127
<b>Figura 29.</b> Se remueve la muestra del agua y se coloca sobre un paño absorbente hasta desaparecer la película de agua, y obtener así una condición de saturación con superficie seca. ....	128
<b>Figura 30.</b> Se coloca el material en la cesta de alambre. ....	129
<b>Figura 31.</b> Se determina el peso sumergido en el agua. ....	130
<b>Figura 32.</b> Se reduce la muestra por el método de cuarteo. ....	131
<b>Figura 33.</b> Se llena el recipiente con material y se elimina el sobrante, para determinar su peso. ....	132
<b>Figura 34.</b> Se llena el material en tres partes iguales cada una con 25 golpes, después se enrasa. ....	133
<b>Figura 35.</b> Se pesa el recipiente con el agregado grueso. ....	134
<b>Figura 36.</b> Se llena el molde y se enrasa, posteriormente se levanta el molde cuidadosamente. ....	135
<b>Figura 37.</b> Se coloca la varilla en la parte superior del molde y se mide con una wincha en pulgadas para obtener el slump. ....	136
<b>Figura 38.</b> Máquina de los Ángeles. ....	137
<b>Figura 39.</b> Se coloca el agregado grueso y la carga para que esta rote a una velocidad de 500 rpm. ....	138
<b>Figura 40.</b> Se llena el recipiente de medida hasta su capacidad. ....	139

<b>Figura 41.</b> Se coloca el material y se vierte agua, posteriormente se golpea para liberar las burbujas, después se deja reposar por 10 min para finalmente tomar la lectura de arena. ....	140
<b>Figura 42.</b> Se coloca los datos de cada testigo.....	141
<b>Figura 43.</b> Con una wincha se sacan las dimensiones de la probeta.....	142
<b>Figura 44.</b> Se coloca el testigo en la máquina de resistencia a la compresión.....	143
<b>Figura 45.</b> Se observa el tipo de falla que tiene nuestras probetas. ....	144
<b>Figura 46.</b> Acero reciclable de 1". ....	145
<b>Figura 47.</b> Añadiendo el acero reciclable en nuestro diseño de mezcla del ACI.,	146
<b>Figura 48.</b> Engrasando los moldes para posteriormente ser llenado en tres partes iguales, dándole pequeños golpes para así eliminar el aire atrapado.....	147
<b>Figura 49.</b> Una vez llenado se deja reposar por 24 hrs. para posteriormente ser desmoldado y curado. ....	148

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Matriz de Operacionalización de Variables .....	113
<b>Anexo 2.</b> Matriz de Consistencia .....	115
<b>Anexo 3.</b> Panel fotográfico. ....	117
<b>Anexo 4.</b> Ensayo del análisis granulométrico del agregado fino. ....	149
<b>Anexo 5.</b> Ensayo del contenido de humedad del agregado fino. ....	150
<b>Anexo 6.</b> Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino. ....	151
<b>Anexo 7.</b> Ensayo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino. ....	152
<b>Anexo 8.</b> Ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso. ....	153
<b>Anexo 9.</b> Ensayo del contenido de humedad del agregado grueso. ....	154
<b>Anexo 10.</b> Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso. ....	155
<b>Anexo 11.</b> Ensayo de peso unitarios suelto y compactado del agregado grueso. .	156
<b>Anexo 12.</b> Ensayo del concreto en estado fresco. ....	157
<b>Anexo 13.</b> Ensayo de desgaste de abrasión de los ángeles. ....	158
<b>Anexo 14.</b> Ensayo de equivalencia de arena. ....	159
<b>Anexo 15.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto patrón a la edad de 7 días. ....	160

<b>Anexo 16.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto patrón a la edad de 14 días. ....	161
<b>Anexo 17.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto patrón a la edad de 28 días. ....	162
<b>Anexo 18.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 1.3% de acero reciclado a la edad de 7 días. ....	163
<b>Anexo 19.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 1.3% de acero reciclado a la edad de 14 días. ....	164
<b>Anexo 20.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 1.3% de acero reciclado a la edad de 28 días. ....	165
<b>Anexo 21.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 3.3% de acero reciclado a la edad de 7 días. ....	166
<b>Anexo 22.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 3.3% de acero reciclado a la edad de 14 días. ....	167
<b>Anexo 23.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 3.3% de acero reciclado a la edad de 28 días. ....	168
<b>Anexo 24.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 5.3% de acero reciclado a la edad de 7 días. ....	169
<b>Anexo 25.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 5.3% de acero reciclado a la edad de 14 días. ....	170

<b>Anexo 26.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 5.3% de acero reciclado a la edad de 28 días.....	171
<b>Anexo 27.</b> Diseño de mezcla por el método ACI parte 1. ....	172
<b>Anexo 28.</b> Diseño de mezcla por el método ACI parte 2. ....	173
<b>Anexo 29.</b> Diseño de mezcla por el método ACI parte 3. ....	174
<b>Anexo 30.</b> Diseño de mezcla por el método ACI parte 4. ....	175
<b>Anexo 31.</b> Diseño de mezcla por el método ACI parte 5. ....	176
<b>Anexo 32.</b> Diseño de mezcla por el método ACI parte 6. ....	177
<b>Anexo 33.</b> Ficha técnica del cemento mochica tipo I parte 1. ....	178

## RESUMEN

Este estudio tiene como finalidad precisar la influencia del acero reciclado para verificar el mejoramiento de las propiedades en un hormigón con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo y con ello brindar mayor conocimiento a la población de profesionales que se encuentran dentro del rubro de la construcción acerca del incremento de la compresión en concreto añadiéndole acero reciclable (esponja de acero) como material económico y óptimo. La estructura de este estudio es experimental pura - aplicada, teniendo como población todos los concretos  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo acero reciclado, que cumplen las normativas vigentes tanto peruanas como extranjeras, en el cual se realizó un concreto patrón y uno adicionando acero reciclado en diferentes porcentajes, de esta manera se realizó el estudio de propiedades dentro de ello, resistencia a la compresión, trabajabilidad, cohesividad y durabilidad, por otro lado para realizar el estudio de las propiedades se utilizó el laboratorio y para procesar los datos se optó como herramienta principal el Excel. Se obtuvo resultados positivos, debido a que añadiendo acero en el concreto alcanzó mayor porcentaje de compresión a diferencia de un concreto patrón, además se puede concluir que para adquirir un concreto con mayor resistencia se puede reutilizar el acero reciclado el cual tiene un costo mucho más económico a diferencia de un aditivo.

**PALABRAS CLAVES:** Acero reciclado, durabilidad, hormigón, cohesividad y trabajabilidad.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Mundialmente, respecto al rubro de la ingeniería civil en la ejecución de un proyecto de edificación, el concreto cumple un rol fundamental, debido a que es el material más empleado. A través del tiempo el concreto ha ido evolucionando a tal magnitud que actualmente existe una gran variedad de tipos de concreto, así como el concreto reciclado en el cual se le adiciona en su matriz materiales reciclados, los cuales trabajan como opción para refuerzo parcial o total del concreto. Según diversos estudios aseguran que al adicionarle dicho elemento esto hará que aumente y mejore el desempeño del material frente a la compresión, por otro lado, se obtiene una mayor resistencia del concreto en la edificación.

En Colombia al igual que en distintos países se elaboran investigaciones enfocándose en la evaluación de las propiedades que se obtienen al agregar acero reciclado al concreto. Las prestaciones mecánicas del hormigón, como los adicionados de virutas en 10% y 12% los cuales son reemplazados de forma parcial al agregado fino, arrojó resultados donde muestra incremento del porcentaje de resistencia en hormigones con adición de virutas aplicando el diseño convencional (Pinzón y Rincón, 2017, p.6).

En Ecuador, se realizó una investigación la cual consiste en adicionar acero reciclado fundido, así como bajos porcentajes de fibras de acero fundido en el contenido total de la masa de hormigón, obteniendo como resultado incremento de la compresión en la edad de 28 días incorporando acero reciclado comercial fundido, logrando una resistencia promedio de 281.2 kg/cm<sup>2</sup>, verificando y resultando que el concreto con acero reciclado eleva las propiedades mecánicas de uno convencional (Sandoval, 2017, p.14).

En México se realizó una investigación la cual ejecuta una comparación analítica – experimental de las características obtenidas a partir de la cortante por tensión diagonal en vigas de concreto armado, donde se adicionó fibras de acero. Se realizó el ensayo de 32 vigas, evaluándolas sobre cargas estáticas obteniendo altos valores de esfuerzo. Los resultados que se obtuvieron de la resistencia experimental por cortante entre los elementos fibro reforzadas, con y sin estribaje, siendo mayor que la fuerza teórica dada por el reglamento ACI – 318. Los resultados obtenidos fueron eficaces con respecto a la cortante (Juárez et al., 2015, p.2).

En el Perú, se evaluó la resistencia a la flexión y compresión en 2 diseños, estos fueron comparados con 4 grupos experimentalmente adicionando viruta de acero reciclado del peso total de la mezcla, dando como resultados mejoras visibles en la compresión, sin embargo, no se evidenciaron cambios respecto al ensayo de flexión (Guzmán y Garate, 2019, p.10).

En Trujillo, se presentó un estudio donde se analiza el efecto del acero reciclado para un diseño de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, comparándolos con 2 grupos, el concreto tradicional e incorporando acero, los valores muestran que la compresión a los 28 días permite obtener 238.045 kg/cm<sup>2</sup>, sintetizando que, a menor porcentaje de acero reciclado, se eleva la resistencia característica del concreto (Garate, 2018, p.8).

Se sabe que el acero reciclado es un residuo fibroso utilizado como refuerzo en el concreto. Las dimensiones requeridas para las fibras son variadas y estas oscilan con una longitud entre los 30 mm a 64 mm, espesor entre 0.55 – 2 mm aproximadamente (ASTM A820, 2017). Así también, para el diseño de resistencia del hormigón se emplean ensayos de formas cilíndricas bajo ASTM C – 39 y la norma NTP 339.034.

Según el estudio realizado por Pacheco en el año 2016, evaluando la compresión axial en probetas de concreto  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con adición de acero reciclado a distintas edades, indica que el procedimiento se basa en diseñar concretos en la resistencia estudiada agregando viruta (2%, 4% y 6%) siendo evaluadas a los 7, 14 y 28 días. De los resultados, se evidencia que a las mezclas tradicionales incorporando de viruta aumentan su resistencia de compresión en el periodo de 28 días (Pacheco, 2016, p.13).

Mediante el estudio elaborado por Pinzón y Rincón en 2017, evaluaron la caracterización de agregados para probetas de concreto añadiendo acero reciclado en 10% y

12% reemplazando parcialmente el agregado fino. Con ello, se logra como resultado que la incorporación de acero reciclado al 10% permitió incrementar la resistencia mejorando sus propiedades mecánicas (Pinzón y Rincón, 2017, p.11).

Por otro lado, de acuerdo al estudio realizado por Reyes y Rodríguez en el año 2010, se elaboró el análisis de resistencia del concreto adicionando limalla fina de 3%, 4% y 5% sobre el peso de la mezcla, con ello se llegó a la conclusión que más del 90% de las mezclas con el aditivo estudiado mejoran su resistencia significativamente en comparación de los concretos elaborados convencionalmente. Incorporando 5% de limalla mejoró la compresión a los 28 días en un 37.41% referente a la mezcla tradicional (Reyes y Rodríguez, 2010, p.21).

Según lo analizado en base a los antecedentes mencionados anteriormente, se logró determinar una relación entre ellos, la cual permite analizar la influencia adquirida al incorporar dentro de la mezcla de concreto tradicional diversas cantidades de acero reciclado, con ello se logra incrementar la compresión. Teniendo en cuenta el comportamiento que adquiere el concreto al adicionarle dicho material se puede decir que la incorporación del acero reciclado proporciona mejores resultados en sus propiedades químicas. Acerca de la información antes mencionada sobre la adición de acero reciclado en los diseños de concreto, se busca estudiar las diferencias de las propiedades entre el concreto diseñado convencionalmente y con acero reciclado como aditivo, en distintos porcentajes y edades.

En la búsqueda de encontrar empresas o entidades que nos faciliten dicho material (acero reciclado) en el Perú, para nuestra investigación experimental, nos dimos con la sorpresa de que muchas empresas no optan por reciclar dicho material, debido a que la mayoría suelen desecharlos, a través de una búsqueda ardua se logró encontrar que ACEROS AREQUIPA S.A. con R.U.C. 20370146994, promueve mejoras en la economía con el empleo del acero reciclado en las etapas constructivas, optimizando el uso de este recursos, aprovechando los desperdicios, ello propicia la construcción limpia (APL) establecida por el Ministerio del Ambiente.

Por otro lado, tenemos a la empresa MACCFERRI, quien tiene una gran producción de viruta de acero, la cual puede ser utilizada como componente de agregado en el concreto y de esa manera poder llevar con éxito los objetivos planteados de este trabajo.

En este estudio se optó por utilizar esponjas de acero como acero reciclable, en este caso se hizo una búsqueda de empresas, entidades y centros comerciales de los cuales se puede obtener la materia prima, es por ello que se hizo una previa cotización quedando como opción más factible para los autores la empresa CENCOSUD.

En toda obra civil el factor concreto es un determinante en la construcción, es por ello, que hoy en día se busca obtener mejoras en este, adicionando materiales no

convencionales con la esperanza de lograr encontrar nuevos procesos y componentes que brinde de manera eficaz mejorar las propiedades del concreto que se adapten a las necesidades del ser humano.

Existen investigaciones en las cuales se agregó fibra de acero teniendo como propósito incrementar las propiedades del hormigón, pero la incorporación de material genera un costo adicional, ya que es un material fabricado; y es por ese motivo que esta investigación propone la adición de acero reciclado, el cual tiene un comportamiento como fibra de acero de muy bajo costo. La aplicación de dicho material le dará al concreto una mejor capacidad de soporte.

Se debe tener en cuenta que sin la aplicación del acero reciclado o cualquier otro material no convencional, posiblemente no se encontrarán nuevas tecnologías que proporcionen mejoras innovadoras al concreto.

El estudio de este trabajo tiene como finalidad conocer y determinar las propiedades del concreto respecto a su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y cohesividad añadiendo el acero reciclado y a la vez realizar una comparativa con el concreto tradicional en las edificaciones en zonas urbanas, ya que actualmente el concreto no cuenta con nuevos procesos, los cuales pueden llegar a ser más beneficiosos y mejores que el proceso del concreto tradicional. Mediante este análisis de estudio se puede llegar a conocer el impacto

positivo que trae consigo la adición del acero reciclado al concreto, cabe resaltar que el acero reciclado es de muy bajo presupuesto. Es por ello, que esta investigación busca establecer una nueva alternativa para la construcción de edificaciones urbanas.

## 1.2. Antecedentes de la investigación

Como primer antecedente, tenemos el estudio realizado por Pacheco en el Perú, año 2016, quien identifica la resistencia axial para un diseño de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo acero en viruta analizada a distintos tiempos. La metodología empleada fue experimental, la cual consistió en elaborar 36 probetas incorporando viruta de 2%, 4% y 6%, esto en reemplazo del agregado fino. Se concluyó que al incorporar viruta este aumenta notoriamente la resistencia a esfuerzo axial del hormigón (Pacheco, 2016, p.82).

Esta tesis nos brinda información importante que aporte a nuestra investigación, ya que el autor nos propone agregar porcentajes de acero reciclado como reemplazo al agregado fino, donde se llega a la conclusión que reemplazando el 2%, 4% y 6% de acero reciclado al concreto, la resistencia se incrementa en 12.4%, 24.6% y 27% respectivamente.

En Colombia, Sarta y Silva en el año 2017, realiza el análisis del concreto patrón y el concreto con fibras de acero como reemplazo parcial del agregado fino en el diseño en busca de una mejor resistencia a compresión. Se utilizó la metodología experimental, es por ello que se elaboraron pruebas para la resistencia, dando como resultado que, para la edad de 7, 8 y 24 días existe aumento significativo. Se concluye que las diversas cantidades

adicionando acero aumentaron de manera notoria con respecto a un diseño de mezcla convencional, observando que los resultados con mayor resistencia se evidencian en las mezclas con fibras, además son estas las que generaron la ductilidad, es decir que esta propiedad permite identificar deformaciones en el concreto más no presentando falla agresiva (Sarta y Silva, 2017, p.5).

Esta investigación nos permitirá analizar las mejoras que adquiere la compresión del concreto adicionando diferentes cantidades de acero reciclado. El aporte de esta investigación es muy importante, porque nos da a conocer la diferencia que existe empleando un concreto tradicional y con añadidura de acero reciclado, evidenciándose mejoras notorias en la resistencia de compresión.

Por otro lado, tenemos el estudio realizado por Guzmán y Garate en el 2019, quienes compararon las propiedades mecánicas de un concreto 210 y 175 kg/cm<sup>2</sup> con respecto a uno añadiendo viruta de acero. Se empleó una metodología experimental, con distintas dosificaciones las cuales fueron de 0.2%, 0.4% y 0.6% respecto al peso total de la mezcla. Se elaboraron 144 probetas con 0.15 m x 0.30 m de dimensiones para compresión y 48 vigas de 0.15 m x 0.15 m x 0.50 m para los ensayos de flexión. En las pruebas de resistencia se dieron a diversas edades (7, 14 y 28 días) y los resultados referentes al patrón fue de  $f'c = 216.79 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, reforzando con viruta de acero obtuvieron resultados de 233.49, 252.64 y 181.67 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Con ello se verifica aumento proporcional de la resistencia a la compresión con la incorporación de la viruta de acero, dicha resistencia aumenta hasta cierto punto luego esta disminuye drásticamente sin

siquiera llegar al diseño propuesto. En cuanto a los ensayos de flexión, para el tradicional fue de 179.652 kg/cm<sup>2</sup> mientras que para las probetas reforzados con viruta de acero los resultados fueron 196.868, 210.155 y 150.589 kg/cm<sup>2</sup> para diferentes dosificaciones. Concluyendo que la resistencia a la flexión mejora significativamente, pero esta decae de tal forma que no llega al diseño de mezcla propuesto (Guzmán y Garate, 2019, p.51).

Esta investigación nos permite conocer y analizar todas las propiedades mecánicas que adquiere el concreto adicionando viruta en su composición, y como es que aumenta la resistencia de flexión y compresión incorporando distintos porcentajes de acero reciclado.

En Colombia, Valencia y Quintana en el año 2016, realizaron una comparativa del concreto convencional y con añadidura de fibra en acero en porcentajes de 12% y 14%. La metodología que usó fue experimental, para el cual se armaron 27 probetas. Se define que hay mejoras en la resistencia a la compresión de las probetas con incorporación de fibra en acero a diferencia de las sin fibras, teniendo como resultados que el diseño con incorporación del 14% de fibra obtuvo mayor resistencia con un valor media de 4324 psi, aumentando en un 13.64% su capacidad a diferencia del diseño de mezcla sin añadidura (Valencia y Quintana, 2016, p.50).

El presente estudio aporta información muy valiosa a nuestra investigación, ya que los autores nos dan a conocer que la propiedad de compresión del concreto aumenta en un 8% y 14% respecto al concreto convencional, adicionando un porcentaje del 12% y 1% de acero reciclado respectivamente.

En Trujillo, Castañeda en el año 2018, realizó la evaluación a la diferencia existente entre la resistencia a la compresión de un concreto simple e incorporando fibra de acero. Experimental fue la metodología empleada, este consistió en realizar 90 probetas cilíndricas para una mezcla de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, 30 fueron para el concreto patrón, las 30 siguientes para un concreto con 20 kg/cm<sup>2</sup> y las 30 últimas para concreto con 40 kg/cm<sup>2</sup> de fibra de acero. Los resultados obtenidos tuvieron que ser promediados, ya que eran 10 resultados para cada muestra tanto para los de 7, 14 y 28 días. El autor sintetiza que a los 28 días hubo un incremento mayor de resistencia con 20 kg/cm<sup>2</sup> y 40 kg/cm<sup>2</sup> de fibra de acero (Castañeda, 2018, p.66).

Esta tesis aporta con objetivo principal de nuestra investigación, ya que los autores, propusieron agregar 20 kg/cm<sup>2</sup> y 40 kg/cm<sup>2</sup> en fibra de acero al concreto convencional, además, concluyeron con los resultados esperados, ya que obtuvieron incremento en la resistencia de 4.6% y 8.4% respectivamente.

En Colombia, Carrillo en el año 2013, realiza un estudio correlacional respecto a las propiedades mecánicas de un concreto convencional y adicionando fibras de acero. La metodología fue experimental, empleando distintas dosificaciones de 45, 60 y 75 kg/cm<sup>2</sup>. Se elaboraron 88 probetas para las pruebas de compresión y 40 vigas para ensayos de flexión. Los hallazgos muestran que, añadiendo fibras de acero, se decrece la resistencia a la compresión obteniendo un valor casi constante. Por otro lado, respecto a los ensayos de flexión para el concreto convencional fue  $f'_c = 3.99$  MPa, por otro lado, los concretos

reforzados con fibra de acero resultaron en 3.49 MPa, 4.03 MPa y 4.37 MPa para distintas dosificaciones. Concluyendo que en realidad si mejora la resistencia a la flexión, pero significativamente añadiendo mayores cantidades de fibra (Carrillo, 2013, p.13).

Esta investigación nos permite conocer y analizar todas las propiedades mecánicas que adquiere el concreto con añadidura de la materia prima, y como se eleva la resistencia a la compresión y flexión añadiendo porcentajes de fibras.

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Acero reciclable**

Sarta y Silva (2017), definieron que:

El acero puede mantenerse reciclado de forma indefinida sin eliminar sus propiedades. Estas características hacen al acero de gran utilidad para la construcción de herramientas, maquinaria, edificios y obras públicas, etc. Por lo cual incrementa al desarrollo de las tecnologías industrializadas, ya que posee gran resistencia a la fatiga o impacto (p. 17).

##### **A. Tipos de acero reciclable:**

###### **- Viruta de acero**

Guzmán y Garate (2019), señalaron que “es un material residual y fragmentado que presenta forma de espiral o lámina como resultado de trabajos de

cepillado o perforación sobre metales, mayormente este tipo de material se encuentra en industrias que producen metal” (p. 8).

Por otro lado, Guzmán y Garate (2019), definieron que “es un residuo que se obtiene en los talleres industriales del acero, para la obtención de este se utilizan diferentes máquinas. Actualmente este material es desechado como chatarra para volver a ser reutilizados, pudiendo ser reciclado para posterior utilidad” (p. 8).

### **Tipos de viruta de acero**

#### **Viruta continua**

Guzmán y Garate (2019), señalaron que “este tipo de viruta se da de forma automatizada con una alta velocidad. Para obtener este tipo de material se requiere un material dúctil” (p. 8).

#### **Viruta discontinua**

Guzmán y Garate (2019), indicaron que “este tipo de viruta se va fraccionando en intervalos regulares, suele residuos de materiales con mayor tendencia a fracturarse, los cortes se generan a una velocidad menor y el ángulo suele ser inferior dando lugar a cortes superficiales” (p. 8).

## **Viruta combinada**

Guzmán y Garate (2019), definieron que “la Viruta Combinada de acero es generada en talleres industriales, los trabajadores suelen combinar todos los materiales para su venta, ya que no tienen interés en el reciclaje” (p. 8).

### **- Esponja de acero**

Torre (2016), informó que:

La esponja de acero se obtiene de la extracción de oxígeno a partir del mineral de hierro, logrando un producto metálico liviano y poroso. Para ello se utilizan hornos rotatorios, que librea el oxígeno con acción del carbón, con ello se transforma grandes cantidades de hierro a su forma metálica utilizándolo como carga en la fabricación de acero (p. 1).

### **- Varilla de acero**

Lalvay (2017), definió que:

La varilla corrugada de acero es el refuerzo ideal para la construcción de obras civiles en nuestro medio, debido a sus propiedades sismo resistentes. Es una barra común en el rubro de construcción para el armado de estructuras con acero al carbón laminado, es una barra sólida redonda con resaltes en toda su longitud, logrando con esto una adherencia mecánica con el hormigón (p. 23).

- **Escoria de acero**

Nicolalde (2008), definió que “las escorias llamadas también chatarra ferrosa son recomendadas en el rubro de la construcción durante la fabricación de cemento Portland de escoria, agregado para el asfalto, entre otras” (p. 18).

**B. Importancia y Uso:**

En todas las construcciones de obras civiles a nivel mundial quedan residuos o retazos de varilla de acero, además estas se pueden fundir y obtener la escoria de acero los cuales se catalogan como un acero reciclado, debido a que ambas materias primas se pueden reutilizar como añadidura en el concreto, mostrando así aspectos positivos en sus propiedades.

Por otro lado, en la industria comercial se obtiene la esponja de acero la cual es empleada en el uso doméstico de las viviendas, este material al terminar su vida útil puede ser reutilizado en el concreto mejorando una de las propiedades primordiales de este.

Por último, encontramos la viruta de acero que obtenida de los talleres industriales empleando herramientas como brocas y torno. Obteniendo así dicho material la cual se desecha de los talleres como acero reciclado, es allí cuando esta materia prima se recicla y se usa como adición al concreto aumentando notoriamente su resistencia.

### **C. Indicadores de Medición:**

Kamel (2016), comentó que:

El acero reciclado tiene como finalidad mejorar el concreto, encontrándose como material de apoyo, este tipo de elemento es usado debidamente en porcentajes o cuantificación requerida para así poder obtener mejoras en los espacios donde se desea aplicar, obteniendo de ello beneficios que aportan en la resistencia al hormigón (p. 7).

### **1.3.2. Propiedades del Concreto**

#### **1.3.2.1. Concreto:**

Mezcla de agregados fino y grueso, agua, cemento y aditivos en caso exclusivos. (RNE, 2018).

#### **A. Tipos de concreto:**

##### **- Concreto simple**

Concreto estructural que no lleva armadura de acero y este compuesto por cemento, arena, grava y agua. (RNE, 2018).

##### **- Concreto armado**

Concreto estructural reforzado con cantidades no menores de acero especificados en el reglamento nacional de edificaciones (RNE, 2018).

- **Concreto ciclópeo**

Cuya masa se le incorpora piedras de un tamaño nominal mayor (RNE, 2018).

## **B. Componentes del concreto:**

- **Cemento**

Materia prima pulverizada que, al añadirle cantidades de agua, donde se obtiene una pasta capaz de endurecerse, bajo agua o al aire libre (RNE, 2018).

- **Tipos de cemento portland**

Es un conglomerante que, al mezclarse con áridos y agua este puede llegar a mejorar la resistencia y durabilidad del hormigón. Se puede adicionar otros componentes sin sobrepasar del 1% en peso del total en base a la normatividad, indicándose que la añadidura de un componente incorporado no debe afectar las propiedades del resultado final del cemento. Cabe resaltar que las añadiduras deben estar en estado de pulverización. (RNE, 2018).

- **Agregados**

### **Agregado fino:**

Procedente de la descomposición natural y/o artificial, pasa por la malla 9.5 mm (3/8") y este se retiene en el tamiz 74  $\mu$ m (N°200) (NTP 400.037, 2018).

### **Arena:**

También llamado agregado fino, el cual se origina por la desintegración natral de las rocas (NTP 400.037, 2018).

**Agregado grueso:**

Agregado procedente de la desintegración natural, siendo retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4), y así también respetando límites normativos (NTP 400.037, 2018).

**Grava:**

También llamado agregado grueso, proveniente del proceso de desintegración de origen natural de materiales pétreos, encontrados en canteras o depósitos de origen natural (NTP 400.037, 2018).

**Piedra triturada:**

Es el agregado grueso triturado artificialmente a partir de gravas o rocas, escorias u otros (NTP 400.037, 2018).

**- Agua**

Utilizado para generar reacciones químicas en materiales cementantes componentes del concreto, se admiten todas las aguas potables. (NTP 339.088, 2019).

**C. Caracterización de materiales****- Granulometría del agregado fino y agregado grueso:**

Silva et al. (2019), comentaron que “es un proceso mecánico donde se separan las partículas de agregados en sus diferentes tamaños” (p. 3).

- **Contenido de humedad de los agregados:**

Determina el porcentaje de humedad de una muestra de agregado grueso y fino posterior al proceso de secado (NTP 339.127, 2019)

- **Peso específico y absorción del agregado fino:**

Peter (2019) estableció que:

Relación entre el peso del material y el volumen. Es un indicador de calidad, ya que, si este es bajo, significa que el material es absorbente, poroso y débil, por otro lado, los valores altos exponen un buen comportamiento, esto no siempre es certero (p. 31).

La absorción se define en base a la cantidad de agua que la arena filtra para concreto, siendo denotada en porcentaje con respecto al peso seco de la arena (NTP 400.022, 2018)

- **Peso específico y absorción del agregado grueso:**

Peter (2019), indicó que “el peso específico es definido como su peso por unidad de volumen, excluyendo vacíos” (p. 37).

Peter (2019), informó que:

La absorción tiene como virtud la capacidad de llenar los vacíos de su estructura con un fluido interno, dejándolo reposar en agua durante 1 día. La

porosidad de los agregados tiene significativa importancia durante la realización del diseño de mezcla del concreto (p. 38).

### **Peso Específico de Masa:**

Es la relación existente entre la masa y volumen unitario del material permeable, dentro de ello se consideran los poros permeables e impermeables, por otro lado, respecto a la masa, es tomada en el aire de igual densidad de un volumen de agua destilada, sin gas y con temperatura específica dependiendo de los agregados, ello respetando el límite de 2,3 a 2,9  $g/cm^3$  (NTP 400.021, 2018).

### **Peso Específico de masa Saturada Superficialmente Seca:**

Se define del mismo modo que el peso específico de masa, adicionando que dentro de la masa se considera agua sobre los poros permeables (NTP 400.021, 2018).

### **Peso Específico Aparente:**

Relaciona la masa de aire de un material a una temperatura determinada y la masa de aire del mismo volumen de agua destilada sin gas, Se debe tener en cuenta que cuando un material es sólido, se verifica el volumen de la porción impermeable (NTP 400.021, 2018).

#### **- Peso unitario del agregado fino y grueso**

Peter (2019), indicó que:

Conocido también como peso volumétrico de árido, se define como el peso alcanzado a una determinada unidad de volumen de material, comúnmente expresado en kilogramos por metro cúbico. Este valor clasifica los agregados como livianos, medianos y pesados, calcular la porosidad y convertir la cantidad en volumen y viceversa (p. 32).

**Peso Unitario Suelto:**

Se determina cuando el material se encuentra en estado seco en un depósito diseñado de manera suelta y suave hasta que se derrame, ello con el enrase con una varilla de nivelación. El valor resultante es importante para transportar y almacenar las unidades, ya que en este caso ocupan más espacio por estar sueltas. (NTP 400.017, 2018)

**Peso Unitario Compactado:**

Se determina al depositar el material seco en un contenedor para este propósito, por capas, en cada capa se realiza la compactación mediante una varilla, ello a fin de generar un acomodo de las partículas aumentando así la masa dentro del recipiente (NTP 400.017, 2018)

### 1.3.2.2. **Propiedades del concreto**

Cando (2016), indicó que:

El estado concreto se puede dividir en dos etapas:

Concreto fresco: Considerado al estado del concreto fresco en el momento en el que se completa el amasado manual o mecánico hasta el fraguado del cemento. Como: La trabajabilidad, cohesividad y durabilidad.

Concreto endurecido: Es la etapa en la cual el concreto logra resistencia mecánica que va incrementándose con los días, generalmente a los 7 días de edad se logra alcanzar entre el 70% y 80% de su resistencia final. (p. 18).

#### **A. Concreto Fresco**

##### **- Trabajabilidad:**

Peter (2019), definió como “la disponibilidad para manejar, colocar, verter y acabar concreto recién mezclado como también la segregación que este resiste. El concreto debe ser trabajable respetando los límites de segregación” (p.42).

#### **Ensayo de Asentamiento con el cono de Abrams**

Guzmán y Garate (2019) consideraron que “un concreto de excelente calidad debe cumplir con las propiedades del concreto como es la resistencia, trabajabilidad, durabilidad y economía que debe desempeñar en obra” (p. 36).

## - Durabilidad

Peter (2019), señaló que “la durabilidad es cuando el hormigón no se degrada con el tiempo, y este no es afectado por el medio ambiente o por causas internas o externas del hormigón ampliando así su vida útil (p. 45).

Se realizo ensayos en los agregados para determinar la durabilidad del concreto, tales como:

**Abrasión los ángeles (l.a.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½”)**

## - Cohesividad

Feliciano (2015), definió que:

La cohesividad es aquella propiedad que se puede comprobar la posibilidad de separación en la etapa de mezclado, lo que a la vez ayuda a evitar su rugosidad y facilita su uso en la compactación del hormigón. Un diseño de concreto generalmente se considera suficientemente cohesiva si no es demasiado plástica o pegajosa, es plástica y no se separa fácilmente (p. 1).

**Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino**

## **B. Concreto Endurecido**

### **- Resistencia a la compresión**

Guzmán y Garate (2019), mencionaron que:

Se expresa o denomina como “f’c”. El cual indica la capacidad del hormigón para soportar la carga axial que se le impone. El f’c es preparado según lo que se requiere en laboratorio con los lineamientos del ACI 211, siendo verificadas mediante ensayos de probetas cilíndricas de 0.15 m x 0.30 m a los 28 días de curado a una determinada velocidad de carga. Durante el curado, las muestras permanecen bajo agua para mantener humedad y por ende no perder resistencia (p. 11).

## **1.4. Formulación del problema**

¿De qué manera influye el acero reciclado para mejorar las propiedades en un concreto f’c= 210 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar la influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades en un concreto f’c= 210 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.

### 1.5.2. Objetivo Especifico

OE1: Realizar una caracterización exhaustiva y minuciosa de los agregados, tanto fino como grueso.

OE2: OE2: Determinar diseño de mezcla para el concreto.

OE3: Determinar el porcentaje óptimo de acero reciclado para mejorar las propiedades del concreto.

OE4: Determinar la trabajabilidad, durabilidad y cohesividad del concreto, por medio de los ensayos de laboratorio establecidos.

OE5: Comparar la influencia del concreto con acero reciclado con un concreto patrón, analizando las mejoras de las propiedades de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , enfocándonos en la resistencia a la compresión.

### 1.6. Hipótesis

El análisis de porcentajes de acero reciclado se basa en añadir una cierta cantidad de dicho material al concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para que este mejore de forma eficiente sus propiedades, ayudando en el soporte de las edificaciones en zonas urbanas, en la ciudad de Trujillo, 2022.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de Investigación**

#### **2.1.1. Por el propósito**

Es aplicada, ya que busca el manejo y utilidad de los conocimientos que se adquieren. Este estudio busca analizar y estudiar la aplicación del acero reciclado en el concreto, con el fin de conocer y verificar las propiedades tales como: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y cohesividad del concreto añadiendo el acero reciclado y a la vez realizar una comparativa con el concreto tradicional en las edificaciones en zonas urbanas. Ello en referencia con los conocimientos básicos de la investigación, dado que nuestro estudio depende de los resultados y avances de la información (Hernández, 2014, p.21).

#### **2.1.2. Según el diseño**

Es experimental, ya que busca realizar pruebas de laboratorio en base de porcentajes de acero reciclado y tiempo, es decir, pretende determinar las propiedades de trabajabilidad, resistencia, durabilidad y cohesividad del hormigón añadiendo el acero reciclado y a la vez realizar una comparativa con el concreto tradicional en las edificaciones en zonas urbanas, es decir, el diseño es experimental, ello se realiza mediante manipulación de la variable independiente la cual tiene como finalidad analizar los resultados. (Hernández, 2014, p.22).

### 2.1.3. Según el nivel

Es experimental, porque sus objetivos se basan en pruebas de laboratorio incorporando esponja de acero reciclado en el concreto convencional, además, se busca realizar comparaciones con el fin de encontrar diferencias sobre las propiedades del concreto con materia prima y sin materia prima. Este estudio tiene como antecedentes información relativa y de mucha importancia, la cual tienen conclusiones favorables para esta investigación.

### 2.1.4. Diseño de Investigación

Es de diseño **experimental puro**, cumpliendo con criterios primordiales de control y la validez interna, ejerciendo un control de los factores que afectan la validez interna y externa; es decir, se tendrá muestras iguales, muestra patrón y variación de porcentaje de 1.3 %, 3.3 % y 5.3% de acero reciclable en el concreto convencional en periodos de 7, 14 y 28 días.

## 2.2. Población y Muestra

### 2.2.1. Población

Se define como la agrupación de unidades, sujetos u objetos que compartes características a estudiar, las cuales generalizarán los resultados obtenidos en la muestra atravesando distintos procesos de investigación. La población, responde a la necesidad de seleccionar y definir el grupo a donde son aplicables las conclusiones y resultados adquiridos. (Monje, 2011, p.12)

La población de esta investigación es todos los concretos  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con acero reciclado en Trujillo.

### 2.2.2. Muestra

Monje (2011), señaló que “es considerada como un grupo de sujetos u objetos provenientes de una población, ellos cumplen con determinadas características, tener en cuenta que dentro de una misma población se pueden extraer más de una muestra (p.12).

En la presente investigación la muestra se conformó por 36 probetas diseñado a  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  las cuales serán consideradas con un porcentaje de acero reciclado del 1.3%, 3.3% y 5.3 % para evaluarlos a los 7, 14 y 28 días

#### **Tabla 1.**

*Número de probetas a elaborar y ensayar la propiedad de resistencia a compresión.*

<b>Diseño de mezcla <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>			
<b>Tipo de concreto</b>	<b>Edad</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Subtotal de probetas</b>
Patrón	7		3
Patrón + 1.3 % de acero reciclado	7		3
Patrón + 3.3 % de acero reciclado	7	<i>resistencia</i>	3
Patrón + 5.3 % de acero reciclado	7		3

Patrón	14	a la	3
Patrón + 1.3 % de acero reciclado	14	compresión	3
Patrón + 3.3 % de acero reciclado	14		3
Patrón + 5.3 % de acero reciclado	14		3
Patrón	28		3
Patrón + 1.3 % de acero reciclado	28		3
Patrón + 3.3 % de acero reciclado	28		3
Patrón + 5.3 % de acero reciclado	28		3
<b>Total de probetas</b>			<b>36</b>

*Nota:* Cantidad de probetas a trabajar basados en la Norma Técnica Peruana 400.012.

### 2.2.3. Técnica de Muestreo

El presente proyecto trabaja con la técnica de muestreo No Probabilístico por juicio de experto, debido a que se considera términos de inclusión como, por ejemplo: la búsqueda de información de una o ambas variables de estudio en fuentes confiables y viables, además de contar con la estructura del MIRD (introducción, metodología, resultados y discusión), y estar dentro de los 10 años de antigüedad.

## **2.3. Técnicas de Recolección de Datos**

### **2.3.1. Técnica de recolección de datos**

Maya (2014), definió que “son procedimientos que cumplen con un orden sistemático, generando que el investigador profundice conocimientos y plantee nuevas investigaciones” (p.12).

Este estudio tiene como finalidad emplear como técnica la observación de tipo directa, ya que se realizarán ensayos de laboratorio de forma experimental, es empleada usualmente en el desarrollo de proyectos de edificación, debido a que se puede estar en contacto real con la unidad de estudio. Para ello se pretende hacer una guía de observación, en el cual se anotaron los diferentes ensayos, que se darán en probetas con diferentes porcentajes y distintos días.

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

Maya (2014), señaló que “es un formato de registro que forma parte de una investigación descriptiva mediante revisión de información y técnicas de recopilación (p.14).

Se emplearon guías de observación para el registro de muestras, equipos de laboratorio adecuados, programas de gabinete, información bibliográfica de ensayos, tesis entre otros y hojas de fichas de datos para registrar los resultados por medio de las pruebas.

**Tabla 2.**

*Técnicas e instrumentos de recopilación de datos de variable independiente.*

<b>RECOPIACIÓN DE DATOS</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Instrumento</b>
<b>ACERO</b>		Observación	Herramientas	Hoja de ficha
<b>RECICLABLE</b>	Propiedades	Directa	de laboratorio	de datos

*Nota:* Tabla de recopilación de datos de la variable independiente.

### 2.3 Análisis de datos

Se ha empleado tablas comparativas para el concreto con añadidura y sin añadidura obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión. Además, para el análisis de resultados se utiliza tablas y gráficos de barras obtenidos de los ensayos realizados, dándole mayor énfasis en la propiedad de resistencia a la compresión.

### 2.4. Aspectos Éticos

En esta investigación se hace uso de los aspectos éticos de mayor relevancia que existen en nuestra vida cotidiana y que por ende debe ser puesto en práctica de forma regular. Consideramos el respeto, ya que todos somos suficientemente capaces y tenemos un nivel de autodeterminación en el cual la toma de decisiones y el trato hacia los demás se dan con justicia, buscando que el proceso de trabajo llevado sea con eficiencia, confianza y transparencia.

También se consideró la responsabilidad social, debido a que esta investigación beneficiará a la población como al medio ambiente, por medio del reciclaje del acero reciclado (esponja de acero).

Finalmente se citan todas las fuentes consultadas y consideradas, también se cuenta con autorización de nuestra casa de estudios y de buscadores como Redalyc, Scielo, Google Académico y otros, con la finalidad de tener información con sustento y validez, la cual será utilizada solo con fines académicos, para no incurrir involuntariamente en cualquier intento de plagio, además se respetaron los derechos del autor, para lo cual, se colocó las referencias de todas las citas expuestas. Asimismo, se empleó las normas APA – 7ma. Edición, la cuales nos brindan un estándar de redacción verídico sin alteraciones.

## **2.5. Matriz de validación de expertos**

Esta validación se realiza por dos expertos.

La validación de la recolección de datos fue desarrollada por Ing. Melving Luis Rivera Muñoz, quien cuenta con el grado de estudio de ingeniero civil, y es experto en todo lo relacionado al diseño de concreto para edificaciones urbanas.

La validación de la recolección de datos fue desarrollada por Ing. German Sagastegui Vásquez, quien cuenta con el grado de estudio de ingeniero civil, y es experto en la metodología de la investigación.

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías emergentes
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Melving Luis Rivera Muñoz
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo,2022.	
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías emergentes	
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. German Sagastegui Vásquez	
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Independiente	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



Ing. German Sagastegui Vásquez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 12804A

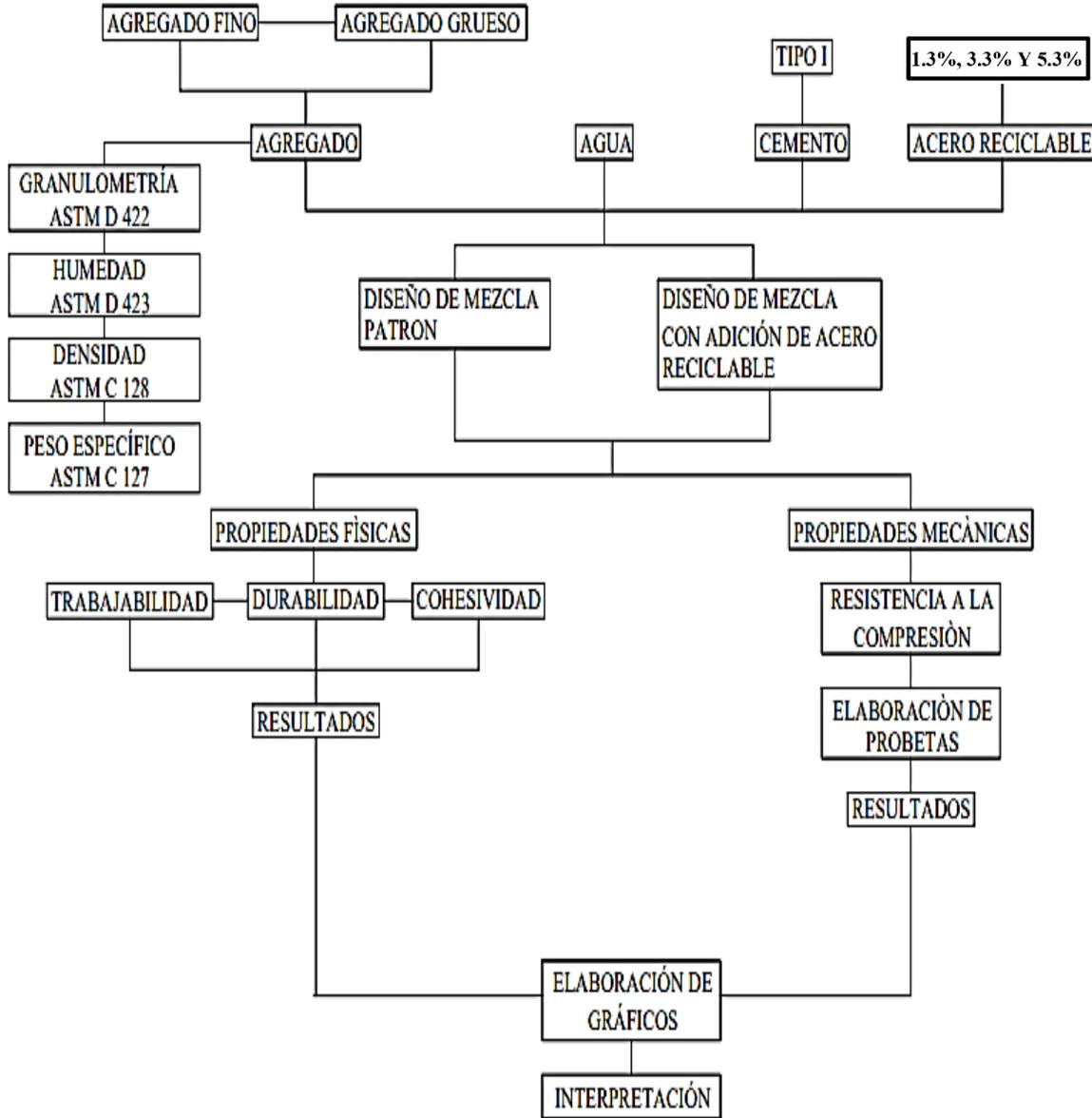
## 2.6. Procedimientos

En la elaboración de esta investigación se siguió el siguiente orden para la obtención de resultados a partir de los objetivos previamente establecidos:

1. Se propuso realizar 4 diseños de mezcla, tres que incluye el acero reciclado y uno patrón, en el cual se pasó a caracterizar los agregados tanto fino como grueso y obtener los porcentajes de acero reciclable los cuales han sido 1.3%, 3.3% y 5.3%.
2. En la caracterización de agregados se realizó los ensayos de granulometría, humedad, densidad y peso específico, una vez obtenido los resultados se pasó a hacer el diseño de mezcla según ACI.
3. Obtenidos los cuatro diseños de mezcla, se dividió en 2 fases las cuales fueron obtener las propiedades físicas en este caso la trabajabilidad, durabilidad y cohesividad y luego las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión.
4. Finalmente se obtuvo todos los resultados de los ensayos, dando respuesta a los objetivos, culminando esta investigación.

**Figura 1.**

*Esquema de procedimiento.*



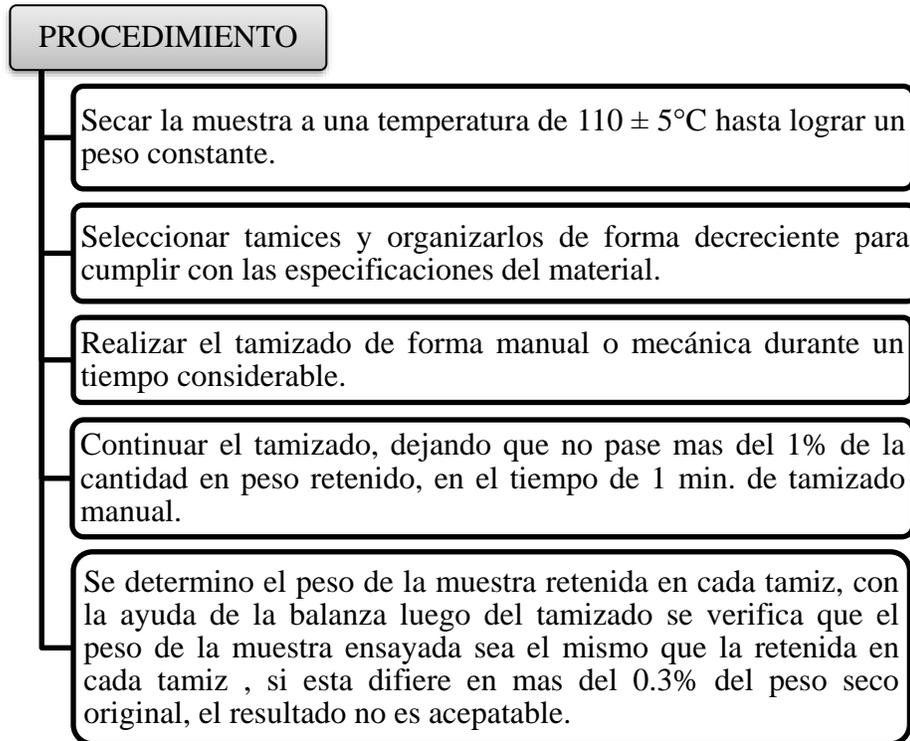
**Nota:** Esquema de procedimiento para la buena elaboración de un trabajo de investigación.

## I. Granulometría de los agregados:

NTP 400.012

*Figura 2.*

*Esquema de procedimiento de la granulometría.*



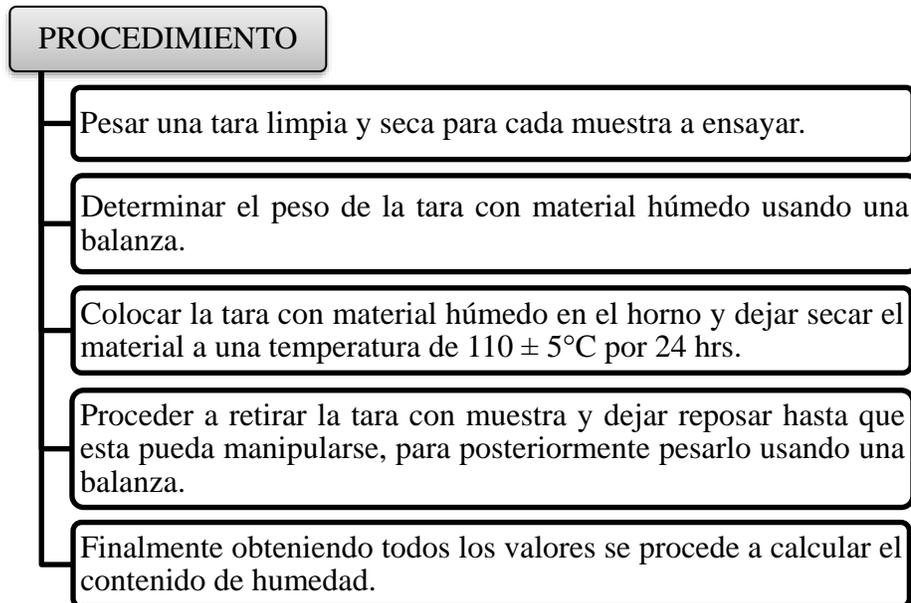
*Nota:* Procedimiento del ensayo de granulometría para los agregados (finos y gruesos).

## II. Contenido de humedad de los agregados:

**NTP 339.127**

**Figura 3.**

*Esquema de procedimiento del contenido de humedad.*



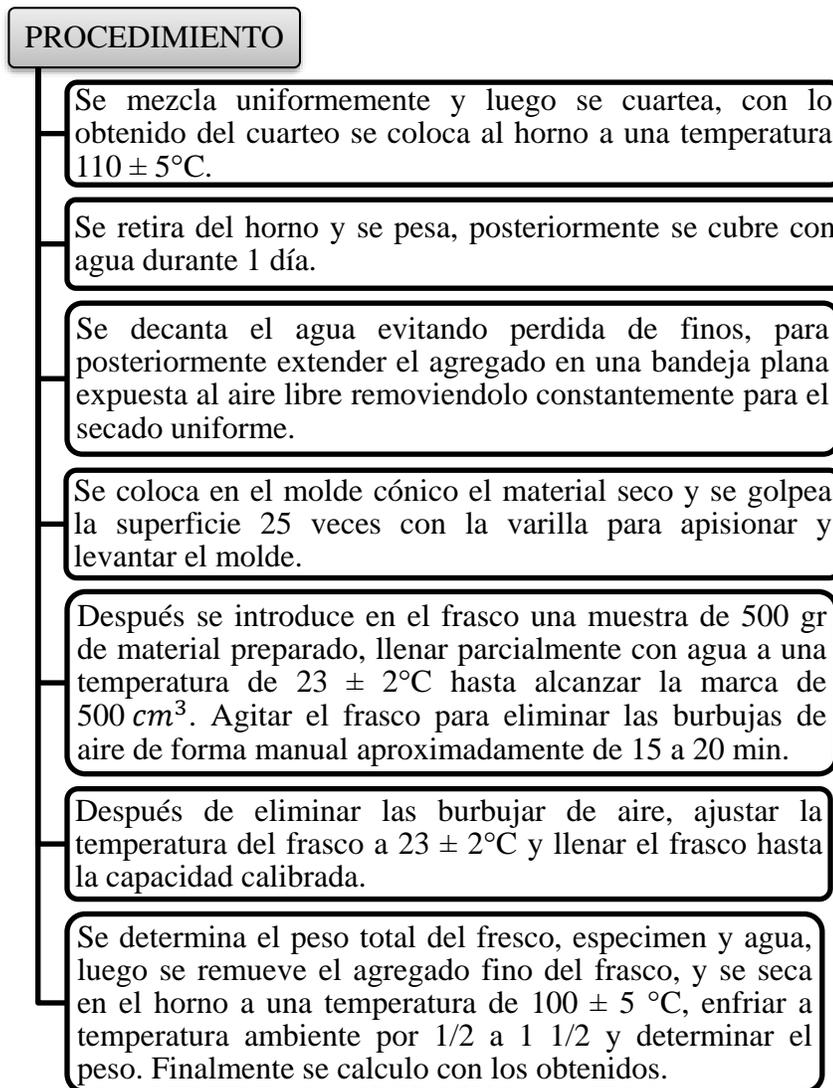
**Nota:** Procedimiento del ensayo del contenido de humedad para los agregados (finos y gruesos).

### III. Peso específico y absorción del agregado fino:

**NTP 400.022**

#### *Figura 4.*

*Esquema de procedimiento del peso específico y absorción del agregado fino.*



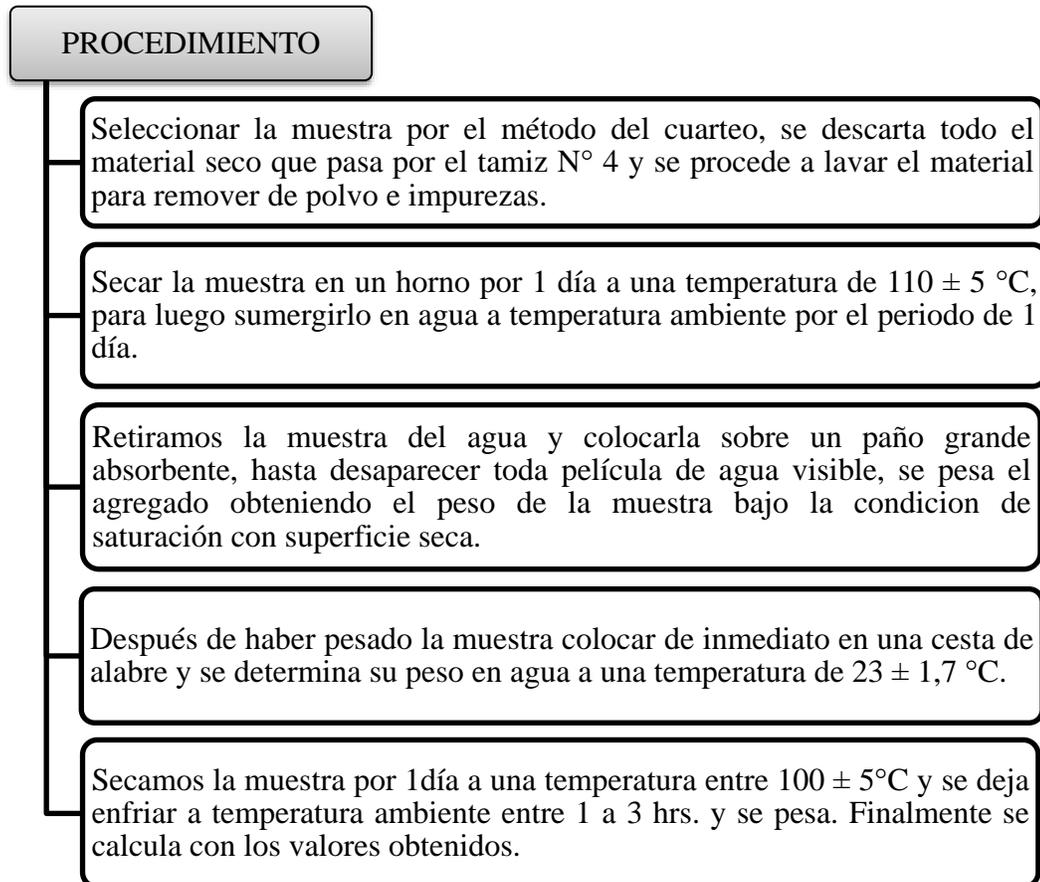
**Nota:** Procedimiento del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino

#### IV. Peso específico y absorción del agregado grueso:

**NTP 400.021**

##### *Figura 5.*

*Esquema de procedimiento del peso específico y absorción del agregado grueso.*



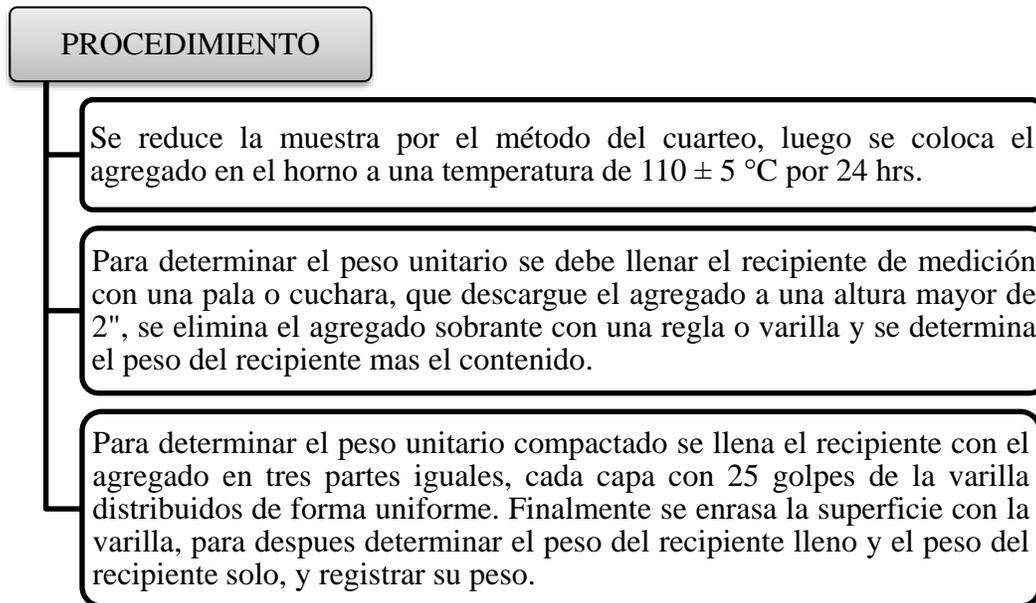
**Nota:** Procedimiento del ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso.

**V. Peso unitario de los agregados:**

**NTP 400.017**

**Figura 6.**

*Esquema de procedimiento del peso unitario de los agregados.*



**Nota:** Procedimiento del ensayo del peso unitario de los agregados.

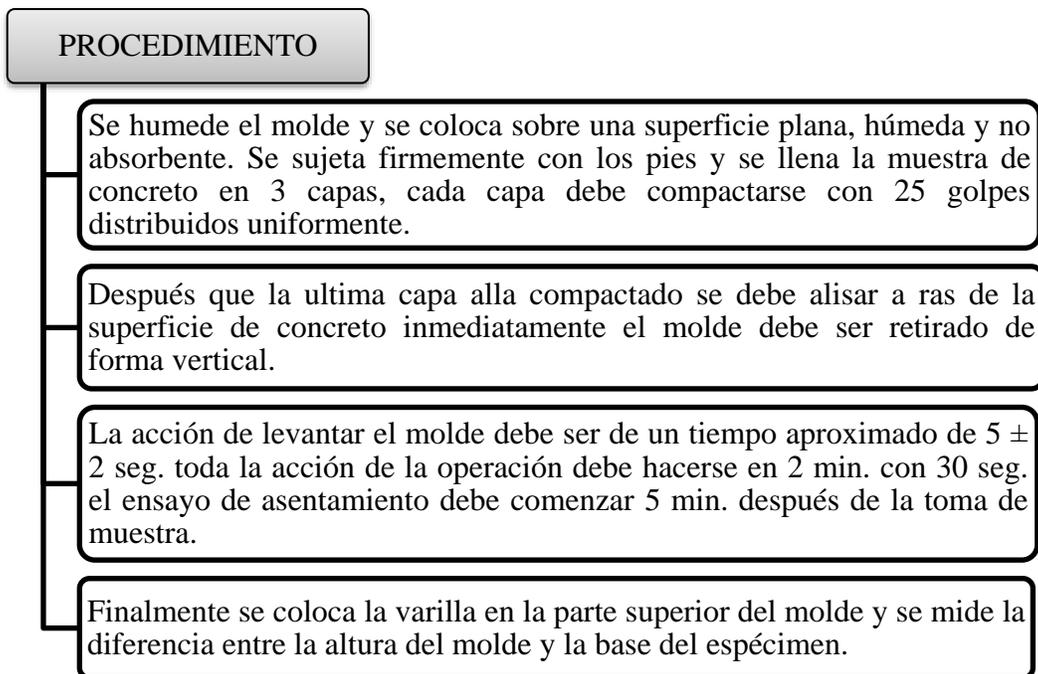
## VI. Trabajabilidad:

### Ensayo de Asentamiento con el cono Abrams

**NTP 339.035**

#### *Figura 7.*

*Esquema de procedimiento del ensayo de asentamiento.*



**Nota:** Procedimiento del ensayo de asentamiento.

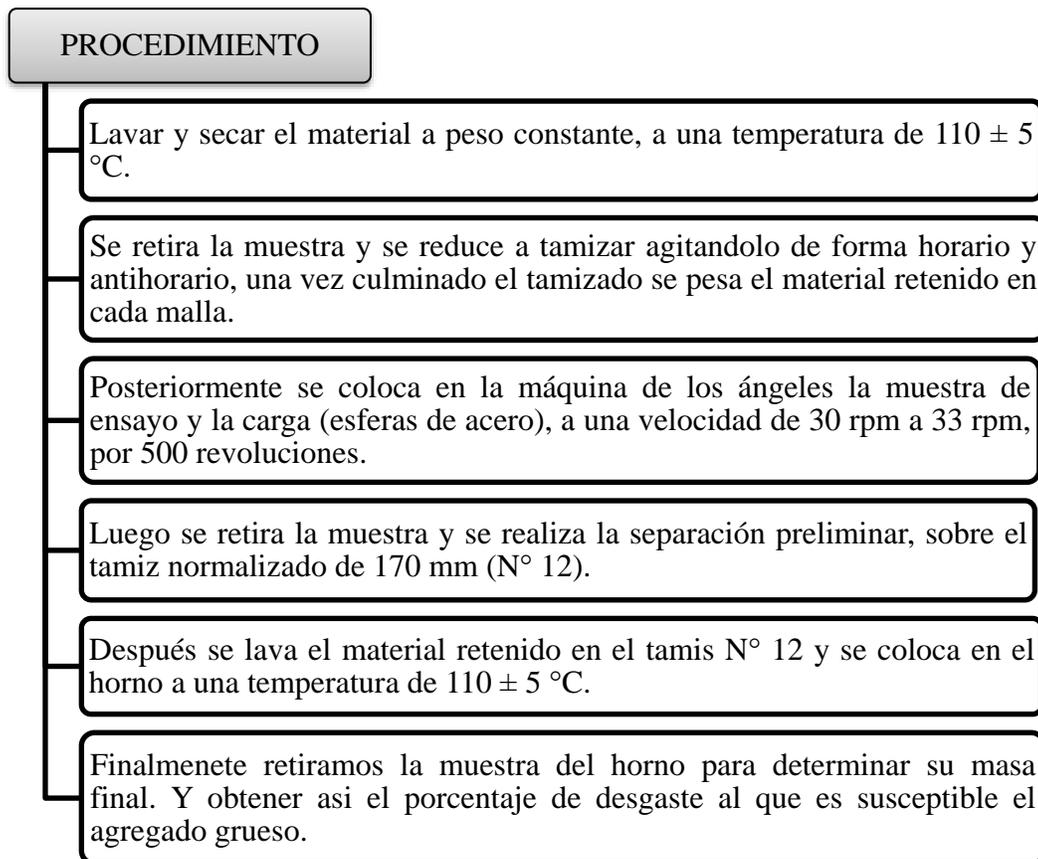
## VII. Durabilidad

**Abrasión de los ángeles (I.a.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½")**

**NTP 400.019**

*Figura 8.*

*Esquema de procedimiento del ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles.*



**Nota:** Procedimiento del ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles.

## VIII. Cohesividad

### Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

NTP 339.146

*Figura 9.*

*Esquema de procedimiento del ensayo de equivalencia de arena.*

#### PROCEDIMIENTO

Se mezcla completamente la muestra y se reduce usando el cuarteo para obtener como mínimo 1500 gr. de material que pasa por el tamiz N° 4 (4,7 mm).

**PROCEDIMIENTO A:** Si fuera necesario, se vierte agua al material para evitar la segregación o pérdida de finos durante las operaciones de cuarteo. Se procede a llenar el recipiente de medida hasta su capacidad, para posteriormente tomar cuatro muestras. Cada vez que el recipiente es llenado se enrasa y golpea el extremo inferior sobre la mesa u otra superficie dura por lo menos cuatro veces. Después secar el espécimen de ensayo a peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

**PROCEDIMIENTO B:** Se vierte agua para prevenir la segregación o pérdida de finos. Se verifica que el material tenga la condición de humedad necesaria, apretando una pequeña porción de la muestra completamente mezclada en la palma de la mano. Si esta conserva su forma es porque se ha obtenido el correcto rango de humedad. Apilamos el material y con la lata de medida presionamos directamente hacia la pila haciendo presión con la mano para que el material llene la lata y enrase. Después Secar el espécimen de ensayo a peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5$ °C. Se vierte uno de los especímenes de ensayo en el cilindro de plástico usando el embudo para evitar derramarlo y se golpea ligeramente el fondo del cilindro sobre la palma de la mano varias veces para liberar las burbujas de aire. Se deja reposar el cilindro durante  $10 \pm 1$  min. Después se agita el cilindro de forma manual sosteniendo el cilindro en una posición horizontal y agítelo vigorosamente en un movimiento horizontal de extremo a extremo. Se debe agitar el cilindro 90 ciclos en aproximadamente 30s usando un recorrido de  $23 \pm 3$ cm ( $9 \pm 1$ pulg).

**PROCEDIMIENTO DE IRRIGACIÓN:** Se mantiene el cilindro vertical, luego se inserta el tubo irrigador en la parte superior del cilindro, enjuagando el material de las paredes del cilindro cuando este descendiendo. Forzar el irrigador a través del material en el fondo del cilindro, aplicando una acción de punzonamiento y giro mientras la solución de trabajo fluye del irrigador. Esto con el fin de que las partículas finas se suspendan, teniendo en cuenta que esta operación debe realizarse hasta que el cilindro sea llenado a 38,0 cm (15 pulg). Se deja reposar por  $20 \text{ min} \pm 15\text{s}$  a que sedimente, para posteriormente leer y registrar el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla. Después que se ha tomado la lectura de arcilla, coloque el dispositivo de pesado de pie sobre el cilindro y baje lentamente el dispositivo, hasta que descansa sobre la arena. No permita que el indicador toque el interior del cilindro. Reste 25,4 cm (10 pulg) del nivel indicado por el borde superior extremo del indicador y registre este valor como la "lectura de arena" tener en cuenta de no presionar hacia abajo sobre el dispositivo de pesaje de pie, ya que podría tener un error de lectura.

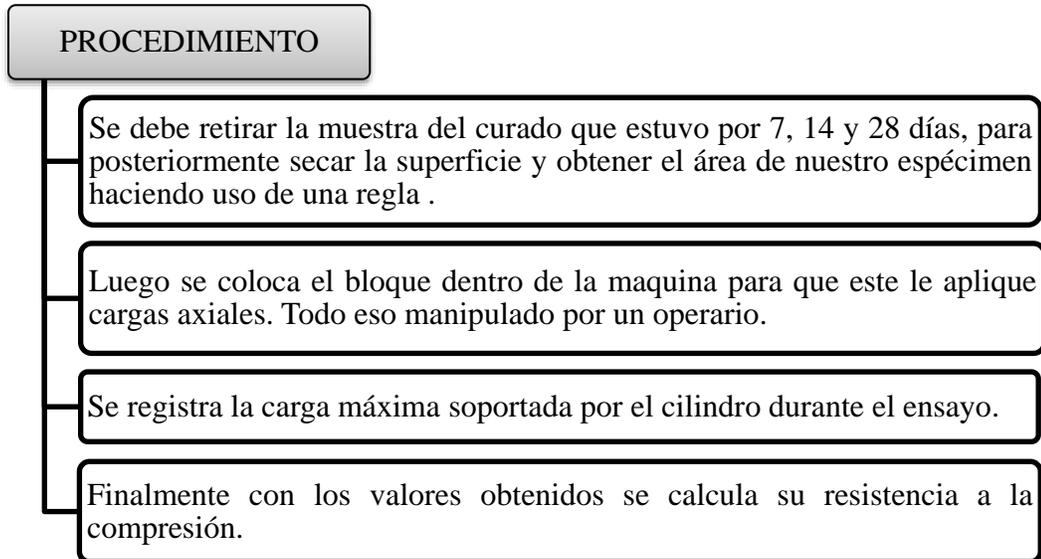
*Nota:* Procedimiento del ensayo de equivalencia de arena.

## IX. Resistencia a la compresión

NTP 339.034

*Figura 10.*

*Esquema de procedimiento del ensayo de resistencia a la compresión.*



**Nota:** Procedimiento del ensayo de resistencia a la compresión

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización de agregado

**Tabla 3.**

*Caracterización del agregado grueso.*

<b>Agregado Grueso</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>U.M.</b>	<b>Norma</b>	<b>Resultado</b>
Contenido de humedad	%	NTP 339.185	0.6
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	NTP 400.021	2.53
Absorción	%	NTP 400.021	1.7
Peso unitario suelto	Kg/m <sup>3</sup>	NTP 400.017	1460
Peso unitario compactada	Kg/m <sup>3</sup>	NTP 400.017	1622
Módulo de finura	-	-	6.79
Huso	-	-	67

**Nota:** Se observa que la piedra utilizada pertenece al Huso 67, luego de analizar las características de su gradación descritas en la NTP.400.037, según los porcentajes que pasan.

**Tabla 4.**
*Caracterización del agregado fino.*

<b>Agregado Fino</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>U.M.</b>	<b>Norma</b>	<b>Resultado</b>
Contenido de humedad	%	NTP 339.185	1.1
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	NTP 400.021	2.39
Absorción	%	NTP 400.021	0.5
Peso unitario suelto	Kg/m <sup>3</sup>	NTP 400.017	1746
Peso unitario compactada	Kg/m <sup>3</sup>	NTP 400.017	1920
Módulo de finura	-	-	2.52

**Nota:** Se observa que la arena utilizada se clasifica como una arena gruesa, ya que el valor obtenido para el módulo de finura fue de 2.52, con el cual se concluye que se encuentra en el rango estipulado por la NTP.400.037, que va desde 2.3 a 3.1.

### 3.2. Diseño de mezcla

*Tabla 5.*

*Diseño de mezcla  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, por el método ACI 211.*

<b>Ensayo</b>	<b>Peso (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 28 L</b>
Cemento Tipo I	362	10.14
Agua	211	5.92
Agregado fino	518	14.51
Agregado grueso	1139	31.89
Aire	-	-

**Nota:** Se observa los pesos en calidad húmeda de los materiales a utilizarse para elaborar un 1m<sup>3</sup> de concreto, los cuales fueron proyectados para un volumen de 28 litros (0.028 m<sup>3</sup>) por tanda cumpliendo con el mínimo especificado por la NTP.339.036, el cual es de 28 litros (0.028 m<sup>3</sup>).

### 3.3. Porcentaje óptimo de acero reciclado.

*Tabla 6.*

*Dosificación de los porcentajes de acero reciclado.*

<b>Material</b>	<b>%</b>	<b>kg</b>
	1.3	0.81
Acero Reciclado	3.3	2.06
	5.3	3.31

*Nota:* Se presenta los porcentajes los cuales se adicionaron para concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  de nuestros testigos aumentando así la capacidad en compresión.

### 3.4. Propiedades del concreto convencional y con añadidura de acero reciclado.

#### 3.4.1. Trabajabilidad

*Tabla 7.*

*Resultados del asentamiento del concreto.*

Descripción	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto Patrón	25.0	4.50	2462
Concreto con 1.3% de acero reciclado	26.5	4.25	2469
Concreto con 3.3% de acero reciclado	27.0	3.75	2481
Concreto con 5.3% de acero reciclado	26.0	1.50	2521

**Nota:** Según el MTC E 724 la temperatura debe oscilar entre 0°C a 50 °C, cumpliendo lo estipulado en la norma.

El ACI indica que el asentamiento de 0” a 2” tiene consistencia seca, 3” a 4” tiene consistencia plástica y mayores o iguales a 5” tiene consistencia fluida; por lo tanto, según nuestros resultados tenemos que el concreto con 5.3% de acero reciclado tiene consistencia seca y la demás consistencia plástica.

### 3.4.2. Durabilidad

**Tabla 8.**

*Resultado del desgaste abrasivo de los ángeles.*

<b>Ensayo</b>	<b>N° 1</b>	<b>N° 2</b>
Gradación usada	B	B
N° Esferas	11	11
N° Revoluciones	500	500
Pa	5000	5000
Pb	3947	3976
Pa-Pb= PÉRDIDA	1053	1024
% DESGASTE	21.1%	20.5%
ESPECIFICACIÓN: MENOR DE	40%	40%

**Nota:** Se obtuvo un desgaste de 21.1% para el primer ensayo y de 20.5% para el segundo, la NTP 400.037 establece que no debe ser más del 50%, por lo que, se indica que se cuenta con un agregado grueso con tenacidad y dureza apto para concreto estructural.

### 3.4.3. Cohesividad

*Tabla 9.*

*Resultado de equivalencia de arena.*

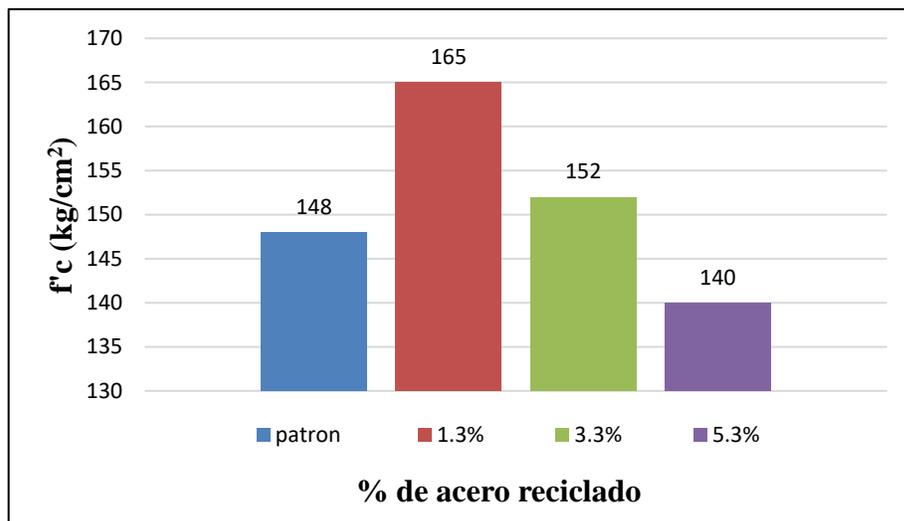
<b>Ensayo</b>	<b>N° 1</b>	<b>N° 2</b>	<b>N° 3</b>
Inicio	10:30	10:45	10:55
Término	11:00	11:15	11:25
Lectura total	4.00	4.00	4.00
Lectura de arena	3.85	3.85	3.90
Eq. Arena (%)	96.3	96.3	97.5
Eq. Arena promedio (%)		<b>96.7</b>	

*Nota:* Según el ensayo de equivalencia de arena tenemos como resultado óptimo 96.7% de arenas pura y 3.3% de limos y arcillas, por lo tanto, nuestro agregado fino se considera de buena calidad.

### 3.5. Comparativa acerca del concreto patrón vs concreto con añadidura de acero reciclado.

*Figura 11.*

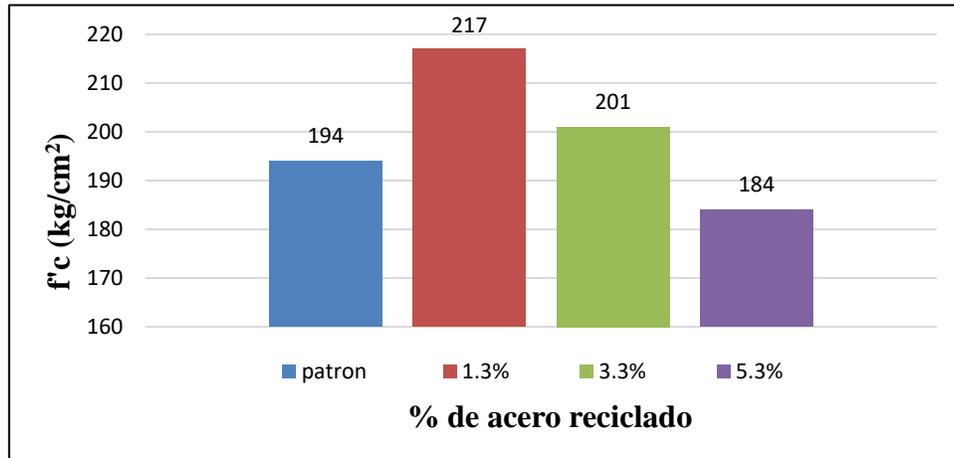
*Resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 7 días.*



**Nota:** Se evidencia que el valor más alto de resistencia obtenido fue el concreto con añadidura de 1.3% de esponja de acero, obteniendo 165 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado.

**Figura 12.**

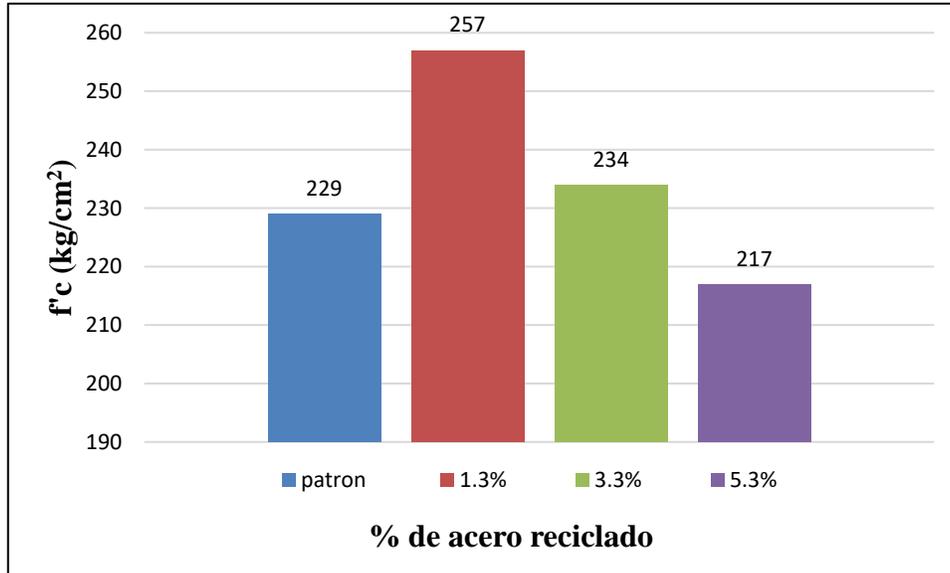
*Resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 14 días.*



**Nota:** Se evidencia que el valor más alto de resistencia obtenido fue el concreto con añadidura de 1.3% de esponja de acero, obteniendo 217 kg/cm<sup>2</sup> después del curado por 14 días.

**Figura 13.**

*Resistencia a la compresión promedio del concreto a la edad de 28 días.*



**Nota:** Se demuestra que el valor más alto de resistencia obtenido fue el concreto con añadidura de 1.3% de esponja de acero, este con un resultado de 257 kg/cm<sup>2</sup> después de haberse curado por 28 días.

La influencia que tiene el acero reciclado al 1.3% incorporado a un diseño de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  convencional es muy beneficioso, ya que, se conoce que la añadidura del acero al concreto aporta mayor resistencia siendo este una de las propiedades principales, estos valores se visualizan en el gráfico de barras presentados en la figura 11, 12 y 13, el cual dan resultados positivos incrementando su resistencia a la compresión en más de un 20% del diseño propuesto, además de mantener un concreto trabajable debido a las pequeñas proporciones que tiene el acero, en el cual no habría problemas de trabazón,

estos valores se observan en la tabla 7. Finalmente podemos indicar que dicho material es de bajo costo, por otro lado, ayuda a contribuir con un granito de arena a cuidar y preservar el medio ambiente dando le así un mejor uso y una segunda vida.

### **3.6. Análisis de datos**

#### **3.6.1. Análisis de varianza sobre la resistencia a la compresión del concreto con añadidura de acero reciclado (0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%)**

#### **HIPÓTESIS**

- **Hipótesis Nula:**  $H_0: T_i = 0$  .Los promedios sobre la resistencia a compresión del concreto con añadidura de acero reciclado (0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%) son iguales.
- **Hipótesis Alternativa:**  $H_i: T_i \neq 0$  . Los promedios sobre la resistencia a compresión del concreto con añadidura de acero reciclado (0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%) son diferentes

**SIGNIFICANCIA:**  $\alpha = 0.05$

**ESTADÍSTICA DE PRUEBA:** ANOVA

**Tabla 10.**

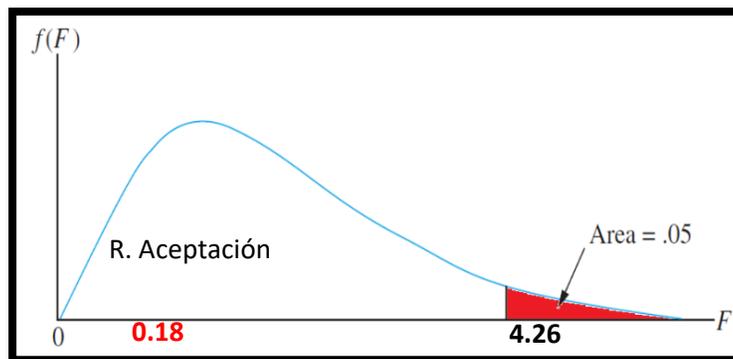
*Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 7 días.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	46.50	2.00	23.25	0.18	0.84	4.26
Dentro de los grupos	1145.75	9.00	127.31			
Total	1192.25	11.00				

**Nota:** Tabla del análisis de varianza a los 7 días.

**Figura 14.**

*Curva ANOVA a la edad de 7 días.*



**Nota:** Los resultados de resistencia alcanzados para un concreto con añadidura de acero reciclado de 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%, después de haberse curado por 7 días se realiza la prueba de ANOVA de un factor, donde el estadístico es menor que el valor crítico, el valor  $p = 0.84$  es mayor que 0.05. En conclusión, por cualquiera de los dos criterios ya se aprueba la hipótesis nula con una significancia del 5%, la cual indica que existe igualdad de medias es decir no es significativo estadísticamente.

**Tabla 11.**

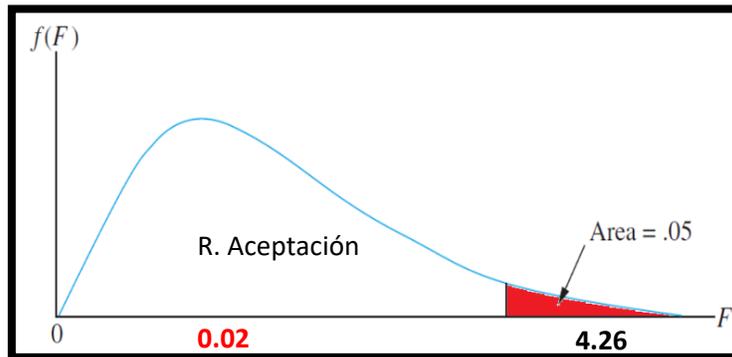
*Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 14 días.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7.17	2.00	3.58	0.02	0.98	4.26
Dentro de los grupos	1857.75	9.00	206.42			
Total	1864.92	11.00				

**Nota:** Tabla del análisis de varianza a los 14 días.

**Figura 15.**

*Curva ANOVA a la edad de 14 días.*



**Nota:** Los resultados de resistencia alcanzados para un concreto con añadidura de acero reciclado de 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%, después de haberse curado por 14 días se realiza la prueba de ANOVA de un factor, donde el estadístico es menor que el valor crítico, el valor  $p = 0.98$  es mayor que 0.05. En conclusión, por cualquiera de los dos criterios ya se aprueba la hipótesis nula con una significancia del 5%,

la cual indica que existe igualdad de medias es decir no es significativo estadísticamente.

**Tabla 12.**

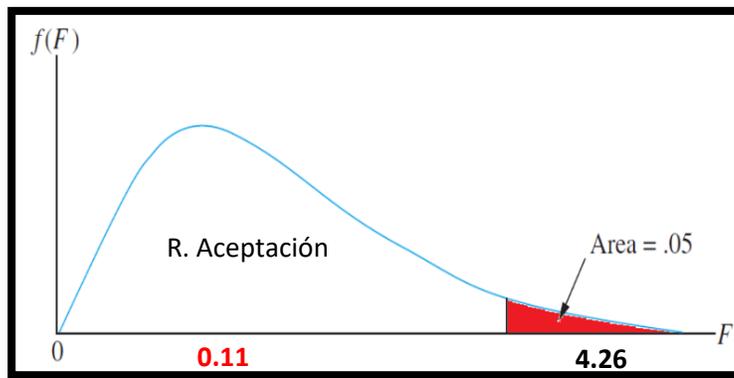
*Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 28 días.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	66.67	2.00	33.33	0.11	0.90	4.26
Dentro de los grupos	2681.00	9.00	297.89			
Total	2747.67	11.00				

**Nota:** Tabla del análisis de varianza a los 28 días.

**Figura 16.**

*Curva ANOVA a la edad de 28 días.*



**Nota:** La resistencia alcanzada para un concreto con añadidura de acero reciclado de 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%, después de haberse curado por 28 días se realiza la prueba de ANOVA de un factor, donde el estadístico es menor que el valor crítico, el valor  $p = 0.90$  es mayor que  $0.05$ . En conclusión, por cualquiera de los dos criterios ya se aprueba la hipótesis nula con una significancia del 5%, la cual indica que existe igualdad de medias es decir no es significativo estadísticamente.

**Tabla 13.**

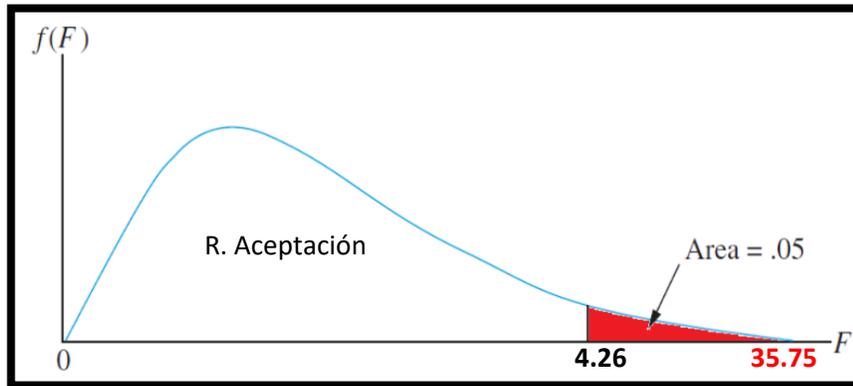
*Análisis de varianza para un concreto con acero reciclado 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% a la edad de 7, 14 y 28 días.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	13882.17	2.00	6941.08	35.75	0.00	4.26
Dentro de los grupos	1747.50	9.00	194.17			
Total	15629.67	11.00				

**Nota:** Tabla del análisis de varianza 7, 14 y 28 días.

**Figura 17.**

*Curva ANOVA a la edad de 7, 14 y 28 días.*



**Nota:** Los resultados alcanzados para un concreto con añadidura de acero reciclado de 0%, 1.3%, 3.3% y 5.3% en promedio, después de haberse curado por 7, 14 y 28 días se realiza la prueba de ANOVA de un factor, donde el estadístico es mayor que el valor crítico, el valor  $p = 0.00005$  es menor que 0.05. En conclusión, por cualquiera de los dos criterios se aprueba la hipótesis alternativa con una significancia del 5%, la cual indica que al menos en una media no existe igualdad es decir es estadísticamente significativo.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Los datos adquiridos para las variables acero reciclado y propiedades del concreto utilizando diferentes porcentajes, fueron evaluados mediante las pruebas de caracterización de los áridos (fino – grueso) y propiedades del concreto, a fin de verificar la resistencia a la compresión y la trabajabilidad sobre el concreto patrón vs añadiendo acero reciclado. Los resultados arrojados por las pruebas de resistencia a la compresión para el patrón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en las edades de siete, catorce y veintiocho días, en promedio son 148, 194 y 229  $\text{kg/cm}^2$ , por otra parte el diseño de mezcla adicionado el 1.3% de acero reciclado nos brindaron valores como 217, 165 y 257  $\text{kg/cm}^2$ , siguiendo con el de 3.3% de acero en el concreto tenemos valores de 152, 201 y 234  $\text{kg/cm}^2$ , finalmente para el 5.3% de añadidura de acero en el concreto tenemos 140  $\text{kg/cm}^2$ , 184  $\text{kg/cm}^2$  y 217  $\text{kg/cm}^2$ , también se detallan en la figura 2 al 4 de acuerdo al tiempo de curado y el diseño de mezcla con adición; en las cuales se puede observar que las significancias son mayores al 5% (0.05), lo que significa la aprobación sobre la hipótesis nula, comprobando que los datos cumplen, por ello, se verificó la validez de hipótesis empleando la prueba estadística ANOVA, los resultados se organizan en la tabla 16 al 19; se concluyó que existe igualdad de medias es decir no es estadísticamente significativo, por lo que no es necesario efectuar el análisis de posprueba.

Uno de los pasos principales para ejecutar el diseño de mezcla es la caracterización de agregados; para ello, se comenzó con el agregado grueso, partiendo del análisis granulométrico basándonos en la norma NTP 400.012, donde la gradación del material cumple las características establecidas por la norma NTP 400.037, obteniendo un tamaño máximo nominal de 3/4" y un tamaño máximo de 1", encontrándose como agregado de Huso 67. La prueba de contenido humedad se realizó en base a la norma NTP 339.185, considerando dos muestras de las cuales resultó un valor promedio de 0.6%. La prueba de peso específico y absorción se llevó a cabo en base a la NTP.400.021 y de igual forma se consideró dos muestras de las cuales se obtuvo un valor promedio de 2.53 gr/cm<sup>3</sup> y 1.7% respectivamente. La prueba de peso unitario suelto se contempló un promedio de 1460 kg/m<sup>3</sup> y para el compactado se alcanzó un resultado de media 1622 kg/m<sup>3</sup>; el procedimiento para ambos se basó en lo especificado por la NTP 400.017. Por otro lado, se realizó la caracterización del material (fino), iniciando por la prueba de granulometría según la norma NTP 400.012, donde la gradación del material está acorde a la NTP 400.037, además la arena utilizada se clasifica como una arena gruesa, ya que el valor obtenido para el módulo de finura fue de 2.52, el cual se encuentra en los rangos estipulados por la norma antes mencionada, que va desde 2.3 a 3.1. El ensayo de contenido de humedad se realizó de acuerdo a la NTP 339.185 considerando dos muestras de las cuales se obtuvo un valor promedio de 1.1%. El ensayo de peso específico y absorción se llevó a cabo en base a la NTP.400.022 y de igual forma se consideró dos muestras de las cuales se obtuvo un valor promedio de 2.39 gr/cm<sup>3</sup> y 0.5 % respectivamente. Para la prueba de peso unitario suelto, se tuvo resultado de 1746 kg/m<sup>3</sup> y para el compactado se alcanzó un promedio de 1920 kg/m<sup>3</sup>;

el procedimiento para ambos se basó en lo especificado por la NTP 400.017. Una vez obtenidos los resultados de caracterización de agregados y extrayendo el valor teórico de asentamiento que va de 6" a 7", además de las características del cemento tipo I, se hizo el diseño de mezcla empleando las normas ACI 211, el cual permitió determinar los pesos en calidad húmeda de los materiales para elaborar un metro cúbico de concreto, los mismos que fueron proyectados para tandas de 28 litros, acorde a lo especificado por la NTP 339.036, que establece un volumen de 28 litros (1 pie<sup>3</sup>) como mínimo.

Por otro lado, se puede observar que los hallazgos respecto al asentamiento del concreto patrón es de 4.5", para un concreto con 1.3% de acero reciclado 4.25", en un concreto con 3.3% de acero reciclado 3.75" y para un concreto con 5.3% de acero reciclado 1.5", observando así que esta va decreciendo de acuerdo al aumento del porcentaje de acero reciclado esto quiere decir que se va perdiendo trabajabilidad en el concreto en estado fresco haciendo que posteriormente estas presenten problemas de cangrejeros o segregación.

Además, se realizaron ensayos de cohesividad y durabilidad en los agregados como abrasión de los Ángeles y equivalencia de arena, dónde se obtuvo un 96.7 % de arena pura teniendo como diferencia 3.3% de limos y arcillas. Por otro lado, los resultados del desgaste abrasivo de Los Ángeles nos indica que cumple con el porcentaje de desgaste obtenido que es de 21.1% y 20.5%, los cuales son menores 50% indicado en la NTP 400.037.

Esta investigación buscar determinar la influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades en un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo 2022; considerando como el estudio de Pacheco (2016) como antecedente, el cual concluyó que incorporando viruta de acero al concreto se logra aumentar notoriamente la resistencia a compresión axial. Teniendo como resultado a los 7 días de edad un aumento de 12.4%, 24.6% y 27% para 2%, 4% y 6% de viruta de acero respectivamente, para la edad de catorce días se obtuvo resultados positivos de 9.7%, 14.7% y 17.9% mientras que para la edad de veintiocho días el incremento fue de 7%, 10.3% y 13.4%. Otro antecedente similar es el de Sarta y Silva (2017), quienes realizaron una comparativa entre concreto patrón vs un concreto con añadidura de fibras de acero en 4% y 6%, llegando a la conclusión que el diseño de mezcla con incorporación tuvo mayor aumento a diferencia del concreto patrón, dando como resultado a los 28 días que las fibras del 4% obtuvo un aumento del 17,29% y para las fibras al 6% teniendo un aumento del 17,54%. Si bien es cierto estos autores realizaron una sustitución con diferentes tipos de acero reciclado como son la viruta y la fibra de acero, en esta investigación tenemos la adición con esponja de acero, lo que se compara es la influencia que tiene el compuesto de sustitución en la resistencia, donde apreciamos que en la investigación de los ya mencionados autores la resistencia tiene un aumento a mayor porcentaje de acero reciclado siendo estos directamente proporcional y muy por el contrario en esta investigación la resistencia decae a mayor porcentaje de añadidura de acero reciclado, ya que este es inversamente proporcional, sin embargo al encontrar su porcentaje óptimo añadido de 1.3% podemos decir que dicho material al ser incorporado en el

núcleo de la mezcla aumenta la propiedad de resistencia en más del 20% , por otro lado tenemos también los porcentajes menos favorable los cuales fueron 5.3% y 3.3% de acero añadido.

Otro antecedente es el estudio realizado por Guzmán y Garate (2019), quienes evaluaron la añadidura de viruta de acero para evaluar la capacidad de resistencia a la compresión y flexión, se aprecia que valores obtenidos para el concreto patrón a la edad de veintiocho días fue de 216.79 kg/cm<sup>2</sup> mientras que para el concreto añadido viruta de acero se obtuvo 233.49 kg/cm<sup>2</sup> , 252.64 kg/cm<sup>2</sup> y 181.67 kg/cm<sup>2</sup> en diferentes porcentajes ( 0.2%, 0.4% y 0.6%). A comparación con nuestra investigación los resultados de la resistencia a la compresión son similares en las dosificaciones de 1.3% y 3.3% teniendo 257 y 234 kg/cm<sup>2</sup>, cabe resaltar que el porcentaje optimo del autor es de 0.4% teniendo 252.64 kg/cm<sup>2</sup> y de la presente investigación 1.3 %, observando que ambos valores óptimos son cercanos y tienen aproximadamente un 20% más de resistencia a la compresión del diseño de mezcla patrón  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, también se observa que los hallazgos decaen con porcentajes exagerados como es el caso del 0.6% a diferencia del nuestro que fue en 5.3%, pero en este caso el del autor fue desfavorable debido a que no alcanzó el diseño de mezcla propuesto a los 28 días de curado, en cambio el de la presente investigación si cumplió obteniendo a los 28 días 217 kg/cm<sup>2</sup> incrementando un 3% más del diseño establecido, por otro lado ambas investigaciones son con acero reciclado añadidos y diferentes materias primas.

De la misma forma, Castañeda (2018), mostro los beneficios acerca de la adición de fibra de acero y plastificante respecto a la resistencia a la compresión del concreto patrón, el autor concluyó que los resultados de las 90 probetas ensayadas incrementaron más que el diseño de mezcla establecido desde la edad de 7 días de curado, los mayores valores de incremento se obtuvieron a los 28 días de vida útil añadiéndole al concreto patrón un 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero. A comparación con la presente investigación el mayor valor de resistencia a la compresión se dio con la añadidura de 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, teniendo 238.90 kg/cm<sup>2</sup>, por nuestro lado fue de 257 kg/cm<sup>2</sup> con el 1.3% de acero, concluyendo que la añadidura de esponja de acero tiene un aumento a los 28 días de 8.72% en comparativa con la fibra de acero, es decir que al añadirle materiales similares de acero reciclado al concreto tradicional mejoramos su resistencia a la compresión, además de aumentar mayor tenacidad y adherencia para poder soportar mayores cargas y así poder tener construcciones más sólidas y durables, finalmente los valores llegan al diseño de mezcla propuestos desde la edad de curado de 7, 14 y 28 días según la norma, llegando a un 65%, 90% y 99% de su resistencia.

Por otro lado, Valencia & Quintana (2016), realizaron una comparativa entre concreto patrón vs adicionando de fibra de acero en 12% y 14%, los resultados obtenidos a los 14 días muestran un incremento del 6% y 17% respecto al concreto convencional mientras que a los 28 días se registra un incremento del 8% y 14%. En esta investigación a los 14 días con el porcentaje de 1.3% y 3.3% de acero añadido se tiene un incremento del 15.48 % y 3.61%, por otro lado, el porcentaje de 5.3% decae

con 5.15% respecto al concreto patrón. En la edad de 28 días con el porcentaje de 1.3% y 3.3% de acero añadido se tiene un incremento del 12.23% y 2.18%, por otro lado, el porcentaje de 5.3% decae con 5.24% respecto al concreto patrón. Concluyendo que los valores de Valencia y Quintana presentan mejores resultados ya que su material a utilizar fue fibra de acero de alto costo a comparación de nuestro material que fue la esponja de acero el cual es reciclable y de costo económico.

Por último, se tiene la investigación realizada por Carrillo (2013), quien comparó las propiedades mecánicas de un concreto añadido con fibras de acero, los resultados característicos ensayados a 90 días para concreto convencional fue de  $f'_c = 35,6$  MPa mientras que para el concreto añadido fibra de acero se obtuvo 31.1 MPa, 30.8 MPa y 30.7 MPa para las diferentes dosificaciones respectivamente. En comparación con nuestra investigación tenemos diferencias en cuanto al material usado y la edad de ruptura del concreto, por otro lado, nuestros valores añadidos de acero reciclado van en secuencia decreciente a la edad de 28 días, los valores son los siguientes 25.20 MPa, 22.95 MPa y 21.28 MPa. Teniendo en cuenta que estos valores hubieran aumentado si se curaba y se realizaba la ruptura a la edad de 90 días, ya que se conoce que el concreto aumenta su resistencia a lo largo de su vida útil.

Los resultados de la caracterización de agregados tiene relación con nuestra unidad de estudio, la cual viene a ser el concreto, estas son de gran importancia debido a que con su aporte se puede elaborar el diseño de mezcla según el método ACI 211, el cual ayudará a obtener las cantidades precisas de cada material por tandas de concreto

para realizar los ensayos de resistencia a la compresión y trabajabilidad; asimismo, de los resultados respecto a las muestras evaluadas, se tiene que el más resistente fue el concreto con adición del 1.3% de acero reciclado, para las edades de 7, 14 y 28 días, el cual fue elaborado con cemento tipo I, de igual manera, en resultados de trabajabilidad mediante prueba del asentamiento del concreto en estado fresco, se tiene también con adición de 1.3% de acero reciclado, el cual nos brindó un valor de 4.25", es decir una mezcla plástica. Finalmente, se demostró que la adición del acero reciclado tiene efecto positivo en la resistencia a la compresión de un concreto  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ , después de haber analizado los datos de las variables correspondientes con ayuda de pruebas estadísticas.

Durante la elaboración del proyecto la principal limitación fue la carencia de información acerca de nuevas tecnologías emergentes en este caso acerca de la añadidura de esponja de acero en el concreto en nuestro país, frente a ellos, se incito a la búsqueda y recopilación de información de países vecinos los cuales ya están implementando estas investigaciones con diferentes tipos de acero ya sean recicladas o fabricadas como adición o sustitución del concreto, cabe resaltar que dicha búsqueda nos ha enriquecido de conocimiento lo cual nos ayuda a crecer y potenciar nuestros conocimientos en el tema de estudio. Por otro lado, fue complicado la adquisición directa del material a usar, ya que en la ciudad de Trujillo el precio era más elevado, por ende, nos facilitaba pedirlo desde la ciudad de Lima, por temas de tiempo con el avance de los ensayos se tuvo que realizar un viaje, sin embargo, se afrontó esta limitante y se

continuo con el trabajo de forma ardua y eficaz. Finalmente, el desarrollo de los ensayos se elaboró con la tecnología que se dispone hoy en día, sin embargo, el factor económico fue otra limitante, debido a que el poco aforo y priorización de alumnos que se les da laboratorio en nuestra casa de estudios nos condujo a tener que realizar los ensayos en un laboratorio particular, el cual nos generó un gastos económico que no teníamos previsto, a pesar de ello, se logró completar los ensayos en su totalidad y culminar este trabajo de investigación.

Las implicancias en Perú sobre las nuevas tecnologías emergentes va tomando mayor fuerza debido a que se vienen abriendo puertas, conocimientos, aprobaciones sobre el mejoramiento tanto de añadidura o remplazo del acero reciclado en el concreto para obtener mejoras, se tiene que los resultados siguieron una serie de procedimientos y diferentes fórmulas para llevar a cabo cada ensayo y medir las propiedades propuestas en la presente investigación, guiándonos de las normas NTP y ACI, mediante el análisis de las variables dependiente e independiente. En el sector privado algunos laboratorios están optando como propuesta su aplicación a pesar de que ello demanda una inversión porque requiere personal capacitado y la materia prima que complementen el uso. Se busca adoptar estas medidas para no quedar atrasados en los avances del sector construcción, ya que en los países desarrollados se exige cada vez más su implementación debido a los buenos resultados que se obtiene. Si bien es cierto que se deberían realizar más investigaciones en el Perú acerca de la adición de esponja de acero dentro del diseño de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , esta investigación ya va abriendo

camino al uso de la materia prima como insumo de calidad lo que implica seguir realizando otros tipos de estudio y verificar el cambio en la medición de sus propiedades.

Sobre las implicancias prácticas, es importante señalar que en nuestro caso se utiliza dichos ensayos para realizar la investigación, analizando los objetivos propuestos, pero es de suma importancia mencionar que se puede realizar otros tipos de ensayos en el cual se puede obtener mayor información, nuevos conocimientos acerca de las propiedades de la materia prima.

## 4.2. Conclusión

Se concluye, tras llevar a cabo la caracterización de los agregados según las normas técnicas peruanas aplicables, se han obtenido datos favorables que indican que nuestros agregados cumplen con los requisitos necesarios para lograr una dosificación óptima del concreto. Estos resultados respaldan la calidad de nuestros materiales y nos brindan la confianza de que estamos utilizando componentes adecuados para la elaboración de estructuras sólidas, resistentes y duraderas, quiere decir que, al contar con agregados óptimos, podemos asegurar una adecuada distribución de los materiales y una correcta interacción entre ellos, contribuyendo a la obtención de mezclas homogéneas y cohesivas.

Se llevó a cabo la dosificación del concreto utilizando las normas ACI 211, con diferentes porcentajes de acero (0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%), utilizando cemento tipo I. Esta metodología permitió obtener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y un asentamiento teórico de 6 a 7 pulgadas. La dosificación precisa del hormigón es fundamental para garantizar la durabilidad y la calidad de las estructuras de concreto, y esta investigación proporciona información valiosa para el diseño y la construcción de proyectos futuros. Esto quiere decir que, el uso de las normas ACI 211 y la consideración de diferentes porcentajes de acero reciclado resultaron exitosos en la obtención de una mezcla de hormigón óptima con características de resistencia y trabajabilidad satisfactorias.

Se analizó que la adición de diferentes porcentajes de material al concreto afecta su resistencia. Los concretos con adiciones del 1.3% y del 3.3% mostraron valores superiores de resistencia en comparación con el concreto convencional utilizado como referencia. Estos hallazgos sugieren que existe un porcentaje óptimo de adición que maximiza la resistencia del concreto. Sin embargo, se observó que el concreto con adición del 5.3% presentó valores de resistencia menores en comparación con el concreto convencional, cabe resaltar que a la edad de 28 días de curado supera el diseño establecido. Esto indica que un aumento excesivo en el porcentaje de adición puede tener un efecto negativo en las propiedades del concreto, disminuyendo su resistencia. En pocas palabras estos resultados proporcionan información valiosa para la industria de la construcción y pueden contribuir a la mejora de los estándares y prácticas de diseño de estructuras de concreto. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos hallazgos se basan en los resultados específicos de este estudio y pueden variar dependiendo de los materiales utilizados y las condiciones de aplicación.

Se determinó la trabajabilidad realizando el ensayo de asentamiento obteniendo un slump de consistencia plástica para 1.3% y 3.3%, por otra parte, para 5.3% obtuvo un slump de consistencia seca, lo que se concluye que a comparación del slump patrón la trabajabilidad disminuye ocasionando futuros problemas como cangrejeras y segregaciones. Por otro lado, se realizó el ensayo de abrasión de los ángeles determinó la durabilidad en el cual según norma cumple con el % de desgaste establecido, que

debe ser menor al 50%. También, se realizó el ensayo de equivalencia de arena para obtener la cohesividad del concreto, teniendo como resultado un agregado fino óptimo de 96.7% de arena pura. Finalmente, los resultados de los ensayos realizados indican que es importante controlar la trabajabilidad del concreto para evitar problemas futuros, que el concreto cumple con los estándares de durabilidad establecidos y que se ha identificado el porcentaje óptimo de arena para lograr una buena cohesión. Estos hallazgos son fundamentales para garantizar la calidad y el rendimiento del concreto en aplicaciones estructurales.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación fueron satisfactorios. Observamos un aumento en la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el diseño inicial. A los 7 días, para diferentes porcentajes de adición al concreto (0%, 1.3%, 3.3% y 5.3%), obtuvimos valores de resistencia de 148, 165, 152 y 140 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. A los 14 días, los valores fueron 194, 217, 201 y 184 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días obtuvimos 229, 257, 234 y 217 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con lo establecido en la norma (NTP 339.034), superando el 65%, 90% y 99% de resistencia requeridos a las edades de 7, 14 y 28 días. Esta investigación demuestra que los porcentajes adicionados al concreto tuvieron un impacto positivo y beneficioso en su resistencia a medida que pasaba el tiempo de curado. Esto sugiere que la adición de estos porcentajes al concreto puede ser una estrategia efectiva para mejorar sus propiedades, así como también darle un segundo uso a la materia prima y priorizar el cuidado del medio ambiente, debido a que es un material reciclable.

### 4.3. Recomendación

Como se puede observar el diseño de mezcla empleada en nuestra investigación para la resistencia a la compresión tiene comportamiento similar en tal forma se recomienda añadir un porcentaje de 1.3% de acero reciclado (porcentaje óptimo) para generar aumentos significativos en la capacidad que este tiene para soportar cargas axiales. Además de ayudar de manera significativa al medio ambiente.

Añadir acero reciclable a diferentes tipos de cemento disponibles en la industria y de usos frecuentes en construcción, para así poder evaluar las mejoras posibles.

Se precisa a los estudiantes de ingeniería civil a continuar con la investigación teniendo en cuenta diferentes porcentajes de acero reciclado ayudando a determinar las propiedades del concreto para un mayor beneficio, dando lugar a nuevas líneas de investigación.

## Referencias

Abanto O. (2018). *Resistencia mecánica del concreto  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con la adición de fibra de acero dramix y sika*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13479>.

Alor, J. & Alfaro, J. (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*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Recuperado de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653421/Alor\\_SJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653421/Alor_SJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

Amaya, S. y Ramírez, M. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23923/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20ENTREGA%20FINAL.pdf>.

Antón, A. (2018). *Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos, Lima 2018*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54542>.

Araujo A. (2018). *Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-2018*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31728>.

Arce, J. & Moises, A. (2020). *Pavimentos rígidos reforzados con fibra de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71529>.

Aroñe B. (2020). *Influencia de la viruta de acero y concreto reciclado en la resistencia a la compresión por unidad y pila de ladrillos de concreto convencional, Lima*

2020. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25104>.

Bautista, L. (2021). *Diseño sísmico de centro educación superior de cuatro niveles empleando pórticos de concreto armado con fibras de acero en Cajamarca-Cajamarca Cajamarca, 2020*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65821>.

Bermúdez, R. & Vásquez, M. (2020). *Efecto de la fibra de acero en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  aplicado en un pavimento rígido*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48804>.

Bolaños, H. & Linares, A. (2019). *Evaluación a la compresión del concreto simple  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras de acero reciclado en la ciudad de Moyobamba – 2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César

Vallejo. Recuperado de

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51184>.

Briones, A.; Zambrano, J.; Muñoz, J.; Ruiz, W. & Panchana, R. (2020). Nanotecnología: fuentes de nuevos avances. *Revista Reimat Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino*, 5(1), 15. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/2498/2678>.

Cando, L. (2016). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional de la Universidad central del ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8007>.

Carranza, J. (2018). *Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí Lima*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19529>.

Carrillo, J.; Aperador, W. & Gonzáles, G. (2012). Ingeniería, Investigación y Tecnología. *Revista Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero*, 14(3), 27-36.  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S140577431372256X?token=1AA35D8007D745D6216902E0F5A107E81B870AD8CFBF51CE96D3ADBA3D830FC736248891E64A11DFEF90B6E0FC5BACA4&originRegion=us-east-1&originCreation=20210706170349>.

Castañeda R. (2018). *Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo -2018*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13800>.

Castillo, A. & Pancca, N. (2015). *Estudio comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero dramix en la ciudad de Juliaca*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Repositorio Institucional de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Recuperado de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/81>.

Cespedes, O. (2019). *Dosificación de concreto fibroreforzado con alambre ondulado para mejorar las propiedades del concreto  $F'c = 280 \text{ Kg/Cm}^2$ , Lima - 2019.*

[Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62899>.

Chambi, W. & Gutiérrez, A. (2021). *Análisis del comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.*

[Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71587>.

Condori, E. & Palomares, V. (2018). *Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018.*

[Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34375>.

Cordero G. (2016). Desarrollo Tecnológico e innovación GINDET. *Revista Aprovechamiento de materiales de desecho en la elaboración del concreto: residuos de demolición, chamota de arcilla cocida, vidrio, neumáticos reciclados*

y viruta de acero, 1(1), 1-2.

[https://scholar.google.es/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=SHLgKLoAAAAJ&citation\\_for\\_view=SHLgKLoAAAAJ:d1gkVwhDpl0C](https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=SHLgKLoAAAAJ&citation_for_view=SHLgKLoAAAAJ:d1gkVwhDpl0C).

Cueva, B. & Sulca, R. (2019). *Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri, 2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67937>.

Dávila, J. & Franco, D. (2021). *Diseño de bloque de concreto con aplicaciones de virutas de acero reciclado para mejorar el esfuerzo a compresión, Tarapoto - 2021*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68631>

Deledesma, S. (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*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional de la Universidad San Pedro. Recuperado de

[http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14295/Tesis\\_63687.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14295/Tesis_63687.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Díaz J. (2018). *Diseño de concreto f'c 140, 175 y 210 Kg/cm<sup>2</sup>, adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3454/CIVIL%20-%20Jorge%20Luis%20D%C3%ADaz%20Garc%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Espinoza, E. (2018). *Resistencia de Concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional de la Universidad San Pedro, Perú. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7947/Tesis\\_58211.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7947/Tesis_58211.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Farfán, M.; Pinedo, D & Araujo, J. (2018). Nuevas tecnologías emergentes. *Revista Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto*, 1(1), 6-25.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/5703/570362486002/index.html>.

Feliciano, C. (2015). *COHESIVIDAD La cohesividad se define como aquella propiedad gracias a la cual es posible controlar la posibilidad de segregación durante la etapa de manejo*. Slideplayer, 1 (1), 1 – 2. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/3420226/>

Flores A. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a la flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25826/1/Tesis%201140%20-%20Flores%20Fiallos%20Alex%20Mauricio.pdf>.

Flores, E. (2018). *Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29352>.

Garate, M. (2018). *Efecto de la Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$* . [Trabajo de investigación para obtener el grado académico de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35627/garate\\_lm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35627/garate_lm.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

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*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/299/digital\\_15954.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/299/digital_15954.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

García, H. & Sarmiento, J. (2018). *Mejoramiento de un concreto de 3000 psi con adición de viruta de acero con porcentajes de 6%, 8% y 10% respecto al agregado fino de la mezcla*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado de

[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/135/digital\\_15516.pdf?s](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/135/digital_15516.pdf?s).

Guzmán, C. & Garate, M. (2019). *Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37450>.

Hernández, R. (2014). "Metodología de la investigación". Perú.

Juárez C., Mendoza J., Valdez P., Durán A. y González J. (2015). Investigación y Desarrollo. *Revista Comportamiento analítico-experimental a cortante en vigas de concreto fibroreforzado*, 6(2), 4-17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361235333004>.

Kamel, M. (2016). Science and Education. *Revista Quantification of Benefits of Steel Fiber Reinforcement for Rigid Pavement. Mansoura University*, 4(6), 3-15. <http://pubs.sciepub.com/ajcea/4/6/1/>

Lalvay, B. (2017). *Análisis, Comportamiento y Comparación de Varillas Corrugadas en Fibra de Vidrio, con Relación a las Varillas Convencionales; Conjuntamente en Elementos Estructurales de Hormigón*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad del Azuay]. Recuperado de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7337/1/13265.pdf>.

Manual de ensayo de materiales (2016). Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/m anuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/m anuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf).

Martínez C. (2017). *Análisis del concreto con viruta de acero, provincia de Huancayo-Junin 2015*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana los Andes. Recuperado de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1294>.

Miranda C. y Rado M. (2019). *Propuesta de concretos reforzados con fibra de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628106/Rado\\_MM.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628106/Rado_MM.pdf?sequence=3).

Munguía, S. (2019). *Análisis comparativo físico-mecánico entre fibras de acero y teraftalato de polietileno en la adición al concreto para el pavimento rígido de la Av. El Ejercito-2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49213>.

Neyra, S. & Tacuri, W. (2019). *Diseño de pavimentos con adoquines de concreto adicionando fibra de acero, Avenida César Vallejo, Villa el Salvador – Lima-2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72418>

Nicolalde, S. (2008). *Utilización de escorias y polvos de acería en la producción de bloques y adoquines. Escuela politécnica nacional*. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/955/1/CD-1416.pdf>

NORMA Técnica Peruana (NTP), AGREGADO. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados.* 400.017. Lima, Perú 2011.

NORMA Técnica Peruana (NTP), AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y Absorción del Agregado Grueso.* 400.021. Lima, Perú 2013.

NORMA Técnica Peruana (NTP), AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.* 400.019. Lima, Perú 2014.

NORMA Técnica Peruana (NTP), AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.* 400.022. Lima, Perú 2013

NORMA Técnica Peruana (NTP), AGREGADOS: *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* 400.012. Lima, Perú 2001.

NORMA Técnica Peruana (NTP), AGREGADOS: *Agregados para concreto, requisitos.* 400.037. Lima, Perú 2018.

NORMA Técnica Peruana (NTP), CONCRETO. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* 339.034. Lima, Perú 2015

NORMA Técnica Peruana (NTP), HORMIGÓN. *Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.* 339.035. Lima, Perú 1999

NORMA Técnica Peruana (NTP), SUELOS. *Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.* 339.146. Lima, Perú 2014.

NORMA Técnica Peruana (NTP), SUELOS. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.* 339.127. Lima, Perú 1998.

Ñaupas D. y Sosa D. (2019). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en los Olivos, Lima – Perú.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional de la Universidad de San Martín de Porres. Recuperado de

<https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5288/%C3%B1aupas-sosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Obregon, C. y Cesar L. (2019). *Aplicación de viruta de acero en el diseño de concreto de pavimento rígido en la Av. Isidro Alcibar, en el distrito de San Martín de Porres–2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51156/Obregon\\_LCL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51156/Obregon_LCL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Pacheco, G. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, UPN 2016*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del norte, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10488/Pacheco%20Cruzado%20Germ%c3%a1n%20Agust%c3%adn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peralta, E. (2019). *Aplicación de viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto en la Av. Los Rosales, Urb. Shangrila Puente Piedra 2019*. [Tesis para optar el

título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50106/Peralta\\_GE\\_Z-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50106/Peralta_GE_Z-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Peter, M. (2019). *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional de la Universidad nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1569/1/T026\\_71388317\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1569/1/T026_71388317_T.pdf).

Pillaca, C. & Zavala, J. (2020). *Mejoramiento del comportamiento mecánico a compresión y flexión del concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de fibras de acero dramix 3D, Lima -2020*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57252>.

Pinzón, P. & Rincon, H. (2017). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con viruta de acero en porcentajes de 10 y 12 % respecto al agregado fino de la mezcla*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Recuperado de pdf-evaluacion-de-las-propiedades-mecanicas-del-concreto-adicionado-con-viruta-de-acero-en-porcentajes-de-10-y-12-respecto-al-agregado-fino-de-la-mezcla\_compress.pdf.

Prince J. (2020). *Uso de fibras de acero en el concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> para losas aligeradas en edificaciones, Lima, 2020*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61295>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. (Decima Segunda ed). Perú: Megabyte S.A.C

Riveros, G. & Vilca, J. (2021). *Propuesta de diseño de las propiedades mecánicas del concreto con adición de viruta de acero fundido en reemplazo parcial del agregado fino*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la

Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Recuperado de  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655018>

Rodas, J. (2019). *Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en AA. HH. Playa Rímac Callao 2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48643>

Rodríguez, J. (2020). *Adición de virutas de acero para mejorar la losa de concreto en la av. Díaz Bárcenas - Abancay 2020*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55138/Rodr%20adguez\\_HJL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55138/Rodr%20adguez_HJL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Sandoval, F. (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 - 2017*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad técnica de Ambato]. Repositorio Institucional de la

Universidad técnica de Ambato. Recuperado de Tesis 1150 - Sandoval Unapucha  
Franklin Mauricio.pdf.

Salcedo, R. (2019). *Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos en el distrito La Victoria - Lima, 2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53481>.

Sarta, H. & Silva, J. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20EL%20CONCRETO%20SIMPLE%20Y%20EL%20CONCRETO%20CON%20ADICI%C3%93N%20DE%20FIBRA%20DE%20ACERO%20AL%204%25%20Y.pdf>.

Sarta, H.; Silva, J. & Calderón, S. (s.f.). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibras de acero al 4% y 6%*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio

Institucional de la Universidad Católica de Colombia Bogotá D.C., Colombia.

Recuperado de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/3/ARTICULO%20AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20EL%20CONCRETO%20SIMPLE%20Y%20EL%20CONCRETO%20CON%20ADICI%C3%93N%20DE%20FIBRA%20DE%20ACER.pdf>

Sotil, A. & Zegarra, J. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin Refuerzo, concreto Reforzado con fibras de acero wirand® Ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 Aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Perú. Recuperado de <https://docplayer.es/28320069-Universidad-peruana-de-ciencias-aplicadas-facultad-de-ingenieria-carrera-de-ingenieria-civil.html>.

Torre, F. (2016). *Obtención del Hierro Esponja*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/conocerlosmateriales/obtencion-del-hierro-esponja>.

Valencia, P. & Quintana, C. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*. [Tesis para optar el título

profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6378/5/Trabajo%20de%20grado%20Fibra%20de%20Acero.pdf>.

Vargas, G. & Yataco, A. (2020). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma. Recuperado de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3678/CIV-T030\\_72636801\\_T%20%20%20YATACO%20BARREDA%20ALVARO%20GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3678/CIV-T030_72636801_T%20%20%20YATACO%20BARREDA%20ALVARO%20GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**Anexos**

*Anexo 1.*

*Matriz de Operacionalización de Variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
V. I Acero reciclable	Cada tipo de acero permitirá diferentes aplicaciones y usos, lo que lo hace un material versátil y muy difundido en la vida moderna, donde se encuentra fácilmente. El acero se puede reciclar indefinidamente sin perder sus atributos. Esta variedad y disponibilidad lo hace apto para numerosos usos como la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, etc. contribuyendo al desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas, pues ningún material logra igualarlo cuando se trata de resistencia al impacto o la fatiga. (Sarta & Silva, 2017).	Para obtener los porcentajes óptimos del acero reciclable se empleará en un rango del 1.3% al 5.3%, en los cuales se busca obtener mejoras en las propiedades del concreto.	Dosificación	% de acero	Intervalo
V. D. Propiedades del concreto.	Las propiedades físicas y mecánicas son características o cualidades básicas que presenta el concreto y se pueden dividir en dos etapas: Concreto fresco: Se considera el estado del concreto	El concreto se compone de cemento, agua, agregado fino y grueso; para obtener diferentes mejores resultados en la mezcla del concreto se	Propiedades	Resistencia a la compresión  Ensayo de análisis granulométrico de	Intervalo  Intervalo

<p>fresco como el tiempo que transcurre entre el momento en el que culmina su proceso de amasado manual o mecánico hasta que inicia el fraguado del cemento cuyo estado posee la capacidad para moldearse. Como: La trabajabilidad, cohesividad y durabilidad.</p> <p>Concreto endurecido: Se considera al concreto endurecido a la etapa en la cual el concreto alcanza cierta resistencia mecánica, comúnmente se conoce que a los 7 días de edad el concreto debe alcanzar entre el 70% y 80% de su resistencia final, teniendo como punto de referencia para saber si se lograra obtener la resistencia de diseño. Como la resistencia a la compresión. (Cando, 2016).</p>	<p>realizarán ensayos a los agregados tales como: peso específico, granulometría, contenido de humedad y densidad.</p> <p>Las propiedades del concreto se pueden medir con diferentes ensayos, desde la resistencia a la compresión, el cono de abrams, del cual se obtendrían resultados como la trabajabilidad.</p>	<p>agregados.</p> <p>Ensayo de contenido de humedad Intervalo</p> <p>Ensayo de Densidad Intervalo</p> <p>Ensayo de peso específico Intervalo</p> <p>Ensayo de equivalencia de arena. Intervalo</p> <p>Ensayo de abrasión de los ángeles. Intervalo</p> <p>Ensayo del cono de abrams Intervalo</p>
--	---	---

*Nota: Matriz de Operacionalización de variable directa (Acero Reciclado) y variable indirecta (Propiedades del concreto).*

Anexo 2.

Matriz de Consistencia

TITULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TECNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades en un concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de trujillo, 2022	¿De qué manera influye el acero reciclado para mejorar las propiedades en un concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022?	<p><b>O. General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades en un concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022</li> </ul> <p><b>O. Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar la caracterización de los agregados.</li> <li>- Determinar el diseño de mezcla para el concreto</li> <li>- Determinar el porcentaje óptimo de acero reciclado para mejorar las propiedades del concreto.</li> </ul>	<p><b>H. General</b></p> <p>El análisis de porcentajes de acero reciclado se basa en añadir una cierta cantidad de dicho material al concreto <math>F'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, para que este mejore de forma eficiente sus propiedades, ayudando en el soporte de las edificaciones en zonas urbanas, en la ciudad de Trujillo, 2022.</p>	<p><b>Variable 1:</b> <b>Independiente</b> Acero reciclable</p> <p><b>Variable 2:</b> <b>Independiente</b> Propiedades del concreto.</p>	<p>Ensayo de análisis granulométrico de agregados.</p> <p>Ensayo de contenido de humedad</p> <p>Ensayo de Densidad</p> <p>Ensayo de peso específico</p> <p>Ensayo de abrasión de los ángeles.</p> <p>Ensayo de equivalencia de arena</p> <p>Ensayo a resistencia a la compresión del concreto</p> <p>Ensayo del cono de abrams</p> <p>Cuadro comparativo</p> <p>Observación directa</p> <p>Guía de observación</p> <p>Trabajos de investigación</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> <b>Por el propósito:</b> Aplicada <b>Según el diseño:</b> Investigación Experimental. <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental puro <b>Unidad de Estudio:</b> Acero reciclable Propiedades del concreto <b>Población:</b> Son todos los concretos con acero reciclado en la ciudad de Trujillo, 2022. <b>Muestra:</b> En la presente investigación la</p>

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la trabajabilidad, durabilidad y cohesividad del concreto.</li> <li>- Realizar la comparación de la influencia del concreto con acero reciclado entre un concreto patrón mejorando así las propiedades en un concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.</li> </ul>	<p>Revisión documental de normas</p>	<p>muestra se conformó por 36 probetas las cuales serán consideradas con un porcentaje de acero reciclado del 1.3%, 3.3% y 5.3 % para evaluarlos a los 7, 14 y 28 días.</p>
--	--------------------------------------	---

---

*Nota: Matriz de Consistencia detallada.*

*Anexo 3.*

*Panel fotográfico.*

**Ensayo del análisis granulométrico del agregado fino**



**Figura 18.**

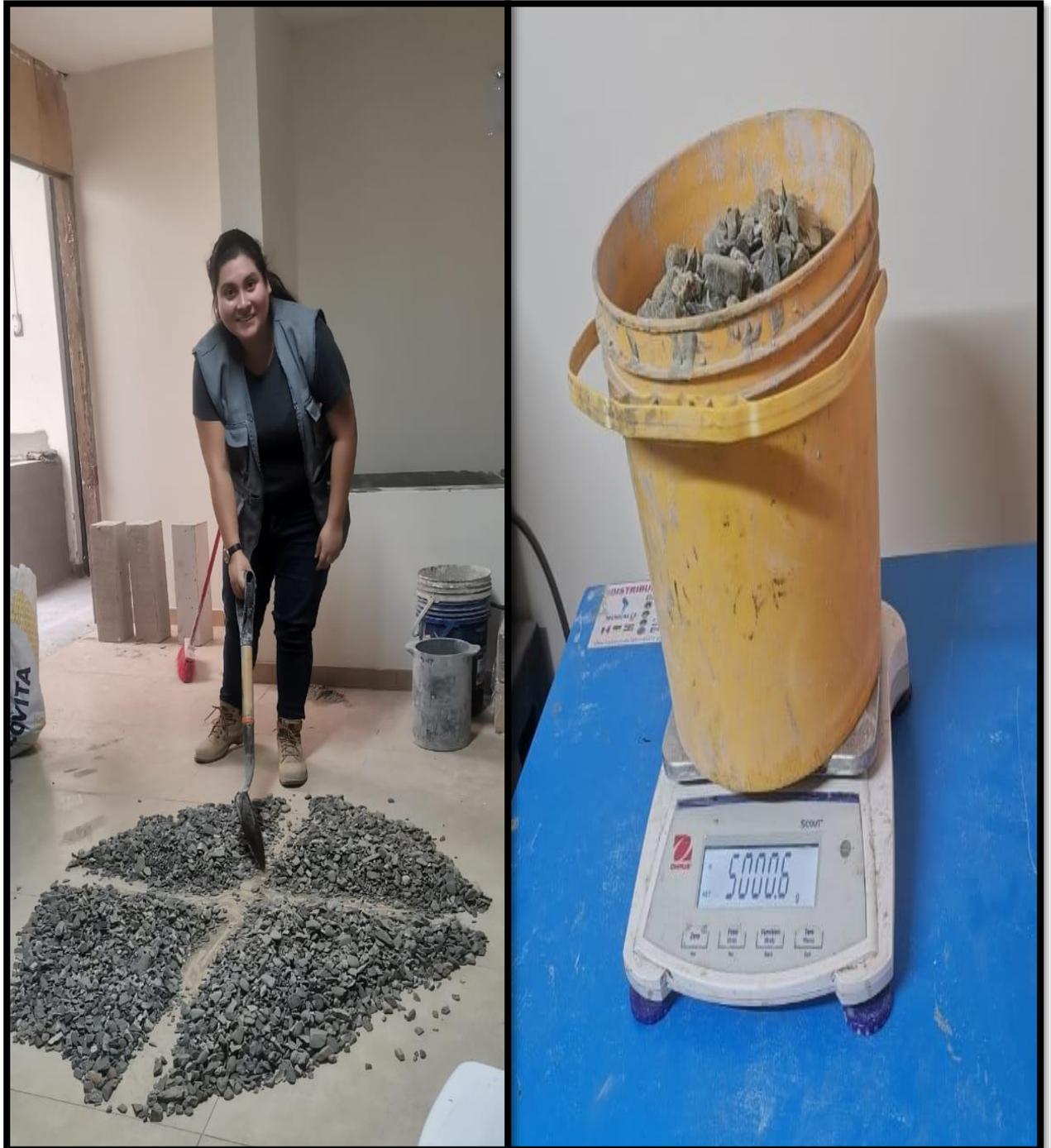
*Cuardeando y pesando el agregado fino.*



**Figura 19.**

*Se tamiza el material por las diferentes aberturas.*

**Ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso**



**Figura 20.**

*Se cuartea y pesa el agregado grueso.*



**Figura 21.**

*Se coloca y agita el material por las diferentes aberturas de tamices.*

### Ensayo de contenido de humedad para el agregado fino y grueso



**Figura 22.**

*Se coloca y pesa el agregado fino y grueso.*



**Figura 23.**

*Se coloca el material en el horno por 24 hrs.*

### Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



**Figura 24.**

*Se coloca el material en el horno, después se retira y se cubre con agua por 24 hrs.*



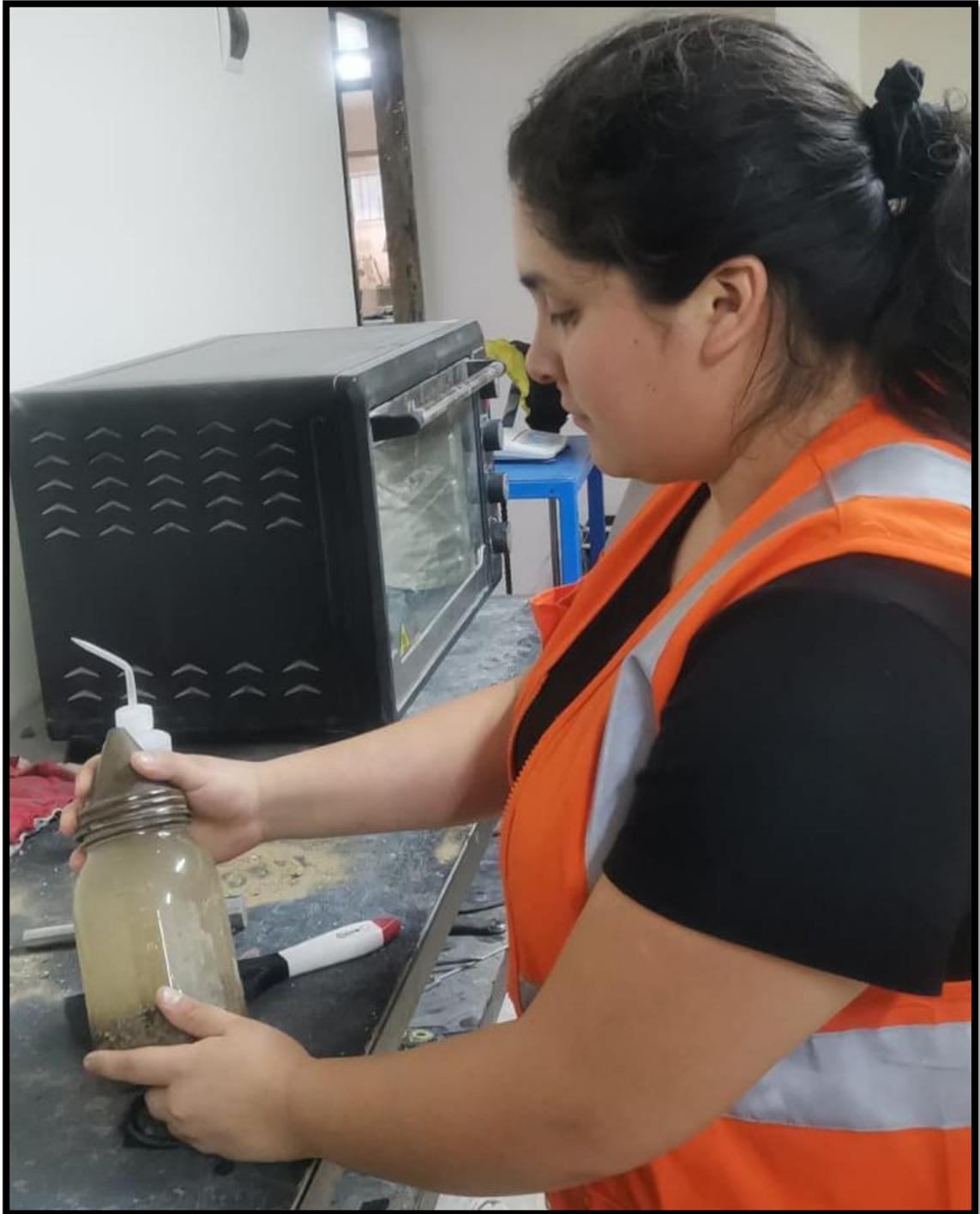
**Figura 25.**

*Se coloca el material seco en el molde cónico, posteriormente se golpea 25 veces la superficie.*



**Figura 26.**

*Se limpia y retira el molde, si el material se derrumba una pequeña parte quiere decir que alcanzo una condición de superficie seca.*



**Figura 27.**

*Se introduce el material con agua y se agita el frasco para eliminar las burbujas.*

### Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso



**Figura 28.**

*Se cuartea y coloca una parte del material en agua por 24 hrs.*



**Figura 29.**

*Se remueve la muestra del agua y se coloca sobre un paño absorbente hasta desaparecer la película de agua, y obtener así una condición de saturación con superficie seca.*



**Figura 30.**

*Se coloca el material en la cesta de alambre.*



**Figura 31.**

*Se determina el peso sumergido en el agua.*

### Ensayo de peso unitario del agregado fino



**Figura 32.**

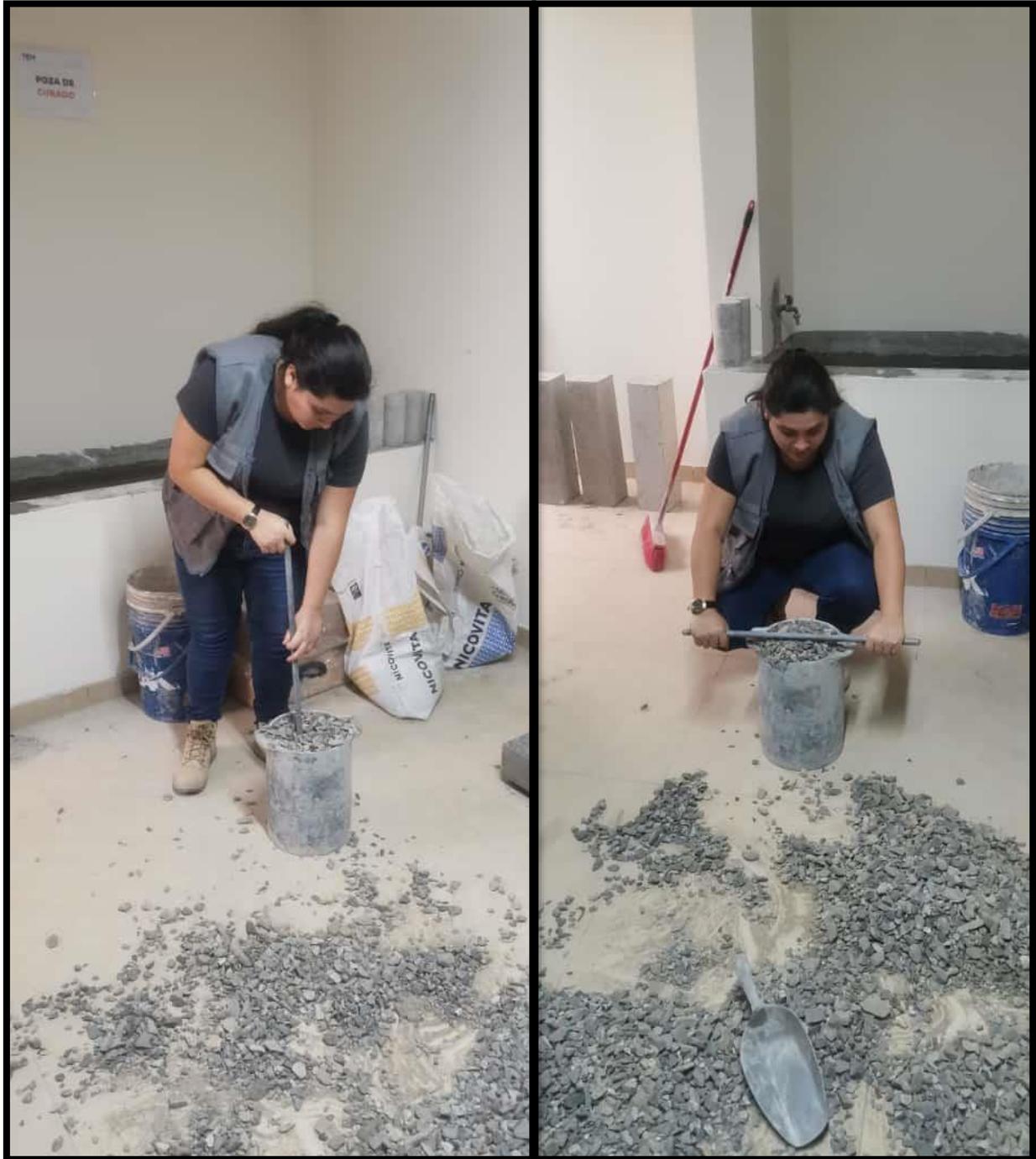
*Se reduce la muestra por el método de cuarteo.*



**Figura 33.**

*Se llena el recipiente con material y se elimina el sobrante, para determinar su peso.*

### Ensayo de peso unitario del agregado grueso



**Figura 34.**

*Se llena el material en tres partes iguales cada una con 25 golpes, después se enrasa.*



**Figura 35.**

*Se pesa el recipiente con el agregado grueso.*

### Ensayo de Asentamiento con el cono de Abrams



**Figura 36.**

*Se llena el molde y se enrasa, posteriormente se levanta el molde cuidadosamente.*



**Figura 37.**

*Se coloca la varilla en la parte superior del molde y se mide con una wincha en pulgadas para obtener el slump.*

### Ensayo abrasión de los ángeles



**Figura 38.**

*Máquina de los Ángeles.*



**Figura 39.**

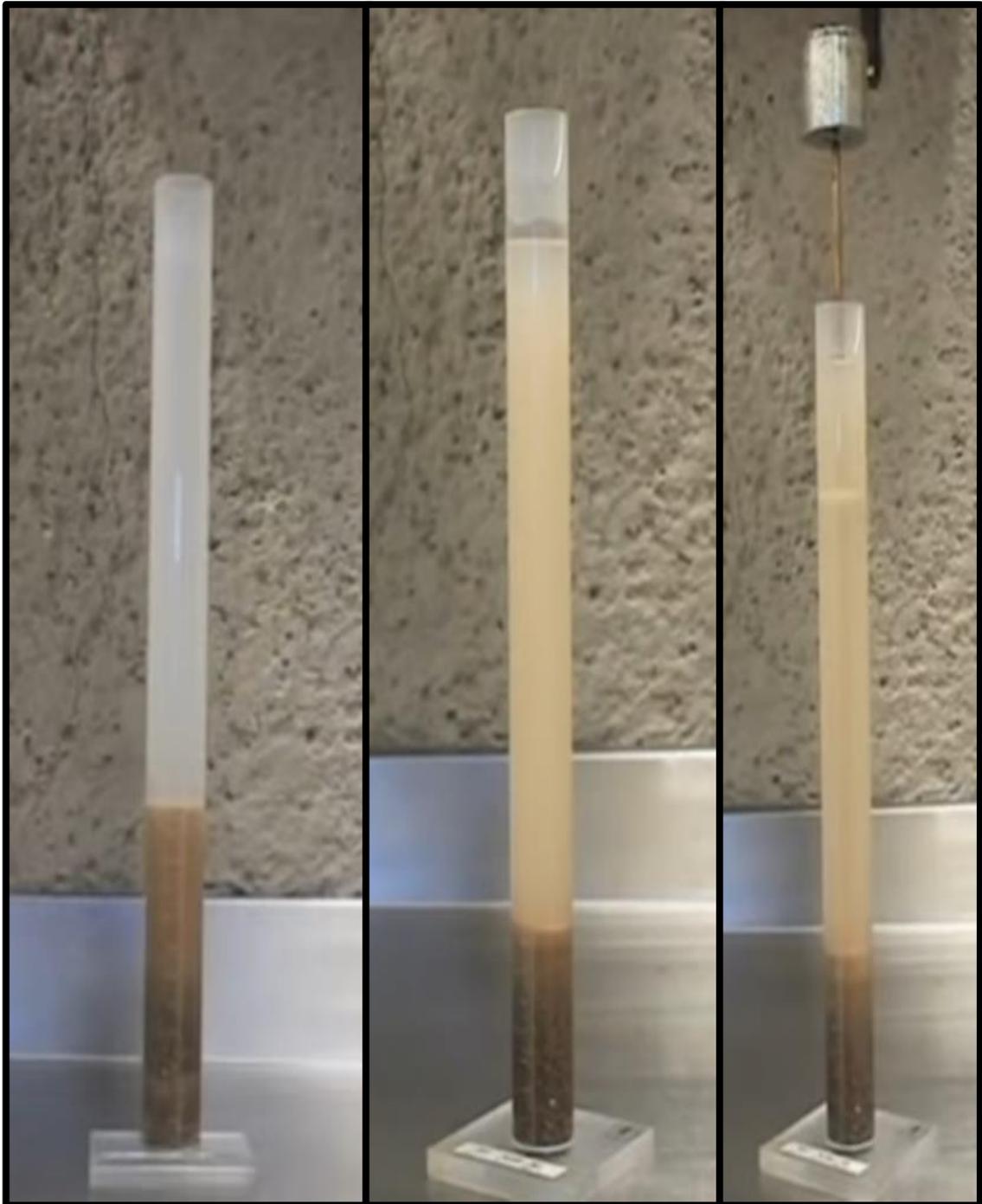
*Se coloca el agregado grueso y la carga para que esta rote a una velocidad de 500 rpm.*

### Ensayo de equivalencia de arena



**Figura 40.**

*Se llena el recipiente de medida hasta su capacidad.*



**Figura 41.**

*Se coloca el material y se vierte agua, posteriormente se golpea para liberar las burbujas, después se deja reposar por 10 min para finalmente tomar la lectura de arena.*

### Resistencia a la compresión



**Figura 42.**

*Se coloca los datos de cada testigo.*



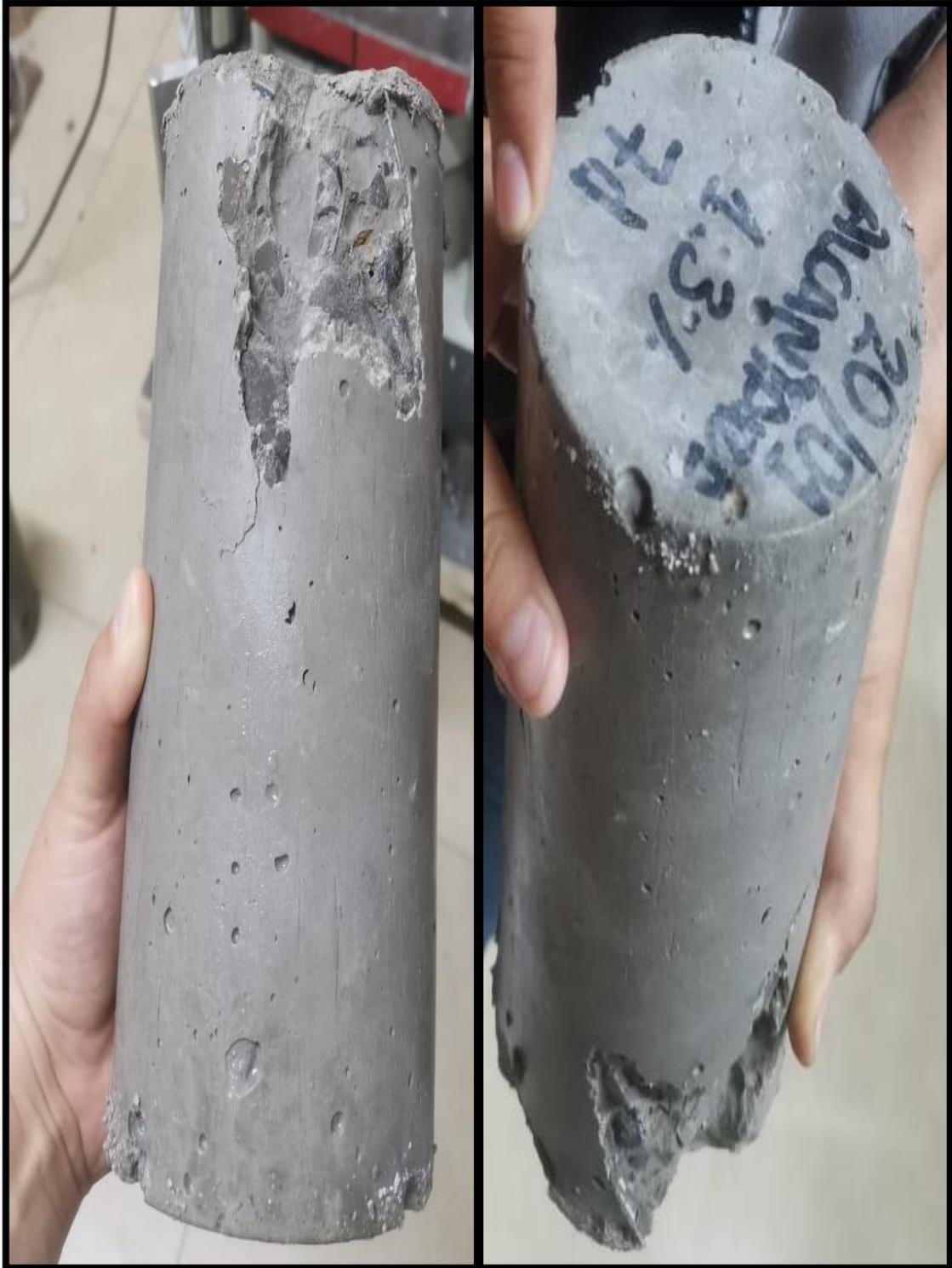
**Figura 43.**

*Con una wincha se sacan las dimensiones de la probeta.*



**Figura 44.**

*Se coloca el testigo en la máquina de resistencia a la compresión.*



**Figura 45.**

*Se observa el tipo de falla que tiene nuestras probetas.*

### Elaboración de probetas



*Figura 46.*

*Acero reciclable de 1".*



**Figura 47.**

*Añadiendo el acero reciclable en nuestro diseño de mezcla del ACI.*



**Figura 48.**

*Engrasando los moldes para posteriormente ser llenado en tres partes iguales, dándole pequeños golpes para así eliminar el aire atrapado.*



**Figura 49.**

*Una vez llenado se deja reposar por 24 hrs. para posteriormente ser desmoldado y curado.*

**Anexo 4.**

*Ensayo del análisis granulométrico del agregado fino.*

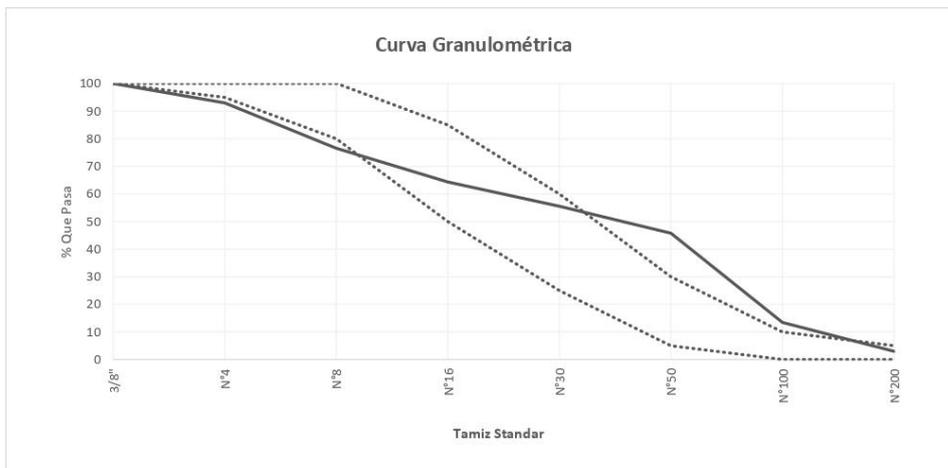


RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

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>  Cont. de Humedad: 1.1 % Modulo de Finura: 2.52
N°4	4.750	70.6	7.1	7.1	92.9	95	100	
N°8	2.360	164.6	16.4	23.5	76.5	80	100	
N°16	1.180	122.5	12.2	35.7	64.3	50	85	
N°30	0.600	87.6	8.8	44.5	55.5	25	60	
N°50	0.300	97.9	9.8	54.3	45.7	5	30	
N°100	0.150	323.5	32.3	86.6	13.4	0	10	
N°200	0.075	104.7	10.5	97.0	3.0	0	5	
Fondo	-	29.7	3.0	100.0	0.0			
		<b>1001.1</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.



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

## Anexo 5.

### Ensayo del contenido de humedad del agregado fino.



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

## CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	68.7	79.5	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	598.1	605.8	
Peso recipiente + muestra seca	gr	592.9	600.3	
Peso de muestra húmeda	gr	529.4	526.3	
Peso de muestra seca	gr	524.2	520.8	
Peso de agua	gr	5	6	
<b>Contenido de humedad</b>	%	1.0	1.1	1.1

#### OBSERVACIONES:

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



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 6.**

*Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	455.6	437.9	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,711.2	1,700.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	457.9	440.1	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.39	2.38	<b>2.39</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.40	2.40	2.40
<b>Absorción</b>	%	0.5	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.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 7.**

*Ensayo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

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

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	22.240	22.340	22.220	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.860	23.840	23.860	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.860	15.960	15.840	
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.480	17.460	17.480	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,743	1,754	1,741	<b>1,746</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,921	1,919	1,921	<b>1,920</b>

**OBSERVACIONES:**

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



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 8.**

*Ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso.*

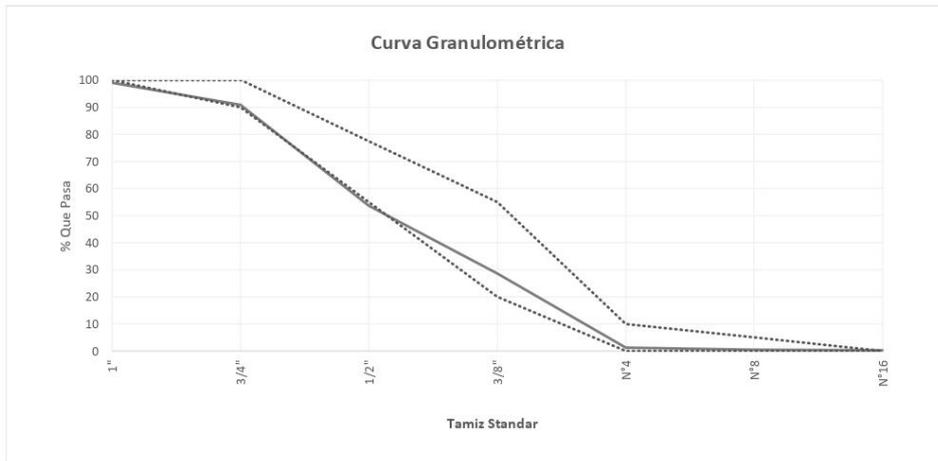


RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Minimo	Maximo	
1½"	37.50	0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.00	97.5	1.0	1.0	99.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom.: 1" Cont. de Humedad: 0.6 % Modulo de Finura: 6.79
¾"	19.00	821.6	8.2	9.2	90.8	90	100	
½"	12.50	3719.9	37.2	46.4	53.6			
3/8"	9.50	2495.3	25.0	71.3	28.7	20	55	
Nº4	4.75	2739.3	27.4	98.7	1.3	0	10	
Nº8	2.36	84.2	0.8	99.6	0.4	0	5	
Nº16	1.18	14.9	0.1	99.7	0.3			
Fondo	-	27.3	0.3	100.0	0.0			
		<b>10000</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.

  
MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av. Oswaldo Herculles 390 Urb. Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

## Anexo 9.

### Ensayo del contenido de humedad del agregado grueso.



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

## CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	0.0	0.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	4,000.0	4,000.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,977.5	3,979.9	
Peso de muestra húmeda	gr	4,000.0	4,000.0	
Peso de muestra seca	gr	3,977.5	3,979.9	
Peso de agua	gr	22.5	20.1	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.6	0.5	<b>0.6</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

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



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

## Anexo 10.

### Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	4,004	4,376	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	4,071	4,450	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	2,489	2,721	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.53	2.53	<b>2.53</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.57	2.57	2.57
<b>Absorción</b>	%	1.7	1.7	<b>1.7</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

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



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

**Laboratorio:** Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 11.**

*Ensayo de peso unitarios suelto y compactado del agregado grueso.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

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

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/01/2023

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.820	19.620	19.560	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	21.100	21.220	21.100	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.440	13.240	13.180	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.720	14.840	14.720	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,477	1,455	1,448	<b>1,460</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,618	1,631	1,618	<b>1,622</b>

**OBSERVACIONES:**

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



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 12.**

*Ensayo del concreto en estado fresco.*



RUC: 20608132016  
 Contacto: 936194709-989712719  
 Email: ventas@tem-concrete.com

**REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTES** : MALHER GERARDO MENDIETA PONCE / ADRIANA MASIEL ALCÁNTARA REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2022

**2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

Descripción	Fecha	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto Patrón	19/01/2023	25.0	4.50	2,462
Concreto con 1.3% de acero reciclado	20/01/2023	26.5	4.25	2,469
Concreto con 3.3% de acero reciclado	20/01/2023	27.0	3.75	2,481
Concreto con 5.3% de acero reciclado	20/01/2023	26.0	1.50	2,521



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 13.**

*Ensayo de desgaste de abrasión de los ángeles.*



RUC: 20608132016  
 Contacto: 936194709-989712719  
 Email: ventas@tem-concrete.com

**DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES**  
 NORMA DE ENSAYO ASTM C - 131

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : ALCANTARA REYES, ADRIANA MASIEL / MENDIETA PONCE, MALHER GERARDO

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

PRUEBAS	Prueba 1	Prueba 2
GRADACIÓN USADA	B	B
N° ESFERAS	11	11
N° REVOLUCIONES	500	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.	5,000	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUÉS DEL ENSAYO Y DESPUÉS DE LAVAR SOBRE EL TAMIZ #12	3,947	3,976
Pa - Pb = PÉRDIDA	1,053	1,024
% DESGASTE = ((Pa - Pb)/Pa)*100	21.1%	20.5%
EESPECIFICACIÓN: MENOR DE	40%	40%
CUMPLE	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

**TAMAÑO, PESO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.**

PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2500		
2 1/2"	2"					2500		
2"	1 1/2"					5000	5000	
1 1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	#3			2500				
#3	#4			2500				
#4	#8				5000			
N° ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

## Anexo 14.

### Ensayo de equivalencia de arena.



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA NORMA DE ENSAYO ASTM D-2419 / AASHTO T176-00

### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : ALCANTARA REYES, ADRIANA MASIEL / MENDIETA PONCE, MALHER GERARDO

### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Inicio	10:30	10:45	10:55
Término	11:00	11:15	11:25
Lectura total	4.00	4.00	4.00
Lectura de arena	3.85	3.85	3.90
Eq. Arena (%)	96.3	96.3	97.5
Eq. Arena Promedio (%)	<b>96.7</b>		



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 15.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto patrón a la edad de 7 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 225-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	26-01-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P01	7	10.28	82.9	118.7	14.3	146	5
008-TEM-P02	7	10.31	83.5	122.9	14.7	150	2
008-TEM-P03	7	10.23	82.1	118.4	14.4	147	5
<b>Promedio</b>					<b>14.5</b>	<b>148</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. **Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. **Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 16.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto patrón a la edad de 14 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 226-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	02-02-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P04	14	10.22	82.0	155.6	19.0	194	2
008-TEM-P05	14	10.23	82.2	156.0	19.0	193	2
008-TEM-P06	14	10.29	83.2	158.8	19.1	195	5
<b>Promedio</b>					<b>19.0</b>	<b>194</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 17.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto patrón a la edad de 28 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 227-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	16-02-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P07	28	10.22	82.0	181.5	22.1	226	5
008-TEM-P08	28	10.25	82.4	186.4	22.6	231	5
008-TEM-P09	28	10.29	83.1	187.6	22.6	230	5
<b>Promedio</b>					<b>22.4</b>	<b>229</b>	

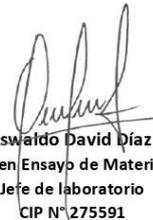
**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 18.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 1.3% de acero reciclado a la edad de 7 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 228-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 1.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	27-01-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P10	7	10.45	85.8	144.0	16.8	171	5
008-TEM-P11	7	10.45	85.8	132.3	15.4	157	5
008-TEM-P12	7	10.25	82.5	134.9	16.3	167	5
<b>Promedio</b>					<b>16.2</b>	<b>165</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

## Anexo 19.

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 1.3% de acero reciclado a la edad de 14 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

### INFORME DE ENSAYO N° 229-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 1.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	03-02-23

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P13	14	10.22	82.0	170.5	20.8	212	5
008-TEM-P14	14	10.26	82.6	178.3	21.6	220	5
008-TEM-P15	14	10.28	82.9	178.8	21.6	220	5
<b>Promedio</b>					<b>21.3</b>	<b>217</b>	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 20.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 1.3% de acero reciclado a la edad de 28 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 230-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 1.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-02-23

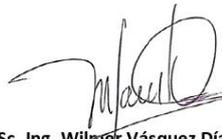
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P16	28	10.30	83.3	212.6	25.5	260	5
008-TEM-P17	28	10.23	82.2	210.4	25.6	261	5
008-TEM-P18	28	10.28	83.0	202.6	24.4	249	5
<b>Promedio</b>					<b>25.2</b>	<b>257</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 21.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 3.3% de acero reciclado a la edad de 7 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 231-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 3.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	27-01-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P19	7	10.35	84.1	128.1	15.2	155	5
008-TEM-P20	7	10.45	85.8	121.6	14.2	145	5
008-TEM-P21	7	10.35	84.1	129.9	15.4	157	2
<b>Promedio</b>					<b>14.9</b>	<b>152</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 22.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 3.3% de acero reciclado a la edad de 14 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 232-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 3.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	03-02-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P22	14	10.26	82.6	162.8	19.7	201	5
008-TEM-P23	14	10.26	82.6	161.6	19.6	199	5
008-TEM-P24	14	10.30	83.3	165.3	19.8	202	5
<b>Promedio</b>					<b>19.7</b>	<b>201</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av. Oswaldo Herculles 390 Urb. Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 23.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 3.3% de acero reciclado a la edad de 28 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 233-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 3.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-02-23

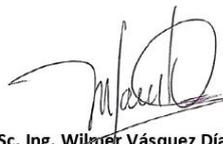
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P25	28	10.32	83.6	186.8	22.4	228	5
008-TEM-P26	28	10.23	82.1	196.7	24.0	244	5
008-TEM-P27	28	10.26	82.6	185.5	22.5	229	5
<b>Promedio</b>					<b>22.9</b>	<b>234</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 24.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 5.3% de acero reciclado a la edad de 7 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 234-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente:</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto:</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra:</b>	Concreto con 5.3% de acero reciclado
<b>f'c:</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	27-01-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P28	7	10.50	86.6	118.7	13.7	140	5
008-TEM-P29	7	10.30	83.3	115.6	13.9	142	5
008-TEM-P30	7	10.40	84.9	114.7	13.5	138	5
<b>Promedio</b>					<b>13.7</b>	<b>140</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. **Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. **Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av. Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

**Anexo 25.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 5.3% de acero reciclado a la edad de 14 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 235-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente:</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto:</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra:</b>	Concreto con 5.3% de acero reciclado
<b>f'c:</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	03-02-23

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P31	14	10.26	82.6	151.6	18.4	187	5
008-TEM-P32	14	10.25	82.4	146.6	17.8	181	2
008-TEM-P33	14	10.26	82.6	148.0	17.9	183	5
<b>Promedio</b>					<b>18.0</b>	<b>184</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 26.**

*Ensayo de resistencia a la compresión de un concreto con adición de 5.3% de acero reciclado a la edad de 28 días.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 236-23-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Malher Gerardo Mendieta Ponce Adriana Masiel Alcántara Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022.
<b>Muestra :</b>	Concreto con 5.3% de acero reciclado
<b>f'c :</b>	210

<b>Fecha de Emisión:</b>	20-02-23
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-01-23
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-02-23

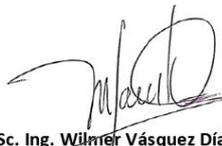
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
008-TEM-P34	28	10.29	83.2	176.3	21.2	216	5
008-TEM-P35	28	10.23	82.2	172.5	21.0	214	5
008-TEM-P36	28	10.30	83.2	181.0	21.7	222	5
<b>Promedio</b>					<b>21.3</b>	<b>217</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Anexo 27.**

*Diseño de mezcla por el método ACI parte 1.*



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709 – 989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

**DISEÑO DE MEZCLA**  
(MÉTODO ACI 211.1)

**Paso N°1: Elección del asentamiento**

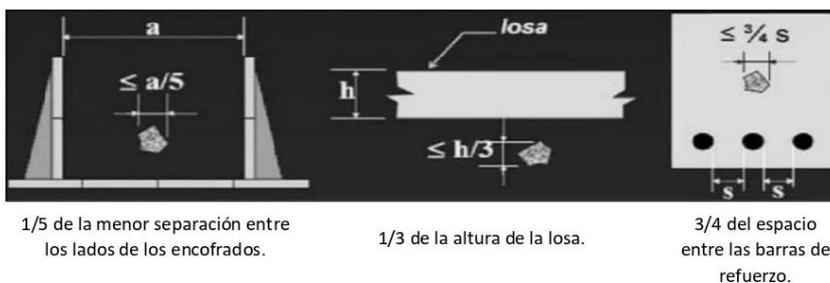
Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥5" (125mm)

Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamientos requeridos para la mezcla a ser diseñada, utilizando la tabla siguiente podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

Construcción de concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	75 (3)	25 (1)
Zapatas y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

\*Se puede aumentar 25mm (1 pulg.) para métodos de consolidación manuales, tales como varillado.  
Fuente: ACI 211.1.

**Paso N°2: Elección del TMN y TM del agregado grueso**



Calle Enrique Barrón N° 1231 – Of. 104 - Urb. Santa Beatriz – Lima - Perú

**Anexo 28.**

*Diseño de mezcla por el método ACI parte 2.*



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709 – 989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

**Paso N°3: Cálculo del agua de mezcla y el contenido de aire**

Revenimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*							
	3/8 pulg.	½ pulg.	¾ pulg.	1 pulg.	1 ½ pulg.	2 pulg.	3 pulg.	6 pulg.
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" 150 a 175	213	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con aire incluido</b>								
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-
Promedio del contenido de aire total recomendado para el nivel de exposición.								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

\*Estas cantidades de agua de mezcla son para utilizarse en el cálculo de los contenidos de cementos en las mezclas de prueba. Estas cantidades son máximas para agregados gruesos razonablemente angulares con granulometría dentro de los límites de las especificaciones.

Fuente: ACI 211.1.

## Anexo 29.

### Diseño de mezcla por el método ACI parte 3.



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709 – 989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

#### Paso N°4: Selección de la relación a/c

- Determinación de  $f'_{cr}$  cuando se conoce la desviación estándar “s”

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

Fuente: ACI 211.1.

- Determinación de  $f'_{cr}$  cuando no hay data histórica para calcular “s”

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

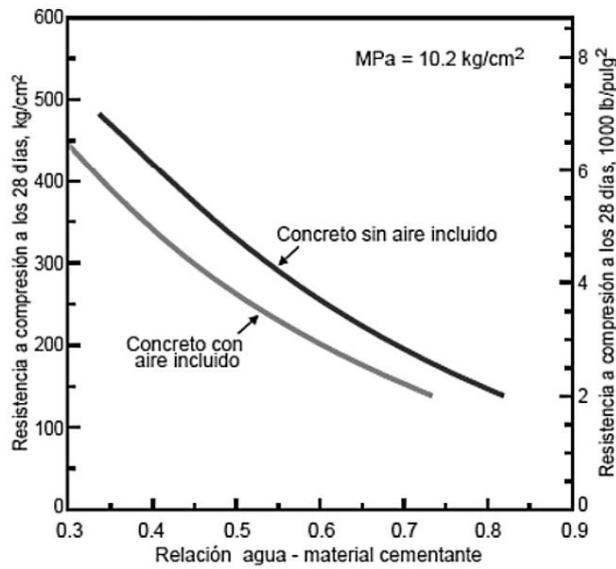
Fuente: ACI 318.

**Anexo 30.**

*Diseño de mezcla por el método ACI parte 4.*



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709 – 989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com



Relación aproximada entre resistencia a compresión y relación agua-cemento para el concreto con agregado grueso de tamaño máximo nominal de 19mm a 25mm (3/4" a 1"). La resistencia se basa en cilindros curados durante 28 días en ambiente húmedo, de acuerdo con la ASTM C33 (AASHTO T23). Fuente: ACI 211.1.

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

Fuente: ACI 211.1.

Calle Enrique Barrón N° 1231 – Of. 104 - Urb. Santa Beatriz – Lima - Perú

### Anexo 31.

#### Diseño de mezcla por el método ACI parte 5.



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709 – 989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

#### Paso N°5: Cálculo del contenido de cemento

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

#### Paso N°6: Estimación del contenido de agregado grueso

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

\*Los volúmenes se basan en agregados varillados (compactados) en seco como se describe en la ASTM C29 (AASHTO T19).

Fuente: ACI 211.1.

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

## Anexo 32.

### Diseño de mezcla por el método ACI parte 6.



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709 – 989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

#### Paso N°7: Estimación del contenido de agregado fino

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

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

#### Paso N°8: Estimación de los pesos húmedos

- Ajustes por humedad de los agregados

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

- Cálculo del agua efectiva

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

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

#### Paso N°9: Estimación de los pesos SSS

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

Calle Enrique Barrón N° 1231 – Of. 104 - Urb. Santa Beatriz – Lima - Perú

## Anexo 33.

### Ficha técnica del cemento mochica tipo I parte 1.

**DESCRIPCIÓN**

**Cemento Portland tipo GU.** Diseñado especializado que otorga versatilidad para ser utilizado en obras que no serán expuestas a condiciones especiales

**ATRIBUTOS**

- **Uso general**
- **Producto versátil, con diversas posibilidades de aplicación**

**USOS**

- **Para todo tipo de uso que no requiera propiedades especiales.**

**MODO DE EMPLEO**

**CONTROLAR**

El agua en la mezcla, utilizando solo la necesaria para una consistencia adecuada en el concreto.

**COLOCAR**

Uniformemente la mezcla dentro del molde o encofrado evitando que caiga libremente desde gran altura. Compactar adecuadamente mediante varillado o vibración.

**CURAR**

Durante un periodo mínimo de 7 días manteniendo la superficie del concreto húmeda y protegida de temperaturas y condiciones ambientales extremas.

**RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO**

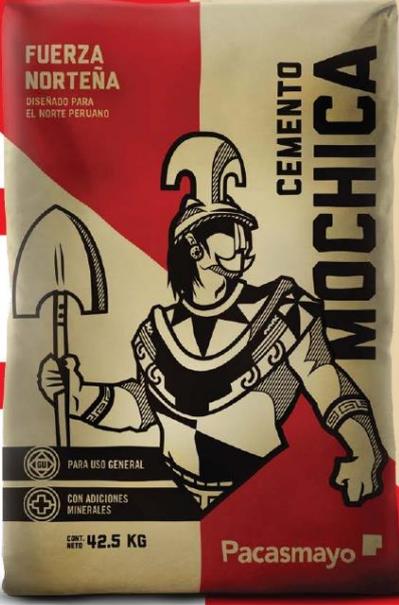
**Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.**

**Utilizar agregados y materiales de buena calidad.**

**Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas**

**A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.**

Con respaldo  
**Pacasmayo**



**Pacasmayo**