

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas; Pasco – 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Sherly Sandyori Lucero GONZALES SIFUENTES**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco - Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas; Pasco – 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida, salud y protección que me da diario, por guiarme en la vida en la carrera profesional y permitirme crecer como persona.

A mis padres y mis hermanos, por ser el pilar fundamental para lograr mis objetivos, por el apoyo incondicional y la confianza puesta en mi en todo momento ante cada obstáculo,

A mis maestros por todo el conocimiento vertido por su dedicación su tiempo invertido en su labor como educadores.

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por permitirme realizar el proceso de titulación y así seguir llevando con orgullo el nombre de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- A la Empresa GOVIZA MIX SAC. y a los colaboradores de la misma por apoyarme en el desarrollo del proyecto
- A mis padres, hermanos y a todos los que son parte de este sueño por su esfuerzo y apoyo.
- A mi asesor por su apoyo, confianza, dedicación y esfuerzo compartiendo sus conocimientos y enseñanzas para el éxito del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

La presente investigación demuestra la mejora que existe en un concreto f'c 280 Kg/cm<sup>2</sup> con material de concreto reciclado, aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas, la metodología empleada en la presente investigación es cuantitativo, de tipo experimental, La presente investigación se desarrolló para evaluar la resistencia a la compresión, Del mismo modo, se analizó las propiedades del material de concreto reciclado, La cantidad de material de concreto reciclado se ha tomado la sustitución al 100% del agregado natural, Acorde con esto se determinó utilizar 6 dosificaciones diferentes separados en dos conjuntos el primer conjunto diseños de mezcla c1, c2, c3: hiperplastificante 70%,100 % y 130 % respectivamente y fibras sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>, en el segundo conjunto, diseños de mezcla m1, m2,m3: hiperplastificante 70% 100 % y 130 % fibras sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>.

La valoración de la resistencia a la compresión se realizó tomando datos a 7,14 y 28 días teniendo resultados del diseño c1,c2 y c3 en promedio a los 28 días 252.96 kg/cm<sup>2</sup>, 306.07kg/cm<sup>2</sup>, 291.21kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, haciendo una comparación entre ambas dosificaciones que son superiores al diseño analizado, podemos observar la dosificación optima en este conjunto tiene el c2, mientras en el diseño m1, m2 y m3 en promedio a los 28 días 258.05 kg/cm<sup>2</sup>, 343.08 kg/cm<sup>2</sup>, 311.66 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo así que m2 y m3 son resultados superiores a la resistencia diseñada, la dosificación optima m2.

Podemos concluir que es posible fabricar concreto f'c 280kg/cm<sup>2</sup> con material reciclado de concreto añadido hiperplastificante y fibras sintéticas.

**Palabras clave:** concreto, material de concreto reciclado, aditivo hiperplastificante, fibras sintéticas

## ABSTRACT

The present investigation demonstrates the improvement that exists in a concrete  $f'c$  280 Kg/cm<sup>2</sup> with recycled concrete material, hyperplasticizer additive and synthetic fibers, the methodology used in the present investigation is quantitative, of an experimental type, The present investigation was developed to evaluate the compressive strength, In the same way, the properties of the recycled concrete material were analyzed, The amount of recycled concrete material has been taken as a 100% substitution of the natural aggregate, Accordingly, it was determined to use 6 different separate dosages in two sets the first set mix designs c1, c2, c3: hyperplasticizer 70%, 100% and 130% respectively and synthetic fibers 0kg/m<sup>3</sup>, in the second set, mix designs m1, m2, m3: hyperplasticizer 70% 100 % and 130% synthetic fibers 5kg/m<sup>3</sup>.

The evaluation of the resistance to compression was carried out taking data at 7, 14 and 28 days, having results of the design c1, c2 and c3 on average at 28 days: 252.96 kg/cm<sup>2</sup>, 306.07kg/cm<sup>2</sup>, 291.21kg/cm<sup>2</sup> respectively, By making a comparison between both dosages that are superior to the analyzed design, we can see the optimal dosage in this set is c2, while in the design m1, m2 and m3 on average at 28 days 258.05 kg/cm<sup>2</sup>, 343.08 kg/cm<sup>2</sup>, 311.66 kg/cm<sup>2</sup> respectively, being that m2 and m3 are results higher than the designed resistance, the optimal dosage m2.

We can conclude that it is possible to manufacture concrete  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup> with recycled concrete material added hyperplasticizer and synthetic fibers.

**Keywords:** concrete, recycled concrete material, hyperplasticizer admixture, synthetic fibers

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción, el concreto es un elemento fundamental en la edificación de diversas estructuras. La constante búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles en esta industria ha impulsado la investigación y desarrollo de nuevos métodos de fabricación que cumplan con altos estándares de calidad y respeto al medio ambiente. En este contexto, el presente proyecto de investigación se enfoca en la fabricación de concreto con una resistencia característica de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , empleando material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas en la localidad de Pasco, durante el año 2023.

La necesidad de reducir la huella ambiental de la construcción y promover la reutilización de materiales nos motiva a explorar una combinación innovadora de elementos en la fabricación del concreto. Este proyecto tiene como objetivo principal analizar y evaluar las propiedades y beneficios de incorporar hiperplastificante y fibras sintéticas en la mezcla de concreto, tanto en combinación como por separado, para alcanzar los niveles de resistencia deseados y a su vez mejorar la sostenibilidad del proceso.

Se llevaron a cabo dos conjuntos de muestras con el fin de comparar y contrastar los efectos de los diferentes aditivos. En el primer conjunto, se elaboraron tres muestras de concreto utilizando únicamente hiperplastificante, explorando así su influencia en la trabajabilidad, cohesión y resistencia del concreto resultante. En el segundo conjunto, se elaboraron tres muestras adicionales en las que se combinaron hiperplastificante y fibras sintéticas. Esto permitirá examinar cómo la sinergia entre estos elementos afecta la propiedad mecánica y estructurales del concreto, así como su capacidad a la resistencia a la compresión.

Durante el proceso de investigación, se realizaron pruebas exhaustivas en laboratorio para analizar las propiedades de los agregados para obtener nuestro diseño de mezcla.

Los resultados obtenidos en estas pruebas se compararán con los estándares de calidad y requisitos de construcción vigentes, asegurando que el concreto desarrollado cumpla con las expectativas de rendimiento y seguridad.

Este proyecto no solo busca mejorar la tecnología de fabricación de concreto, sino que también aspira a contribuir al conocimiento en el campo de los materiales de construcción sostenibles. La información y los hallazgos obtenidos en esta investigación podrían tener un impacto significativo en la industria de la construcción, ofreciendo alternativas más eficientes y amigables con el entorno. Con el enfoque en la región de Pasco y la combinación de hiperplastificante y fibras sintéticas, se espera brindar una valiosa perspectiva sobre la viabilidad y el potencial de esta innovadora mezcla de concreto en un contexto real y relevante.



## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENT

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

### **CAPITULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema .....	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas Específicos .....	2
1.4. Formulación de objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general .....	2
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación. ....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	3

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio.....	4
2.2. Bases teóricas – científicas. ....	7
2.2.1. El cemento.....	7

2.2.2.	Agregado .....	7
2.2.3.	Agua .....	8
2.2.4.	Aditivos .....	9
2.2.5.	Fibras sintéticas .....	9
2.2.6.	Propiedades de los materiales .....	10
2.2.7.	Ensayo de laboratorio.....	11
2.2.8.	Concreto .....	17
2.3.	Definición de términos básicos .....	21
2.3.1.	Cemento .....	21
2.3.2.	Aditivos .....	22
2.3.3.	Agregados: .....	22
2.3.4.	Trabajabilidad: .....	22
2.3.5.	Fraguado:.....	22
2.3.6.	Resistencia del Concreto: .....	22
2.3.7.	Curado: .....	22
2.3.8.	Especímenes:.....	23
2.3.9.	Relación Agua-Cemento (A/C):.....	23
2.4.	Formulación de hipótesis. ....	23
2.4.1.	Hipótesis general. ....	23
2.4.2.	Hipótesis específicas. ....	23
2.5.	Identificación de variables .....	23
2.5.1.	Variables independientes. ....	23
2.5.2.	Variables dependientes.....	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores. ....	24

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de Investigación.....	25
3.1.1. De acuerdo a los propósitos que se persigue:.....	25
3.1.2. De acuerdo a los datos manipulados en el experimento: .....	25
3.2. Nivel de Investigación .....	25
3.3. Métodos de investigación.....	25
3.4. Diseño de investigación. ....	26
3.5. Población y muestra. ....	26
3.5.1. Población.....	26
3.5.2. Muestra.....	26
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.6.1. Técnicas de recolección de datos. ....	27
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos. ....	27
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos. ....	27
3.8. Tratamiento estadístico. ....	27
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica. ....	28

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	29
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	29
4.2.1. Análisis Granulométrico Del Agregado Global .....	29
4.2.2. Contenido de Humedad Del Agregado Global .....	31
4.2.3. Determinación del Peso Unitario del Agregado Global.....	32
4.2.4. Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Global ...	32

4.2.5. Proporción de aditivos.....	33
4.2.6. Diseño De Mezcla Del Concreto Método Del ACI 211 .....	34
4.2.7. Método de Prueba Estándar para la Resistencia a Compresión Diseño C1 .....	36
4.3. Prueba de Hipótesis.....	45
4.3.1. Contrastación de Hipótesis.....	47
4.4. Discusión de resultados.....	48
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N.º 1	Operacionalización de Variables .....	24
CUADRO N.º 2	Análisis de Granulometría del agregado global. ....	30
CUADRO N.º 3	Análisis de Contenido de Humedad. ....	31
CUADRO N.º 4	Análisis de Peso Unitario Suelto .....	32
CUADRO N.º 5	Análisis de Peso Unitario Compactado .....	32
CUADRO N.º 6	Análisis de Peso Específico y absorción .....	33
CUADRO N.º 7	Diseño de Mezcla N.º C1 .....	34
CUADRO N.º 8	Diseño de Mezcla N.º C2 .....	35
CUADRO N.º 9	Diseño de Mezcla N.º C3 .....	35
CUADRO N.º 10	Diseño de Mezcla N.º M1 .....	35
CUADRO N.º 11	Diseño de Mezcla N.º M2 .....	36
CUADRO N.º 12	Diseño de Mezcla N.º M3 .....	36
CUADRO N.º 13	Resistencia a compresión de probetas de concreto – C1 .....	37
CUADRO N.º 14	Resistencia a compresión de probetas de concreto – C2.....	38
CUADRO N.º 15	Resistencia a compresión de probetas de concreto – C3.....	39
CUADRO N.º 16	Resistencia a compresión de probetas de concreto -M1.....	41
CUADRO N.º 17	Resistencia a compresión de probetas de concreto – M2.....	42
CUADRO N.º 18	Resistencia a compresión de probetas de concreto – M3.....	43
CUADRO N.º 19	Prueba de normalidad .....	45

CUADRO N.º 20	Resumen estadístico .....	45
CUADRO N.º 21	Correlación de Pearson para contrastación de hipótesis.....	48

### ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N.º 1	Gráfico de la granulometría agregado global .....	31
Gráfico N.º 2	Resistencia a compresión de probetas de concreto.....	37
Gráfico N.º 3	Resistencia a compresión de probetas de concreto.....	39
Gráfico N.º 4	Resistencia a compresión de probetas de concreto.....	40
Gráfico N.º 5	Resistencia a compresión de probetas de concreto.....	41
Gráfico N.º 6	Resistencia a compresión de probetas de concreto.....	43
Gráfico N.º 7	Resistencia a compresión de probetas de concreto.....	44

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El problema de la investigación es entender que a nivel nacional e incluso internacional pero especialmente en Pasco existe cantidades de residuos de concreto que son arrojados, lo mismo que se forma en una contaminación y necesita solución sin embargo podemos destacar que el uso de agregados reciclados en la fabricación de concreto puede ser beneficioso desde un punto de vista ambiental, ya que permite reducir la cantidad de materiales necesarios para la producción de concreto y, por lo tanto, disminuir la demanda de agregados naturales, lo que puede tener un impacto positivo en la conservación de los recursos naturales. En cuanto al efecto del uso de agregados reciclados en las propiedades físicas del concreto, los resultados pueden variar dependiendo de factores como el tipo de agregado reciclado utilizado, la sustitución del agregado natural y el proceso de trituración utilizado para obtener el agregado reciclado. Es importante el conocimiento para determinar el efecto exacto del uso de agregados reciclados en las propiedades físicas del concreto, ya que esto puede ayudar a optimizar la dosificación y el

proceso de fabricación de concreto con agregados reciclados y mejorar su rendimiento en aplicaciones específicas.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

El proceso de investigación se basa en la recopilación de información, análisis de la información recopilada, la identificación de un aditivo potencial y fibras sintéticas para la elaboración de un concreto con material reciclado y así evaluar la resistencia y trabajabilidad del concreto de la misma forma la realización de estudios de viabilidad técnica, económica y la presentación de resultados en las zonas altoandinas del Perú.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo influye en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a. ¿Qué propiedad mecánica se evaluará en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023?
- b. ¿Cuál es la dosificación adecuada en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023



#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la propiedad mecánica, se evaluará en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023
- b. Determinar la dosificación adecuada en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023

#### **1.5. Justificación de la investigación.**

Los residuos de concreto en la construcción son contaminantes son dañinos para la salud, debido a la alta energía y la extracción de recursos necesarios para su producción, y también algunos materiales pueden contener sustancias tóxicas que pueden liberarse en el medio ambiente.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación.**

En el proceso de realización de este tema de investigación, he encontrado muchas dificultades, pero pudo ser superado y puedo presentar los resultados:

- a. El financiamiento se realizará mediante recursos propios, para el financiamiento de los ensayos y la compra de los materiales.
- b. Los ensayos se realizarán en los laboratorios de trituración del concreto reciclado de la UNDAC, entendiéndose que en la ciudad no se tiene laboratorios acreditados por INACAL.
- c. Los ensayos se realizaron de acuerdo a la programación, para lo cual se realizó los ensayos para los 7, 14 y 28 días, durante los meses de enero a marzo del 2023.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

Según (ULLOA, Vivian A. et al, 2018) en su artículo científico denominado “Desempeño del concreto permeable con agregados reciclados combinados” del año 2018 Indica que este estudio evaluó la influencia de la incorporación de dos tipos diferentes de agregados reciclados (RA) provenientes de residuos de construcción y demolición (CDW), agregado de ladrillo cerámico (RA1) y agregado de hormigón triturado (RA2), en el desempeño de concreto permeable en la ciudad de Bogotá, Colombia. Se planteó la sustitución de RA en la producción de concreto permeable en cinco niveles diferentes. Los resultados mostraron que el concreto permeable con RA alcanzó resistencias a la compresión y módulos de rotura de hasta 5,79 MPa y 2,14 MPa, respectivamente, lo que se encuentra dentro del rango permitido por la ACI. Además, el concreto también mostró una permeabilidad superior a las características comunes de un concreto permeable.

Según (CANALES CCAHUANA & RACACHA NAVAS, 2020) en su tesis de pregrado denominado “Diseño de concreto  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando el

concreto reciclado y el caucho reciclado para su aplicación en elementos no estructurales, Lima 2019” del año 2020 Indica que el problema de esta investigación fue el gran impacto ambiental generado por la gran cantidad de residuos de concreto que se arrojan como escombros en Lima. El objetivo de esta investigación fue diseñar concreto utilizando agregados naturales, agregados reciclados de concreto y caucho reciclado sometidos a una resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup>, obtenidos a través de especímenes estándar según el método ACI. Los resultados experimentales mostraron que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados finos reciclados al 35% y agregados gruesos reciclados al 100% puede ser una opción sostenible para la reutilización y para disminuir el impacto ambiental. Los dos diseños de concreto propuestos, diseño M1 y diseño M2, obtuvieron resistencias a la compresión de 202 kg/cm<sup>2</sup> y 194 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, lo cual es mayor al 100% de la resistencia de diseño y recomendando su uso para elementos no estructurales como veredas, rampas, sardineles, tope llantas, falso pisos y otros.

Según (PACCO, 2015) en su tesis de pregrado denominado “PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA LIMA METROPOLITANA” del año 2015

Indica que esta investigación se realizó con el objetivo de analizar el grado de influencia en las propiedades físicas del concreto fabricado con agregados reciclados procedentes de la trituración. La variable seleccionada fue el porcentaje de sustitución del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado en la dosificación del concreto. El objetivo general de la investigación es analizar cómo la cantidad de agregado grueso reciclado utilizado en la dosificación de la mezcla influye en las propiedades mecánicas del concreto. La metodología utilizada fue

experimental y transversal. Los resultados experimentales indicaron que la resistencia a la compresión y a la tracción no se ven afectadas significativamente al reemplazar el 20% del agregado natural, pero al aumentar el porcentaje de reemplazo, la resistencia empieza a disminuir de manera proporcional al porcentaje de agregado reciclado utilizado.

Según (JHOSEP, 2020) en su tesis de pregrado denominado “DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS – MECANICAS DEL CONCRETO, UTILIZANDO AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO, LAMBAYEQUE 2020” del año 2020.

Indica que esta investigación tiene como objetivo evaluar la influencia del agregado de concreto reciclado como agregado grueso en el desempeño de las propiedades físico-mecánicas de concretos 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. En esta investigación se han realizado 2 diseños patrón y 6 diseños de mezclas con proporciones de concreto reciclado al 15%, 25% y 50%. Los resultados obtenidos mostraron que el agregado grueso de concreto reciclado influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de los concretos y es viable hasta un máximo del 50% de sustitución de AGCR por agregados naturales.

Según (LOZANO OJEDA & SAGASTEGUI CALVANAPON, 2019) en su tesis de pregrado denominado “INFLUENZA DE REEMPLAZO DE AGREGADO NATURAL POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO, SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, PARA EL DISEÑO DE EDIFICACIONES” del año 2019 Indica que en estas investigaciones se estudia la utilización de agregados reciclados, principalmente agregados de concreto reciclado, como reemplazo parcial o adición a los agregados naturales en la fabricación de concreto. Se busca reducir la demanda y los impactos negativos

de la extracción de agregados naturales y disminuir la acumulación de residuos de construcción y demolición. A través de experimentos se determina la resistencia mecánica, porcentaje de reemplazo, permeabilidad, resistencia a compresión y flexión, entre otras propiedades, y se evalúa su relación con el uso de agregados reciclados. Los estudios indican que es viable utilizar agregados reciclados hasta cierto porcentaje de sustitución de agregados naturales y que el concreto elaborado con estos agregados presenta características similares o superiores a las del concreto elaborado con agregados naturales.

## **2.2. Bases teóricas – científicas.**

### **2.2.1. El cemento**

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. El cemento es el material de construcción más utilizado en todo el mundo. El cemento que se usa en la construcción es un polvo fino, obtenido de la calcinación a una temperatura que puede llegar a alcanzar los 1,450 grados centígrados de una mezcla compuesta por piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. El producto del proceso de calcinación se denomina Clinker, que, al ser triturado con yeso, adiciones y aditivos químicos, resulta en cemento apto para la construcción.

### **2.2.2. Agregado**

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto. la

importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto.

#### **2.2.2.1. Agregado Fino**

Se define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200); además de cumplir con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33.

#### **2.2.2.2. Agregado Grueso**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y cumple los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33. El agregado grueso podrá consistir de grava o piedra partida de origen natural o artificial. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial.

#### **2.2.3. Agua**

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto.

Se puede utilizar para fabricar concreto si los cubos de mortero, producidos con ella alcanzan resistencia a los siete días iguales a al menos el 90% de especímenes testigo fabricados con agua potable o destilada.

#### **2.2.4. Aditivos**

Los aditivos para concreto se utilizan con el objeto de modificar las propiedades del concreto o mortero, ya sea en estado fresco, durante el fraguado o en estado endurecido, para hacerlo más adecuado según el trabajo o exigencia dada y para que cumpla los requisitos y especificaciones particulares de cada tipo de estructura.

Los aditivos para concreto son sustancias químicas que se utilizan en pequeñas cantidades para modificar o mejorar las propiedades del concreto. Pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica y se utilizan para facilitar al concreto la colocación para mejorar su resistencia y durabilidad, entre otros beneficios. Los aditivos se pueden agregar a la mezcla de concreto en diferentes etapas del proceso de fabricación, dependiendo del propósito específico para el que se utilizan. Es importante seguir las especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante para asegurar que se utilizan de manera adecuada y para obtener los resultados deseados.

#### **2.2.5. Fibras sintéticas**

Las fibras sintéticas son materiales fibrosos que se utilizan como adición en la fabricación del concreto para mejorar sus propiedades. Las fibras sintéticas se pueden agregar a la mezcla de concreto en pequeñas cantidades para mejorar su resistencia a la flexión y mejorar su durabilidad. Algunos ejemplos de fibras sintéticas utilizadas en la fabricación del concreto incluyen fibras de polipropileno, poliéster y vidrio. Es importante seguir las especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante para asegurar que se utilizan de manera adecuada y para obtener los resultados deseados

## **2.2.6. Propiedades de los materiales**

### **2.2.6.1. Peso específico**

El peso específico es la proporción entre el peso de las partículas y el volumen de las mismas, suponiendo que no existe un vacío entre ellas.

### **2.2.6.2. Peso unitario**

El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m<sup>3</sup>. Aunque puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso; el valor que es empleado en la práctica como parámetro para la dosificación de hormigones, es el peso unitario compactado del agregado grueso.

### **2.2.6.3. Absorción**

Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca.

### **2.2.6.4. Humedad**

Es la cantidad de agua retenida por las partículas del agregado en un tiempo fijo, esta propiedad permite aumentar o disminuir el volumen de agua a emplearse en el diseño de mezcla.



## 2.2.7. Ensayo de laboratorio

### 2.2.7.1. Análisis granulométrico agregado grueso y fino

El objetivo principal de este ensayo, es la determinación, cuantitativa, de la selección por tamaños de partículas tanto para el agregado fino, como para el agregado grueso.

Para una mayor precisión se realizó una aproximación del 0.1% al porcentaje que pasa, el porcentaje de retenido.

El resultado de los porcentajes obtenidos por el tamizado se redondeó al entero próximo.

El módulo de finura del agregado fino se calcula con la suma aritmética de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las mallas empleadas, dividiendo posteriormente la sumatoria entre 100.

Las mallas empleadas en el ensayo son: 150 $\mu$ m(N°100),300 $\mu$ m (N° 50), 600 $\mu$ m (N° 30),1.18 mm (N° 16), 2.36 mm (N° 8), 4.75mm (N° 4), 9.5mm (N° 3/8). Se realizará empleando la siguiente formula:

$$M.F = \sum \%Ret. Acum. \frac{(3/8'', \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100)}{100}$$

La norma ASTM-C33 indica que el agregado fino deberá presentar un módulo de finura que se encuentra entre el intervalo 2.3-3.

Los módulos que se encuentren en el rango 2.2-2.8 indican trabajabilidad y segregación baja del concreto; y aquellos módulos que se encuentran en el rango 2.8-3.1 son los más favorables para el diseño de concretos de alta resistencia.

	Tamiz	Porcentaje que pasa
Tabla 1:	9,5 mm (3/8 pulg)	100
	4,75 mm (No. 4)	95 a 100
	2,36 mm (No. 8)	80 a 100
	1,18 mm (No. 16)	50 a 85
	600 μm (No. 30)	25 a 60
	300 μm (No. 50)	5 a 30
	150 μm (No. 100)	0 a 10
	75 μm (No. 200)	0 a 3,0A, B
	<p>A Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) debe ser máximo 5 %.</p> <p>a agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser 5 % para concreto sujeto a abrasión y máximo 7 % para concreto no sujeto a abrasión</p>	

*granulometría para el agregado fino*

Para el módulo de finura del agregado grueso se realizará el mismo procedimiento, pero entre los tamices: 50 mm (2 pulgadas), 37,5 mm (1 ½ pulgada), 25 mm (1 pulgada), 19 mm (¾ de pulgada), 9,5 mm (3/8 de pulgada), 4,75 mm (N° 4), y agregando la suma de 500, referente al 100% del porcentaje que pasa desde el tamiz N° 8 hasta el tamiz N° 100.

Se realiza el cálculo empleando la siguiente formula:

$$M.F = \sum \%Ret. Acum. \frac{\left(2'', 1\frac{1}{2}'', 1'', \frac{3}{4}'', \frac{3}{8}'', N^{\circ}4\right) + 500}{100}$$

### 2.2.7.2. Gravedad específica y absorción del agregado grueso

Para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, para poder utilizar estos parámetros en cálculos y correcciones de diseños de mezcla. Para poder realizar el ensayo se tomará en cuenta una muestra mínima, la cual se encuentra en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso (T.M.N), obteniendo previamente mediante el análisis granulométrico.

En la tabla 3 se da a conocer los pesos mínimos de muestra para realizar los ensayos correspondientes.

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12.5 (½) o menor	2 (4,4)
19.0 (¾)	3(6,6)
25.0 (1)	4 (8,8)
37.5 (1 ½)	5(11)
50 (2)	8(18)
63 (2 ½)	12(26)
75 (3)	18(40)
90 (3 ½)	25(55)
100 (4)	40(88)
125 (5)	75(165)

**Tabla 2: pesos mínimos para el ensayo de la muestra de agregado grueso**

Para el cálculo de la gravedad específica y el parámetro de absorción se deberán calcular algunos parámetros necesarios para la aplicación de las fórmulas dadas por la N.T.P., estos son los siguientes:

- A= Peso de la muestra seca en el aire. (gr)
- B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire. (gr)
- C= Peso en el agua de la muestra saturada. (gr)

Las fórmulas son:

Peso específico aparente:

$$A / B - C \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Peso específico aparente (Saturado superficialmente seco):

$$B / B - C \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Peso específico nominal:

$$A / A - C \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Absorción del agregado fino:

$$B - A / A * 100(\%)$$

Los resultados de densidad deberán ser expresados con una aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup>, los resultados de gravedad especifican deberán aproximarse al 0.01 más cercano, e indicar si es secado al horno, saturado superficialmente seca o aparente.

En el caso del ensayo de absorción deberá presentarse una aproximación al 0.1%.

### **2.2.7.3. Gravedad específica y absorción del agregado fino**

El objetivo principal de este ensayo es la determinación del peso específico del agregado fino, y el porcentaje de absorción del material, el cual indica la cantidad de agua necesaria para el paso de condición seca a condición saturada superficialmente.

La N.T.P. 400.022. define a la gravedad específica como “la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre una base de volumen absoluto”.

Para el cálculo de la gravedad específica y el parámetro de absorción se deberán calcular algunos parámetros necesarios para la aplicación de las fórmulas dadas por la N.T.P., estos son los siguientes:

A= Masa de la muestra seca al horno (gr)

B= Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)

C= Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr).

S= Masa de la muestra de saturación superficialmente seco (gr)

Las fórmulas a emplear son:

Peso específico (gravedad específica):  $A/B + S - C$  ( $gr/cm^3$ )

Peso específico (saturación superficialmente seca):

$$S/B + S - C$$
 ( $gr/cm^3$ )

Peso relativo aparente (gravedad específica aparente):

$$A/B + A - C$$
 ( $gr/cm^3$ )

Absorción del agregado fino:

$$S - A / A * 100$$
 (%)

Los resultados de densidad deberán ser expresados con una aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup>, los resultados de gravedad específica deberán aproximarse al 0.01 más cercano, e indicar si es secado al horno, saturado superficialmente sea o aparente.

En el caso del ensayo de absorción deberá presentarse una aproximación al 0.1%.

#### **2.2.7.4. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado**

El objetivo principal del ensayo es la obtención del porcentaje de humedad para agregado fino o agregado grueso.

La humedad es la cantidad de agua que se encuentra incorporada en los poros del material a ensayar, se puede determinar mediante la siguiente fórmula propiciada por la N.T.P.

$$P = W - D / D * 100$$
 (%)

Donde:

P= Contenido de humedad evaporable de la muestra. (%)

W= Masa de la muestra humedad(gr)

D= Masa de la muestra seca (gr)

#### **2.2.7.5. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado**

El objetivo principal del ensayo es establecer el peso unitario suelto y/o compactado de la muestra en estudio.

El peso unitario suelto (PUS) es el obtenido mediante la colocación del material seco en un determinado volumen, para posteriormente, ser nivelado con una varilla, este parámetro presenta importancia debido a que al momento del transporte, manejo y almacenamiento el agregado se encuentra en un estado suelto.

El peso unitario compactado (PUC) es aquel obtenido mediante la compactación de los materiales, permitiendo de esta manera la disminución de vacíos y aumentando el grado de acomodamiento entre partículas; este parámetro presenta suma importancia en el diseño de mezclas, debido a que este valor permite obtener el volumen absoluto del agregado grueso mediante el método ACI. Para determinar el PUS y PUC, se empleará la siguiente fórmula proporcionada por la N.T.P:

Peso del agregado (PA):  $PA = PT - PM$  (gr)

Peso unitario del agregado (suelto o compactado):

$$P/AVM \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Donde:

PM= Peso del molde (gr)

PT= Peso del molde más agregado (gr)

VM= Volumen del molde (m<sup>3</sup>)

### **2.2.8. Concreto**

Es una piedra artificial creada por el hombre, y que se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad, en cuanto a las formas que se puede obtener. El concreto es una mezcla de un material aglutinante (cemento), un material clasificado (agregados), agua y eventualmente aditivos y adiciones, que al endurecerse forman un sólido compacto capaz de soportar grandes esfuerzos a la compresión.

#### **2.2.8.1. Propiedades del concreto**

El concreto se puede encontrar en estado fresco, en proceso de fraguado y en estado endurecido, y en estos tres estados presenta características típicas, las cuales determinan su desempeño. La propiedad del concreto a la que con mayor frecuencia se hace referencia es la resistencia a la compresión, debido a que es muy fácil de evaluar y en la mayoría de los casos es suficiente para garantizar un buen comportamiento estructural. Usualmente esta propiedad es utilizada como base de aceptación del concreto en obra, y por esta razón, la correcta ejecución de la toma, curado y ensayo de resistencia a la compresión de las muestras y la adecuada selección del tomador de muestras y del laboratorio de control de calidad, cobran vital importancia dentro del proceso de control de calidad del concreto.

El concreto se elabora con diversos grados de manejabilidad, velocidad de fraguado y con las propiedades adecuadas en estado endurecido como resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad de volumen y apariencia. La clasificación de los diferentes tipos de concreto, usualmente se hace considerando la variación en las propiedades y características del concreto, razón por la cual, es importante conocer cada una de ellas, así como también las medidas de control que se deben efectuar para garantizar su calidad.

#### **2.2.8.2. Concretos Premezclados**

Los concretos premezclados, también son conocidos como concretos predosificados y los podemos definir como aquellos que son diseñados, producidos y comercializados por una empresa productora de concreto, con una garantía de calidad certificada. Las diferencias entre concreto premezclado y la mezcla en obra son bastante significativas, ya que la forma de producción en el concreto premezclado se realiza de una manera industrializada: la dosificación de los materiales se hace por peso, se realizan controles a todos sus componentes y al producto final a un costo razonable.

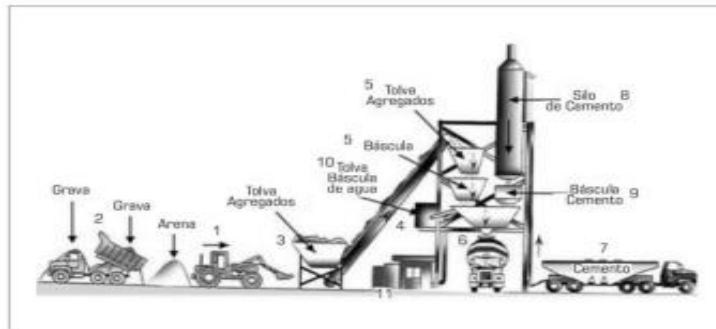
#### **Control de calidad:**

El control de calidad lo podemos definir como el conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto de un contrato y de cierta forma comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos.



Para obtener concretos de excelente calidad, que cumplan con todas las especificaciones, ambas partes, planta de concretos y obra deben asumir ciertas responsabilidades en el control de calidad del concreto.

El control de producción del concreto es responsabilidad de la planta productora de concreto, incluye el transporte del mismo e involucra los siguientes aspectos:



*Ilustración 1: elementos de la producción de concreto.*

- a. Control de materias primas
- b. Control de diseños de mezclas
- c. Control de procesos de producción
- d. Control del producto final

### **2.2.8.3. Diseños de mezcla**

El Diseño de Mezclas de Concreto ha estado enfocado muy a menudo de acuerdo a las “Normas” que debiera cumplir cada elemento del diseño, pero estas Normas están enfocadas a un cierto número de condiciones específicas que muchas veces, van en contra de las nuevas circunstancias que se generan en el desarrollo de la Tecnología del Concreto a nivel mundial.

El diseño de mezclas en una de las partes fundamentales para el presente proyecto, el comité ACI-211 propone un método muy sencillo, empleando tablas propias.

Para poder realizar estos procedimientos es necesario haber realizado todos los ensayos correspondientes a los agregados, fino y grueso.

El procedimiento para el diseño de mezclas en el siguiente:

- a. Se seleccionará una resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ), en base al  $f'_c$  requerido; esto se realiza debido a que es preferible que supere lo deseado, pero siempre manteniendo lo estipulado por el RNE, el cual indica una diferencia máxima de 35 kg/cm<sup>2</sup>. Al no existir historiales de diseño de mezclas a mi disposición, para aplicar el criterio del  $f'_{cr}$ .

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_c+70$
210 a 350	$f'_c+84$
Sobre 350	$f'_c+98$

*Tabla 3: resistencia a la compresión promedio*

- b. Una vez determinado el  $f'_{cr}$ , se procederá a determinación el T.M.N., el cual fue establecido previamente en el ensayo de granulometría.
- c. Este parámetro se empleará más adelante para la determinación del contenido de agua.
- d. Se procederá a la determinación del asentamiento deseado, de acuerdo a recomendaciones de Riva López, nos indica lo siguiente: “El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre 3” y 4”

Tipo de construcción	Asentamientos	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armado	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Tabla 4: Asentamientos máximos y mínimos.*

- e. Se procede a la elección del volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto, este valor se obtiene mediante la tabla 10, la cual se encuentra en función del T.M.N. del agregado grueso, el asentamiento deseado.
- f. Con los datos obtenidos en los puntos anterior ya se procederá a realizar el diseño de mezcla, determinado el factor cemento, el volumen de agua a emplear, el importe de agregados y el volumen de aditivo si es necesario.
- g. Luego de realizar la primera probeta deberá comprobarse si el concreto en estado fresco cumple con el slump establecido en su prediseño, de ser el caso favorable se procederá a esperar los 28 días para determinar el f'c deseado; si el slump no es el deseado se procederá a realizar la corrección por humedad del concreto.

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Cemento

Son materiales obtenidos por la quema de materiales arcillosos y calcita conocidos como Clinker, que resisten la retracción al endurecerse al ser molidos y mezclados con yeso en un horno, también se les pueden agregar puzolanas.

### **2.3.2. Aditivos**

Son compuestos con propiedades organizativas e inorgánicas que facilitan la unión o mezcla de áridos, cemento y agua, conocidos por su capacidad de cambiar la superficie específica de las partículas en la mezcla introduciendo diferentes tipos de iones según la aplicación dar.

### **2.3.3. Agregados:**

Materiales granulares, como arena y grava, que se mezclan con el cemento para formar el concreto. Los agregados proporcionan resistencia y volumen al concreto.

### **2.3.4. Trabajabilidad:**

La capacidad del concreto para ser mezclado, transportado y colocado con facilidad y sin segregación.

### **2.3.5. Fraguado:**

El proceso en el cual el concreto pasa de ser una mezcla plástica a un estado endurecido. El tiempo de fraguado es el período en el cual el concreto sigue siendo manejable antes de volverse rígido.

### **2.3.6. Resistencia del Concreto:**

La capacidad del concreto para soportar cargas y fuerzas sin colapsar. Se mide en unidades de presión, como mega pascales (MPa) o psi.

### **2.3.7. Curado:**

El proceso de mantener la humedad y la temperatura adecuadas en el concreto después de que se ha colocado para asegurar un endurecimiento y una resistencia adecuados.

### **2.3.8. Especímenes:**

Muestra de concreto tomada en forma cilíndrica durante la colocación para realizar pruebas de resistencia en el laboratorio.

### **2.3.9. Relación Agua-Cemento (A/C):**

La proporción de agua en relación con la cantidad de cemento en una mezcla de concreto. Una relación A/C adecuada es crucial para lograr un concreto de alta calidad y durabilidad.

## **2.4. Formulación de hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis general.**

Mejora la influencia de la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023.

### **2.4.2. Hipótesis específicas.**

- a. La propiedad mecánica mejora en la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023.
- b. Existe una dosificación adecuada para la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variables independientes.**

- a. Hiperplastificante
- b. Fibras Sintéticas

### **2.5.2. Variables dependientes.**

- c. Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- d. Material Reciclado de Concreto

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

CUADRO N.º 1 Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
Fabricación de concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas; Pasco 2023						
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
DEPENDIENTES	CONCRETO F'C 280 kg/cm <sup>2</sup>	El concreto con una resistencia a compresión de 280 kg/cm <sup>2</sup> es un tipo de concreto que ha sido diseñado para tener una resistencia mecánica específica a la compresión	las proporciones de mezcla, los métodos de fabricación y los procedimientos de evaluación de la resistencia y otras propiedades. Estos procedimientos deben cumplir con las normas establecidas por la Asociación Americana de Cemento (ACI) o la norma nacional de construcción aplicable.	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	FUENTE:
	MATERIAL RECICLADO DE CONCRETO	El material reciclado de concreto se refiere a los residuos de construcción y demolición (RCD) que han sido procesados y tratados para poder ser reutilizados como agregado en la producción de nuevo concreto. Estos residuos son generalmente fragmentos de concreto existente	material reciclado de concreto es la obtención de agregado grueso a través del proceso de trituración y limpieza de los residuos de concreto obtenidos de proyectos de construcción y demolición, y su utilización como sustituto parcial o total del agregado natural		RESISTENCIA A LA COMPRESION MAYOR A $f'c$ 280kg/cm <sup>2</sup>	ACI
INDEPENDIENTES	ADITIVO HIPERPLASTIFICANTE	ditivo hiperplastificante se refiere al proceso de mejorar las propiedades de flujo y trabajabilidad del concreto mediante la adición de un producto químico específico llamado aditivo hiperplastificante.	las especificaciones técnicas y procedimientos para su uso en la producción de concreto. Esto incluiría información como las proporciones recomendadas de adición, las condiciones de mezclado y curado		TRABAJABILIDAD	CONO DE ABRAHAMNS
	FIBRAS SINTETICAS	Las fibras sintéticas son un tipo de refuerzo para el concreto que se utilizan para mejorar las propiedades mecánicas del material. Estas fibras son fabricadas a partir de materiales sintéticos	son fabricadas de polímeros sintéticos tales como polipropileno, poliéster, vidrio, y acero.	RESISTENCIA A LA FLEXION	PRENSA DE ROTURA	

Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Los trabajos de investigación se clasifican de acuerdo a su naturaleza:

##### **3.1.1. De acuerdo a los propósitos que se persigue:**

El Tipo de Investigación será experimental

##### **3.1.2. De acuerdo a los datos manipulados en el experimento:**

Tenemos el enfoque cuantitativo, manipularemos datos numéricos.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

En una investigación cuantitativa de nivel descriptivo, el objetivo es describir con detalle las características, propiedades o relaciones entre variables.

Se recopilan datos de una muestra representativa y se analizan utilizando métodos estadísticos descriptivos para resumir y presentar la información.

#### **3.3. Métodos de investigación.**

El método de investigación científica es un enfoque sistemático utilizado para obtener conocimiento y comprensión en diversas áreas del conocimiento, de manera ordenada

Este proceso guía la investigación científica y garantiza la objetividad y la validez de los resultados. es un enfoque de investigación que parte de una hipótesis o conjunto de hipótesis, las cuales se someten a prueba mediante la recolección y análisis de datos. Se utilizará para probar o refutar una teoría o aceptar o rechazar una hipótesis. Este método es comúnmente utilizado en investigaciones científicas y estadísticas, y se basa en la relación entre la teoría y la evidencia empírica. Los resultados de las pruebas estadísticas son comparados con los datos recolectados para determinar si los resultados son estadísticamente significativos, es decir, si los resultados obtenidos son tan extremos que es poco probable que hayan ocurrido por casualidad.

Pudiendo dar el uso de pruebas estadísticas como EL METODO DE PEARSON, para probar las hipótesis sobre la influencia del uso del concreto reciclados en las propiedades mecánicas del concreto.

#### **3.4. Diseño de investigación.**

Son las dosificaciones para cada patrón C1 - C2 - C3 – M1 – M2 – M3

#### **3.5. Población y muestra.**

##### **3.5.1. Población.**

La población será 54 muestras cilíndricas de 4” x 8”

##### **3.5.2. Muestra.**

Las muestras serán las mismas de la población son 54 probetas, y serán ensayadas a 7,14,28 días, por tanto, serán de muestreo no aleatorio, realizando los ensayos de acuerdo a los estándares de la ASTM y NTP



### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos.**

Los métodos de recopilación de datos se desarrollarán utilizando formatos preparados o disponibles en laboratorios de concreto que hayan sido validados por expertos que validen la calidad de las pruebas.

#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Los formatos elaborados para la recogida de datos de los diferentes ensayos, desde los más sencillos y complicados que necesitan varios días para la recolección de datos. Así tenemos las normas para la recolección de datos

- ASTM C-172 / NTP 339.036 es un protocolo para tomar muestras de concreto fresco.
- NTP 339.034 son ensayos para medir la resistencia a la compresión del concreto.
- NTP 339.184 son ensayos para medir la temperatura del concreto fresco, para el cual es necesario un termómetro especial.
- NTP 339.035 / ASTM C 143 son ensayos para medir la trabajabilidad de los concretos frescos.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Las técnicas para el procesamiento de datos se realizarán mediante hojas de cálculo, de acuerdo a los procedimientos señalados en los estándares, de acuerdo a los procedimientos.

### **3.8. Tratamiento estadístico.**

Para la contrastación de hipótesis se usará el programa SPSS.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.**

El trabajo de investigación se realizará respetando los códigos de ética de la UNDAC y los códigos éticos de CONCYTEC, se debe respetar la propiedad intelectual y realizar la referencia debida.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

En esta parte se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de las propiedades físicas de los agregados. Así mismo, después de realizar las pruebas en laboratorio, se procedió a calcular los Diseños de Mezcla por el Método de Diseño del Comité 211 del ACI.

Se realizó 6 diseños de mezcla adicionando hiperplastificante y fibras sintéticas. El diseño de mezcla que se hizo fue para una resistencia a la compresión de “ $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”.

Se procedió a elaborar las probetas cilíndricas de diferentes proporciones de hiperplastificante y fibras sintéticas. De este modo, se llevó a curar para proceder con la rotura a los 7, 14 y 28 días, mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

##### **4.2.1. Análisis Granulométrico Del Agregado Global**

De acuerdo con la norma NTP 400.012 Y ASTM C-136, la muestra que se tomó de agregado global fue de 10 kg. En la tabla 25, se muestran los resultados

del análisis granulométrico del agregado fino. Por otro lado, en la figura 43 se muestra el gráfico de la curva granulométrica del agregado fino.

**CUADRO N.º 2 Análisis de Granulometría del agregado global.**

<b>AGREGADO GLOBAL</b>							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00	100.00
1/2"	12.50 mm	37.3	0.37	0.37	99.63	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	980.5	9.81	10.18	89.82	95.00	100.00
# 4	4.75 mm	4204.2	42.07	52.25	47.75	30.00	65.00
# 8	2.36 mm	1907.7	19.09	71.34	28.66	20.00	50.00
# 16	1.18 mm	1155.8	11.56	82.90	17.10	15.00	40.00
# 30	600 µm	654.1	6.54	89.45	10.55	10.00	30.00
# 50	300 µm	455.9	4.56	94.01	5.99	5.00	15.00
# 100	150 µm	379.5	3.80	97.81	2.19	0.00	8.80
Fondo	-	219.0	2.19	100.00	0.00	-	-
<b>Módulo de Fineza</b>							<b>4.98</b>

FUENTE: Elaboración propia

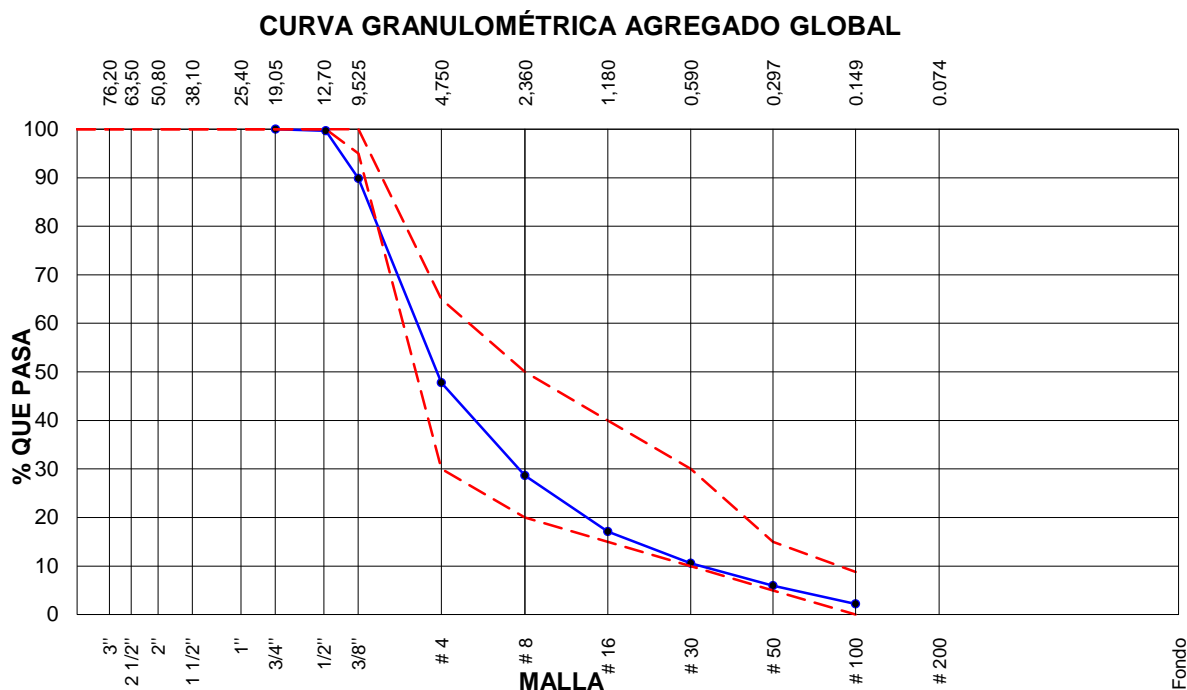


Gráfico N.º 1 Gráfico de la granulometría agregado global

#### 4.2.2. Contenido de Humedad Del Agregado Global

De acuerdo con las normas ASTM C-566 y NTP 339.185, para el ensayo de contenido de humedad del agregado global se utilizó una muestra de 5000g aproximadamente, de acuerdo al tamaño máximo (TM) el cual es 3/8", se muestra los pesos de la muestra seca y húmeda del agregado grueso y su porcentaje de contenido de humedad.

CUADRO N.º 3 Análisis de Contenido de Humedad.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	248.8	---
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	5247.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	5247.4	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>%</b>	<b>0.0</b>	

FUENTE: Elaboración propia

El valor del contenido de humedad del agregado global fue de 0.0%.

#### 4.2.3. Determinación del Peso Unitario del Agregado Global

Los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado global se muestran en las tablas 04 y 05, los cuales cumplen con las normas ASTM C-29 / NTP 400-017.

**CUADRO N.º 4 Análisis de Peso Unitario Suelto**

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de molde (kg)	19.580	19.580	
Volumen de molde (m3)	0.008550	0.008550	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	32.700	33.180	
Peso de muestra suelta (kg)	13.120	13.600	
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)</b>	<b>1534.50</b>	<b>1590.64</b>	<b>1562.57</b>

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N.º 5 Análisis de Peso Unitario Compactado**

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de molde (kg)	19.580	19.580	
Volumen de molde (m3)	0.008550	0.008550	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	34.520	35.140	
Peso de muestra suelta (kg)	14.940	15.560	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)</b>	<b>1747.37</b>	<b>1819.88</b>	<b>1783.63</b>

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.4. Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Global

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado global se muestran en las tablas 06, los cuales cumplen con la norma ASTM C127-15.

**CUADRO N.º 6 Análisis de Peso Específico y absorción**

RESULTADOS	1	2	<b>PROMEDIO</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA	1.724	1.713	<b>1.719</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	1.793	1.779	<b>1.786</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	1.851	1.835	<b>1.843</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	4.0	3.9	<b>3.9</b>

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.5. Proporción de aditivos

Teniendo las características físicas del agregados global y definiendo la resistencia a la compresión requerida  $f'c$  (kg/cm<sup>2</sup>) y el  $f'cr$  dependiendo de los datos estadísticos de producción para poder obtener la relación agua/cemento mediante las tablas, podemos realizar las dosificaciones en porcentajes diferentes del hiperplastificante, estas calculando el porcentaje con respecto al peso específico del aditivo y multiplicado por el factor cemento, los porcentajes utilizados en esta presenta investigación cumplen con las fichas técnicas de los aditivos, así mismo, para las fibras sintéticas se usó el promedio de lo que menciona en su ficha técnica que es 5 kg/m<sup>3</sup>. Las cuales se detallan de la siguiente manera:

- a. Diseño de mezcla C1: Hiperplastificante 70% Fibras Sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>
- b. Diseño de mezcla C2: Hiperplastificante 100% Fibras Sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>
- c. Diseño de mezcla C3: Hiperplastificante 130% Fibras Sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>
- d. Diseño de mezcla M1: Hiperplastificante 70% Fibras Sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>
- e. Diseño de mezcla M2: Hiperplastificante 100% Fibras Sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>
- f. Diseño de mezcla M3: Hiperplastificante 130% Fibras Sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>

#### 4.2.6. Diseño De Mezcla Del Concreto Método Del ACI 211

El concreto con agregado global se realiza a base de diferentes diseños de mezcla, con trabajos de ingeniería y por esta condición están sujetos a cambios constantes en la relación agua-cemento y también en el porcentaje de agregados con el fin de optimizarlo.

Para la elaboración del concreto de agregado global se debe tener en cuenta que este proceso implica el diseño, elaboración, colocación, curado y protección, de los cuales depende si este concreto satisface los requisitos de comportamiento bajo las condiciones particulares de su uso. Esto conlleva a investigar en la elaboración de un concreto reciclado que cumpla con todas las especificaciones mencionadas y que, además, incorporando nuevos materiales como hiperplastificante y fibras sintéticas en diferentes proporciones para así mejorar las propiedades del concreto. Así mismo, observamos los resultados en las tablas, 07, 08, 09, 10, 11 y 12.

**CUADRO N.º 7    Diseño de Mezcla N° C1**

DISEÑO DE MEZCLA N° C1		
CEMENTO	420.4	kg
AGUA EFECTIVA	310.6	lts
AGREGADO	1733.3	kg
ADITIVO	3.3	kg
TOTAL	2467.6	kg

FUENTE: Elaboración propia



**CUADRO N.º 8    Diseño de Mezcla N° C2**

DISEÑO DE MEZCLA N° C2		
CEMENTO	420.4	kg
AGUA EFECTIVA	310.5	lts
AGREGADO	1731.9	kg
ADITIVO	4.7	kg
TOTAL	2467.5	kg

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N.º 9    Diseño de Mezcla N° C3**

DISEÑO DE MEZCLA N° C3		
CEMENTO	420.4	kg
AGUA EFECTIVA	310.5	lts
AGREGADO	1730.5	kg
ADITIVO	6.1	kg
TOTAL	2467.5	kg

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N.º 10    Diseño de Mezcla N° M1**

DISEÑO DE MEZCLA N° M1		
CEMENTO	420.4	kg
AGUA EFECTIVA	310.4	lts
AGREGADO	1728.3	kg
ADITIVO	3.3	kg
FIBRA SINTETICA	5.0	kg
TOTAL	2467.4	kg

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N.º 11    Diseño de Mezcla N° M2**

DISEÑO DE MEZCLA N° M2		
CEMENTO	420.4	kg
AGUA EFECTIVA	310.3	lts
AGREGADO	1726.9	kg
ADITIVO	4.7	kg
FIBRA SINTETICA	5.0	kg
TOTAL	2467.3	kg

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N.º 12    Diseño de Mezcla N° M3**

DISEÑO DE MEZCLA N° M3		
CEMENTO	420.4	kg
AGUA EFECTIVA	310.3	lts
AGREGADO	1725.5	kg
ADITIVO	6.1	kg
FIBRA SINTETICA	5.0	kg
TOTAL	2467.3	kg

FUENTE: Elaboración propia

#### **4.2.7. Método de Prueba Estándar para la Resistencia a Compresión Diseño**

##### **C1**

Este método de prueba se realizó para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas preparadas y curadas de acuerdo con las normas ASTM-C192. Se diseñó un concreto con una resistencia a la compresión  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y con un  $f'_{cr}=364$  kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de las diferentes mezclas se muestran en las tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

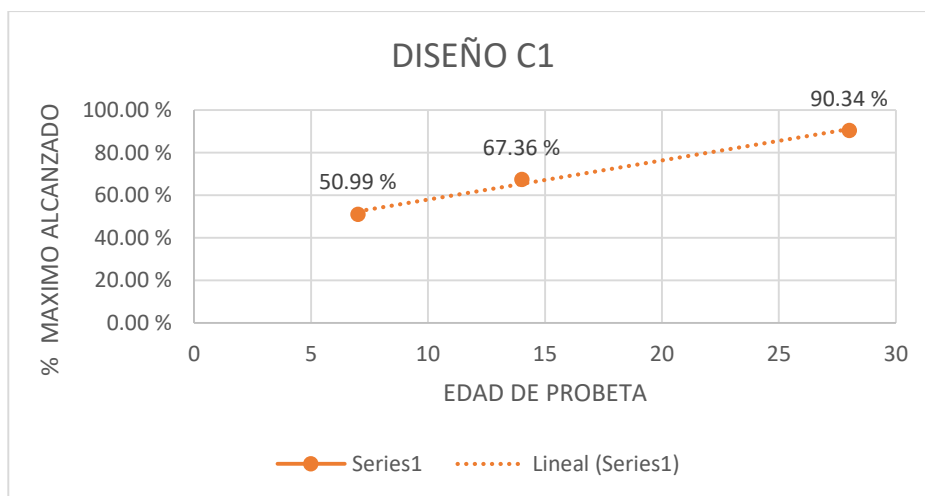
**CUADRO N.º 13 Resistencia a compresión de probetas de concreto – C1**

CODIGO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	FECHA DE ROTURA	RESIST. DISEÑO	KG/CM2	%FC
C1-1	04/02/2023	7	11/02/2023	280	147.02	52.51 %
C1-2	04/02/2023	7	11/02/2023	280	134.99	48.21 %
C1-3	04/02/2023	7	11/02/2023	280	146.31	52.25 %
C1-4	04/02/2023	14	18/02/2023	280	156.08	55.74 %
C1-5	04/02/2023	14	18/02/2023	280	196.12	70.04 %
C1-6	04/02/2023	14	18/02/2023	280	213.65	76.31 %
C1-7	04/02/2023	28	04/03/2023	280	246.25	87.95 %
C1-8	04/02/2023	28	04/03/2023	280	264.36	94.41 %
C1-9	04/02/2023	28	04/03/2023	280	248.28	88.67 %

FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto C1 no alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación inadecuada del aditivo hiperplastificante, el cual en otra dosificación se analizara, llegando un promedio de 142.77kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 188.62kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 252.96kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**Gráfico N.º 2 Resistencia a compresión de probetas de concreto**



FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto C1 no alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación inadecuada del aditivo hiperplastificante, el cual en otra dosificación se analizara, llegando un promedio de 50.99% a los 7 días, 67.36% a los 14 días y 90.34% a los 28 días.

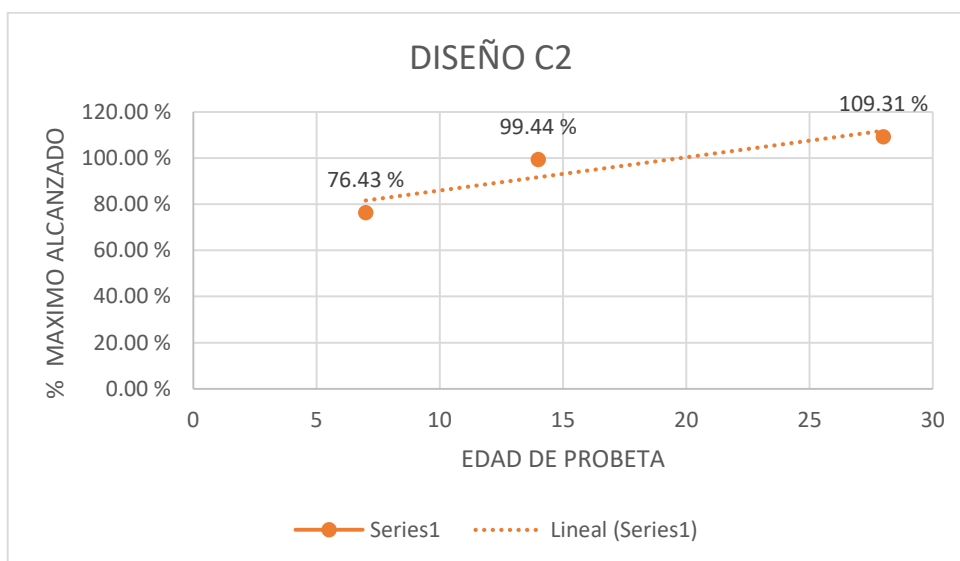
**CUADRO N.º 14 Resistencia a compresión de probetas de concreto – C2**

<b>CODIGO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>RESIST. DISEÑO</b>	<b>KG/CM2</b>	<b>%FC</b>
C2-1	04/02/2023	7	11/02/2023	280	211.99	75.7 %
C2-2	04/02/2023	7	11/02/2023	280	218.05	77.9 %
C2-3	04/02/2023	7	11/02/2023	280	211.97	75.7 %
C2-4	04/02/2023	14	18/02/2023	280	281.02	100.4 %
C2-5	04/02/2023	14	18/02/2023	280	268.88	96.0 %
C2-6	04/02/2023	14	18/02/2023	280	285.42	101.9 %
C2-7	04/02/2023	28	04/03/2023	280	272.52	97.3 %
C2-8	04/02/2023	28	04/03/2023	280	327.86	117.1 %
C2-9	04/02/2023	28	04/03/2023	280	317.82	113.5 %

FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto C2 alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación adecuada del aditivo hiperplastificante, el cual en otra dosificación se analizara las siguientes dosificaciones, llegando un promedio de 214.0kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 278.44kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 306.07kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Gráfico N.º 3 Resistencia a compresión de probetas de concreto



FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto C2 alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación adecuada del aditivo hiperplastificante, el cual en otra dosificación se analizara las siguientes dosificaciones, llegando un promedio de 76.43% a los 7 días, 99.44% a los 14 días y 109.31% a los 28 días.

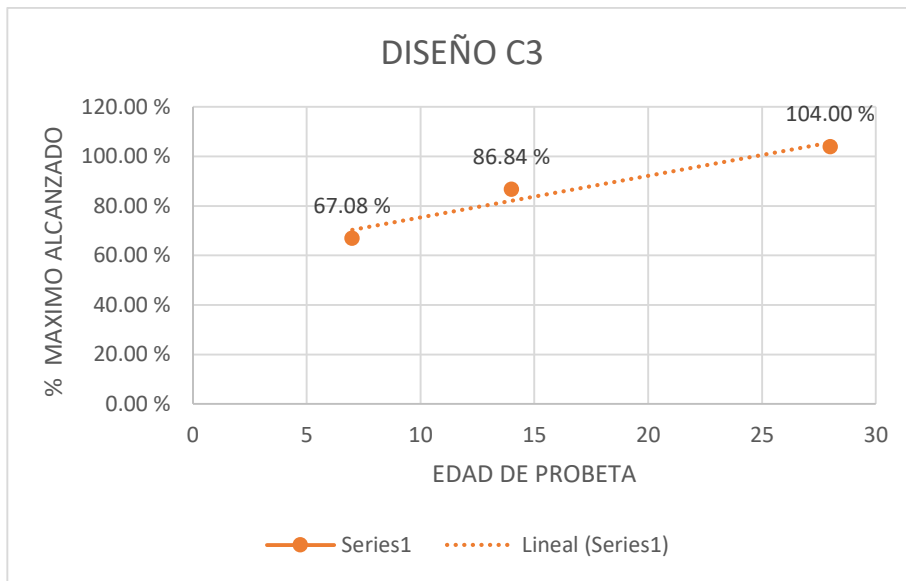
CUADRO N.º 15 Resistencia a compresión de probetas de concreto – C3

CODIGO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	FECHA DE ROTURA	RESIST. DISEÑO	KG/CM2	%FC
C3-1	04/02/2023	7	11/02/2023	280	187.76	67.1 %
C3-2	04/02/2023	7	11/02/2023	280	190.53	68.0 %
C3-3	04/02/2023	7	11/02/2023	280	185.17	66.1 %
C3-4	04/02/2023	14	18/02/2023	280	248.88	88.9 %
C3-5	04/02/2023	14	18/02/2023	280	249.82	89.2 %
C3-6	04/02/2023	14	18/02/2023	280	230.75	82.4 %
C3-7	04/02/2023	28	04/03/2023	280	302.26	107.9 %
C3-8	04/02/2023	28	04/03/2023	280	295.54	105.6 %
C3-9	04/02/2023	28	04/03/2023	280	275.84	98.5 %

FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto C3 alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación adecuada del aditivo hiperplastificante, el cual en otra dosificación se analizara las siguientes dosificaciones, llegando un promedio de 187.82kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 243.15kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 291.21kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Gráfico N.º 4 Resistencia a compresión de probetas de concreto



FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto C3 alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación adecuada del aditivo hiperplastificante, el cual en otra dosificación se analizara las siguientes dosificaciones, llegando un promedio de 67.08% a los 7 días, 86.74% a los 14 días y 104.0% a los 28 días.

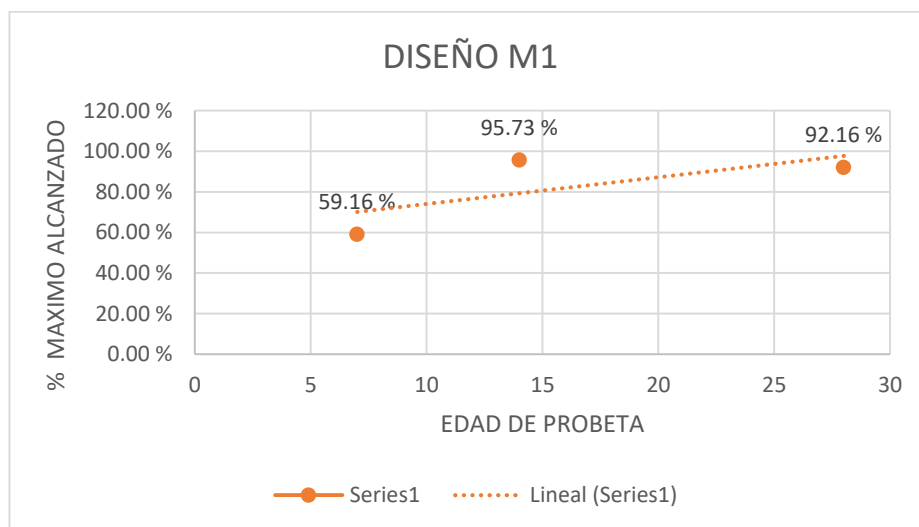
**CUADRO N.º 16 Resistencia a compresión de probetas de concreto -M1**

CODIGO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	FECHA DE ROTURA	RESIST. DISEÑO	KG/CM2	%FC
M1-1	06/02/2023	7	13/02/2023	280	151.16	54.0 %
M1-2	06/02/2023	7	13/02/2023	280	152.84	54.6 %
M1-3	06/02/2023	7	13/02/2023	280	192.97	68.9 %
M1-4	06/02/2023	14	20/02/2023	280	269.23	96.2 %
M1-5	06/02/2023	14	20/02/2023	280	261.23	93.3 %
M1-6	06/02/2023	14	20/02/2023	280	273.64	97.7 %
M1-7	06/02/2023	28	06/03/2023	280	254.41	90.9 %
M1-8	06/02/2023	28	06/03/2023	280	255.73	91.3 %
M1-9	06/02/2023	28	06/03/2023	280	264.01	94.3 %

FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto M1 no alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación inadecuada del aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas, el cual en otra dosificación se analizara, llegando un promedio de 165.66kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 268.04kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 258.05kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**Gráfico N.º 5 Resistencia a compresión de probetas de concreto**



FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto M1 no alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación inadecuada del aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas, el cual en otra dosificación se analizara, llegando un promedio de 59.16% a los 7 días, 95.73% a los 14 días y 92.16% a los 28 días.

**CUADRO N.º 17 Resistencia a compresión de probetas de concreto – M2**

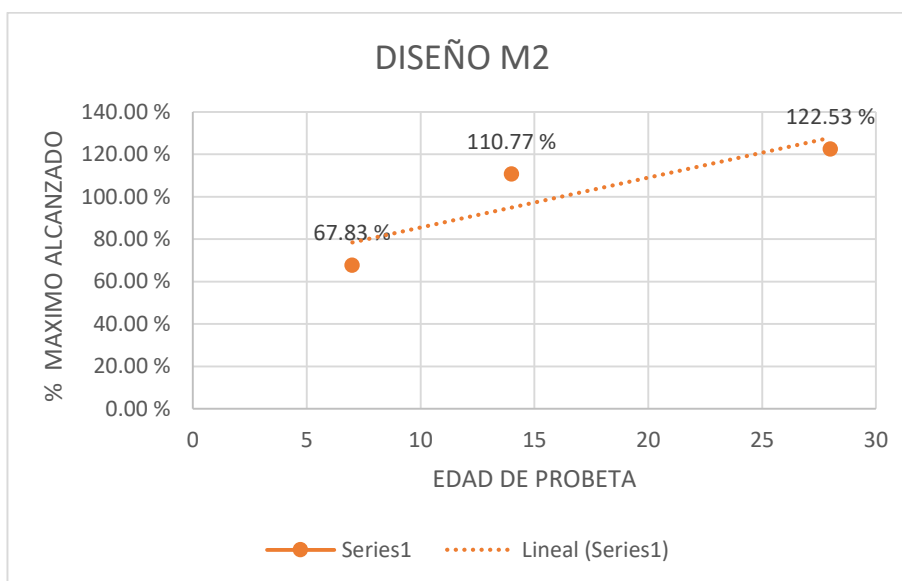
<b>CODIGO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>RESIST. DISEÑO</b>	<b>KG/CM2</b>	<b>%FC</b>
M2-1	06/02/2023	7	13/02/2023	280	196.74	70.3 %
M2-2	06/02/2023	7	13/02/2023	280	177.11	63.3 %
M2-3	06/02/2023	7	13/02/2023	280	195.93	70.0 %
M2-4	06/02/2023	14	20/02/2023	280	341.08	121.8 %
M2-5	06/02/2023	14	20/02/2023	280	299.81	107.1 %
M2-6	06/02/2023	14	20/02/2023	280	289.61	103.4 %
M2-7	06/02/2023	28	06/03/2023	280	355.35	126.9 %
M2-8	06/02/2023	28	06/03/2023	280	332.55	118.8 %
M2-9	06/02/2023	28	06/03/2023	280	341.34	121.9 %

FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto M2 alcanzó la resistencia a la compresión más óptima. Ello se debe a que se usó una dosificación del 100% de aditivo hiperplastificante y 5 kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas, llegando un promedio óptimo de 189.93kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 310.17kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 343.08kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



Gráfico N.º 6 Resistencia a compresión de probetas de concreto



FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto M2 alcanzó la resistencia a la compresión más óptima. Ello se debe a que se usó una dosificación del 100% de aditivo hiperplastificante y 5 kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas, llegando un promedio óptimo de 67.83% a los 7 días, 110.77% a los 14 días y 122.53% a los 28 días.

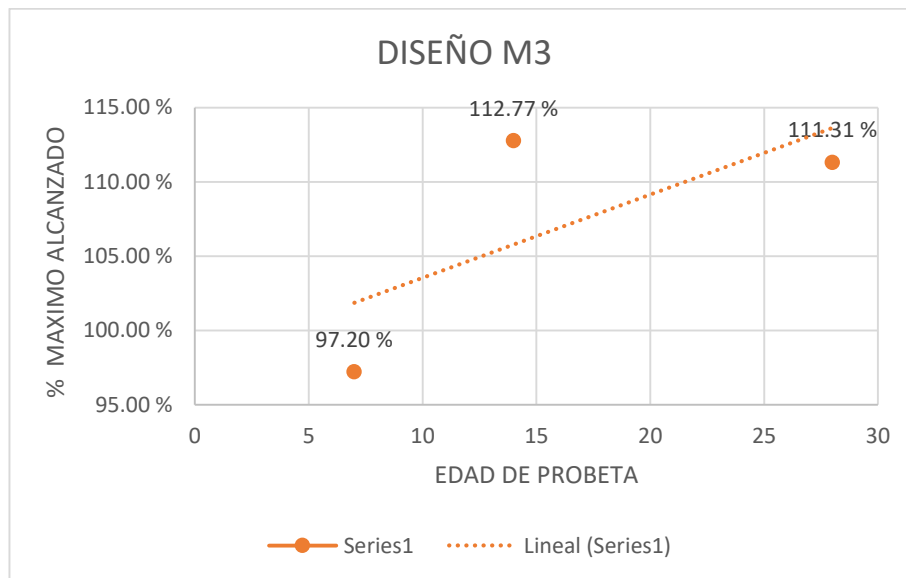
CUADRO N.º 18 Resistencia a compresión de probetas de concreto – M3

CODIGO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	FECHA DE ROTURA	RESIST. DISEÑO	KG/CM2	%FC
M3-1	06/02/2023	7	13/02/2023	280	281.58	100.6 %
M3-2	06/02/2023	7	13/02/2023	280	284.85	101.7 %
M3-3	06/02/2023	7	13/02/2023	280	250.07	89.3 %
M3-4	06/02/2023	14	20/02/2023	280	314.41	112.3 %
M3-5	06/02/2023	14	20/02/2023	280	320.65	114.5 %
M3-6	06/02/2023	14	20/02/2023	280	312.18	111.5 %
M3-7	06/02/2023	28	06/03/2023	280	312.95	111.8 %
M3-8	06/02/2023	28	06/03/2023	280	315.09	112.5 %
M3-9	06/02/2023	28	06/03/2023	280	306.92	109.6 %

FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto M3 alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación adecuada del aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas, llegando un promedio de 272.17kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 315.75kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 311.66kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Gráfico N.º 7 Resistencia a compresión de probetas de concreto



FUENTE: Elaboración propia

Se observó que el diseño de concreto M3 alcanzó la resistencia a la compresión requerida. Ello se debe a que se usó una dosificación adecuada del aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas, llegando un promedio de 97.20% a los 7 días, 112.77% a los 14 días y 111.31% a los 28 días.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

CUADRO N.º 19 Prueba de normalidad

DISEÑO		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION	C1	0,348	3	.	0,833	3	0,196
	C2	0,322	3	.	0,881	3	0,327
	C3	0,290	3	.	0,926	3	0,472
	M1	0,339	3	.	0,851	3	0,243
	M2	0,227	3	.	0,983	3	0,749
	M3	0,287	3	.	0,930	3	0,488

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 19 se realizó la prueba de normalidad, así mismo los datos arrojados demuestran que los resultados del estudio realizado con la incorporación de aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas tienen una distribución normal y por lo tanto tiene una correlación paramétrica, entonces concluimos que para la contratación de la hipótesis se realizara una correlación por el método de Pearson.

CUADRO N.º 20 Resumen estadístico

DISEÑO		Estadístico	Error estándar		
RESISTENCIA A LA COMPRESION	C1	Media	252,9633	5,72839	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	228,3161	
			Límite superior	277,6106	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	248,2800		
		Varianza	98,443		
		Desviación estándar	9,92186		
		Mínimo	246,25		
		Máximo	264,36		
		Rango	18,11		
		Rango Inter cuartil	.		
		Asimetría	1,651	1,225	
		Curtosis	.	.	
	C2	Media	306,0667	17,02189	
Límite inferior		232,8274			

		95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	379,3060	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		317,8200	
		Varianza		869,235	
		Desviación estándar		29,48278	
		Mínimo		272,52	
		Máximo		327,86	
		Rango		55,34	
		Rango Inter cuartil		.	
		Asimetría		-1,509	1,225
		Curtosis		.	.
	C3	Media		291,2133	7,92768
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	257,1033	
			Límite superior	325,3234	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		295,5400	
		Varianza		188,544	
		Desviación estándar		13,73114	
		Mínimo		275,84	
		Máximo		302,26	
		Rango		26,42	
		Rango Inter cuartil		.	
	Asimetría		-1,277	1,225	
	Curtosis		.	.	
	M1	Media		258,0500	3,00426
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	245,1237	
			Límite superior	270,9763	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		255,7300	
		Varianza		27,077	
		Desviación estándar		5,20354	
		Mínimo		254,41	
		Máximo		264,01	
Rango			9,60		
Rango Inter cuartil			.		
Asimetría		1,608	1,225		
Curtosis		.	.		

	M2	Media	343,0800	6,63904	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	314,5145	
			Límite superior	371,6455	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	341,3400		
		Varianza	132,231		
		Desviación estándar	11,49916		
		Mínimo	332,55		
		Máximo	355,35		
		Rango	22,80		
		Rango Inter cuartil	.		
		Asimetría	,665	1,225	
		Curtosis	.	.	
	M3	Media	311,6533	2,44596	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	301,1292	
			Límite superior	322,1775	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	312,9500		
		Varianza	17,948		
		Desviación estándar	4,23654		
		Mínimo	306,92		
		Máximo	315,09		
		Rango	8,17		
		Rango Inter cuartil	.		
Asimetría		-1,248	1,225		
Curtosis		.	.		

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.3.1. Contrastación de Hipótesis

Ho: No mejora la influencia de la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023.

Ha: Mejora la influencia de la fabricación de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con material reciclado de concreto, hiperplastificante y fibras sintéticas, Pasco – 2023.

**CUADRO N.º 21 Correlación de Pearson para contrastación de hipótesis**

		HIPERPLASTIFICANTE	HIPERPLASTIFICANTE Y FIBRAS SINTÉTICAS
HIPERPLASTIFICANTE	Correlación de Pearson	1	0,729*
	Sig. (bilateral)		<b>0,026</b>
	N	9	9
HIPERPLASTIFICANTE Y FIBRAS SINTÉTICAS	Correlación de Pearson	0,729*	1
	Sig. (bilateral)	0,026	
	N	9	9

FUENTE: Elaboración propia

**Conclusión estadística:**

En la tabla 20 podemos observar que la significancia es de 0.026 y verificando que es menor a 0.05, concluimos que se acepta la hipótesis alterna, y se rechaza la hipótesis nula, así mismo, la correlación es de 0.729 y de acuerdo al baremo de la correlación de Pearson se encuentra en una “correlación positiva alta”.

**4.4. Discusión de resultados**

De acuerdo a la investigación de (Contreras Cueva & Peña Villalobos, 2017) menciona que su resultado más óptimo a los 28 días con la adición de fibras sintéticas llego a 147 kg/cm<sup>2</sup>, en nuestro caso con la adición de 100% de hiperplastificante y 5kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas llegamos al óptimo con 343.08 kg/cm<sup>2</sup>.

La investigación de (Estrada Córdova & Baca Camacho, 2022), nos dice que con la incorporación de aditivo químico (CPR) obtuvo un óptimo de la resistencia a compresión de 458.6290 kg/cm<sup>2</sup>, en nuestro caso el óptimo se obtuvo de 343.08 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de 100% de hiperplastificante y 5kg/m<sup>3</sup> de fibras de sintéticas.

De acuerdo a la investigación de (Figueredo & Padilla, 2017) demostró que el concreto sin plástico ha alcanzado a los 28 días el 91% de la resistencia de diseño, obteniendo como resultado un valor promedio de 2728 psi, este resultado está por

encima del mínimo requerido por la norma NSR-10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010), en nuestro caso el diseño M2 alcanzo a los 28 días el 122.53% de la resistencia de diseño, obteniendo como resultado un valor promedio de 343.08 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado está por encima del mínimo requerido.

Según los autores (Egoavil Morales & Jiménez Zubieta, 2021) menciona que el ensayo de resistencia a la compresión con 210 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo 10% y 12% de óxido de calcio obtiene una resistencia de 235 kg/cm<sup>2</sup> y 237 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en nuestro caso la resistencia a la compresión con 280 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo 100% de hiperplastificante y 5 kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas se obtiene una resistencia de 343.08 kg/cm<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

- Se realizaron seis diseños de mezcla mediante el método del ACI, los cuales se distribuyeron de diferentes proporciones de la siguiente manera:
  - Diseño de mezcla C1: Hiperplastificante 70% Fibras Sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>
  - Diseño de mezcla C2: Hiperplastificante 100% Fibras Sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>
  - Diseño de mezcla C3: Hiperplastificante 130% Fibras Sintéticas 0kg/m<sup>3</sup>
  - Diseño de mezcla M1: Hiperplastificante 70% Fibras Sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>
  - Diseño de mezcla M2: Hiperplastificante 100% Fibras Sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>
  - Diseño de mezcla M3: Hiperplastificante 130% Fibras Sintéticas 5kg/m<sup>3</sup>

Por lo tanto, con el fin de obtener un diseño óptimo mediante ensayos de concreto endurecido. Por último, se llegó a analizar mediante el Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural y Reciclado (ASTM C192/C192M), llegando a determinar la influencia con un óptimo de 343.08 kg/cm<sup>2</sup> con una dosificación de 100% de hiperplastificante y 5kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas.

- En la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de hiperplastificante y fibras sintéticas analizados mediante el Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural y Reciclado (ASTM C192/C192M), se pudo observar que los diseños con hiperplastificante (C1, C2 Y C3) obtuvieron los resultados más bajos con respecto a los diseños con la adición de hiperplastificante y fibras sintéticas (M1, M2 Y M3) que estas si presentan resultados más óptimos, pudiendo concluir que la adición de fibras sintéticas mejora en las propiedades mecánicas del concreto.
- La determinación de la dosificación adecuada para la fabricación de concreto  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se analizó mediante el Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural y



Reciclado (ASTM C192/C192M), se pudo observar que el diseño M2 fue con 100% de hiperplastificante y 5 kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas, pudiendo observar que esta dosificación a los 28 días obtuvo la resistencia a compresión con el más óptimo de  $f'_c = 343.08 \text{ kg/cm}^2$  llegando a un 122.53% con respecto a la resistencia de diseño.

## RECOMENDACIONES

- El curado de probeta tiene que ser al día siguiente de la elaboración de diseño a fin de evitar que el calor de hidratación propia del concreto afecte la cantidad de agua propia del diseño y así se merme las propiedades esperadas.
- Que al trabajar con agregado de concreto reciclado como agregado global se debe tener en cuenta que se trabaja con un elemento cuyas propiedades varían dependiendo de qué tipo de muestras se toman y de dónde se producen estos agregados reciclados. Mediante el desarrollo de la tesis, se ha comprendido que es muy importante conocer el elemento de donde proviene el concreto reciclado, ya que eso le permitirá obtener mejores propiedades al convertirse en un agregado global. Por ello, se recomienda que los agregados reciclados se obtengan de elementos estructurales con un alto  $f'c$ , puesto que es directamente proporcional a sus propiedades mecánicas.
- Al trabajar con agregados reciclados se recomienda tener en cuenta dos factores a considerar. El primer factor es que el agregado reciclado es preferible si se trabaja en un estado saturado superficialmente seco (SSS) en el cual la muestra se debe dejar en ese estado 24 horas antes de la realización del diseño para que no interfiera con el agua propia y calculada de la mezcla. El segundo factor, se debe tener en cuenta la cantidad de agua según la norma ACI, ya que estos tipos de agregados tienden a absorber gran cantidad de agua si no son preparados para el correcto desempeño.

## BIBLIOGRAFÍA

Contreras Cueva, K. N., & Peña Villalobos, J. S. (2017). Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Trujillo - Perú.

Egoavil Morales, E. C., & Jiménez Zubieta, J. C. (2021). Óxido de calcio para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural. Universidad Ricardo Palma-Perú.

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4697/T030\\_70121608\\_T%20%20%20EGOAVIL%20MORALES%20EDGARDO%20CARLIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4697/T030_70121608_T%20%20%20EGOAVIL%20MORALES%20EDGARDO%20CARLIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Estrada Córdova, L. F., & Baca Camacho, D. U. (2022). “Efecto de Aditivo Químico en las Resistencias a la Compresiones del Concreto de Polvo Reactivo (CPR)”. Piura - Perú.

Figueredo, J. V., & Padilla, E. P. (2017). Obtención de una mezcla de concreto con residuos plásticos de equipos electrónicos para la fabricación de elementos no estructurales. Universidad de la Costa - Barranquilla.

Al, V. A.-M. (2018). Desempeño Del Concreto Permeable Con Agregados Reciclados. Artículo Científico.

Arias G. (2015). Incluso Los Puentes En Arco Se Deterioran. Conservación Y Mantenimiento.

Canales Cahuana , N., & Racacha Navas, C. (2020). “Diseño De Concreto  $f'c=175$  Kg/Cm<sup>2</sup> Utilizando El Concreto Reciclado Y . Perú.

Clint. (2011). "Pont Neef, Sen, France”.

Jhosep, M. L. (2020). Desempeño De Las Propiedades Físicas – Mecánicas Del Concreto, Utilizando Agregado Reciclado, Lambayeque 2020. Lambayeque.

Lozano Ojeda, F., & Sagastegui Calvan apón, W. (2019). Influencia De Reemplazo De Agregado Natural Por Agregado De Concreto Reciclado, Sobre Las Propiedades Mecánicas Del Concreto, Para El Diseño De Edificaciones. Trujillo.

Ngandu, C. N. (2021). Predicción De Resistencias A La Compresión Para Concreto Con Agregado Fino De. Artículo Científico. 45

Pacco, L. M. (2015). Propiedades Físico Mecánicas Del Concreto Reciclado Para Lima Metropolitana. Lima.

# MasterGlenium 3910

Aditivo hiperplastificante reductor de agua de alto rango para concreto, de nueva generación

## DESCRIPCIÓN

MasterGlenium 3910 es un aditivo hiperplastificante reductor de agua de alto rango basado en la tecnología de policarboxilato.

## USOS RECOMENDADOS

- Concreto lanzado de alta resistencia.
- Concreto autocompactante.
- Aplicaciones donde se demanden altas resistencias iniciales y finales.
- Concreto que requiera una alta fluidez y mayor durabilidad.

## CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Excelente capacidad fluidificante asociada a una excelente mantención de la manejabilidad sin depender de un retardante o estabilizador, por lo que no retarda los tiempos de fraguado.
- Aumenta las resistencias iniciales y finales del concreto cuando se emplea como reductor de agua.
- Mejora la impermeabilidad y durabilidad del concreto al disminuir la porosidad del mismo.
- Permite obtener concreto fluido con baja relación agua/cemento, sin perjuicio de la reología que demanda un concreto bombeable.
- Incrementa la productividad en las operaciones de concreto.
- Mejora el acabado y la textura de la superficie del concreto.
- Facilita las tareas de compactación por vibrado e incluso la elimina para el caso de concreto autocompactante.
- Recomendado para cementos adicionados.
- Contribuye a la ganancia de resistencias iniciales con la finalidad de reducir los tiempos de espera para retomar los avances de excavación en trabajos subterráneos.

## RECOMENDACIONES DE USO

### Modo de uso:

Es recomendable añadir MasterGlenium 3910 con la última parte del agua de amasado para agilizar la dispersión, aunque puede adicionarse juntamente con el agua de amasado o incluso directamente al mixer (en este caso precisará un tiempo mínimo de mezclado). Cuando sea necesario recomendamos el uso de Master-Sol R 800.

Evitar añadir el aditivo al agregado seco o árido. Se recomienda en cada caso realizar los ensayos oportunos para determinar la dosificación óptima.

### Dosificación:

El rango de dosificación recomendado para el MasterGlenium 3910 es de 700 ml a 1300 ml por 100 kg de cemento. Estas dosificaciones pueden ampliarse o reducirse en función de las necesidades de fluidificación, reducción de agua y resistencias iniciales y finales deseadas.

## CONSIDERACIONES

### Temperatura:

Si el MasterGlenium 3910 se congela, llévese a una temperatura de +20 °C o más para descongelar y reconstituya por agitación mecánica.

## DATOS TECNICOS

Aspecto:	Líquido
Color:	Marrón
Densidad:	1,11 g/cm <sup>3</sup>
pH:	Min 4.0

## ALMACENAMIENTO

Almacenar en lugar fresco y seco, bajo sombra, con temperaturas superiores a +5 °C. En estas condiciones MasterGlenium 3910 puede almacenarse hasta 12 meses.

# MasterGlenium 3910

---

**Aditivo hiperplastificante reductor de agua de alto rango para concreto, de nueva generación**

## PRESENTACIÓN

MasterGlenium 3910 se suministra en tambores de 208 L, tanques de 1000 L y a granel.

## SEGURIDAD

Lea, entienda y siga la información contenida en la Hoja Datos de Seguridad (SDS) y de la etiqueta del producto antes de usar. La SDS puede obtenerse solicitando a su representante de ventas de Master® Builders Solutions.

# BarChip R50

## Para hormigón ecológico

BarChip R50 es una fibra sintética estructural de alto rendimiento para refuerzo del concreto, ecológica y optimizada para diversas aplicaciones.

Hecho con materiales reciclables, BarChip R50 ofrece un enorme ahorro de carbono para sus trabajos de hormigón sin la necesidad de sacrificar su rendimiento.

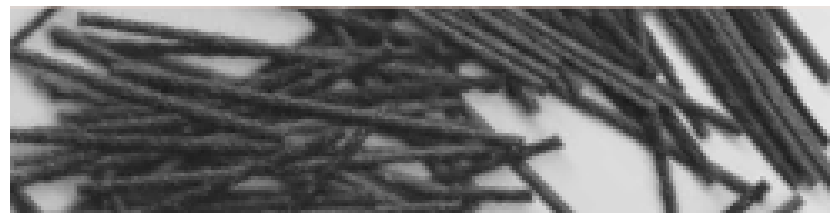
¿Cuánta cantidad de carbono podría ahorrar?

### Beneficios

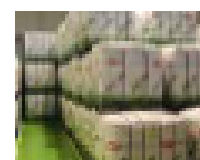
- Diseño integral y soporte técnico
- Redistribuye la carga - mayor ductilidad/ tenacidad
- Elimina la corrosión - durabilidad a largo plazo
- Elimina la instalación de mallas de acero
- Reducción en un 85% de los niveles de emisión de carbono en comparación con el acero
- Más seguro y liviano de manejar que el acero
- Reducción del desgaste en bombas y mangueras para hormigón
- Reducción de tiempos de ciclo y de cierras por mantenimiento
- La fibra BarChip está estabilizada a los rayos UV para resistir el deterioro solar
- Empaque a prueba de intemperie sobre múltiples palets UPVC.

Características del producto (vea la FDS para más detalles)

Característica	BarChip R50	Estándar
Clase de Fibra II	Para uso estructural en hormigón, argamasa y lechada de cemento	EN 14889 - 2
Resistencia a la tensión	610 MPa	BSI 1013/ISO 2062
Módulo de Young	10 GPa	BSI 1013/ISO 2062
Longitud	48 mm	
Anclaje	Relieve continuo	
Material de base	Polipropileno	
Resistencia alcalina	Excelente	
Certificado CE		0120 - GB10/79678
Certificado ISO 9001:2015		0044943



Empaquetado en bolsas de papel y bolsas grandes para dosificación automatizada. Apilado de forma segura sobre 3 palets reciclables de UPVC.



### Dosificación

BarChip R50 tiene un rango típico de dosificación de 4 kg a 6 kg por metro cúbico. El rango de dosificación debe ser determinado en función de los requisitos de funcionamiento. Los rangos típicos de dosificación pueden reducir la medida del slump.

### Mezclado

BarChip R50 se añade junto a su respectiva bolsa a la mezcladora con agua de mezcla inicial. Adicione materiales secos y mezcle a alta velocidad para las revoluciones requeridas. Se pueden aplicar técnicas alternativas de mezclado.

Realice la optimización de la mezcla junto a los especialistas de BarChip para garantizar que obtenga un rendimiento óptimo de su mezcla de shotcrete. Para más información, vea la guía de dosificación y mezclado de BarChip.

### Bombeo

BarChip R50 puede ser bombeado fácilmente a través de mangueras de goma de 50 mm. Se deben tomar precauciones para asegurar que las fibras pasen libremente a través de la rejilla del equipo.

### Manipulación y almacenamiento

BarChip R50 es empaquetado en bolsas de papel de 3 kg (432 kg por palet) y entregado en palets de plástico durable y reciclable, con una capucha de lluvia equipada para permitir su almacenamiento en el exterior. Las bolsas almacenadas individualmente deben ser protegidas contra daños causados por agua. Para dosificaciones automatizadas, BarChip R50 también es empaquetado en discos.

Para más información contacte a su representante BarChip más cercano.

### Conformity

Cumple con la ASTM C 1116 - Tipo III  
Cumple con EN 14889 - 2

**BarChip Inc.**

The Synthetic Fibre Experts

[www.barchip.com](http://www.barchip.com)



Vista ampliada de la fibra BarChip R50

### BarChip R50 reduce sus niveles de emisión de carbono

#### Estudio de caso de carbono – Revestimiento de hormigón proyectado permanente

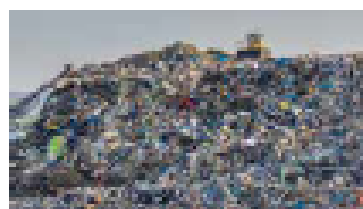
Las investigaciones han demostrado que no se puede esperar que el SFRS (Shotcrete Reforzado con Fibras de Acero) alcance una vida útil de 120 años si está expuesto a entornos agresivos (Nordström 2016). Para lograr esta vida útil, es necesario llevar a cabo trabajos significantes de rehabilitación, lo que aumentaría en gran medida el nivel de las emisiones de carbono del proyecto. BarChip ha analizado estos niveles para un túnel nominal de 8.5 m de ancho por 6.5 m de alto y 30 km.

Fibra de acero kg CO <sub>2</sub> e	Rehabilitación de hormigón 2 x 25% (kg CO <sub>2</sub> e)*	Rehabilitación de acero 2 x 25% (kg CO <sub>2</sub> e)*	CO <sub>2</sub> total en 120 años (kg CO <sub>2</sub> e)
6,973,670	22,422,881	3,486,834	32,883,385

BarChip R50 kg CO <sub>2</sub> e	Rehabilitación de hormigón	Rehabilitación de acero	Total de BarChip R50 (kg CO <sub>2</sub> e)	Ahorro total de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> e)
1,131,218	Not Required	Not Required	1,131,218	31,752,167

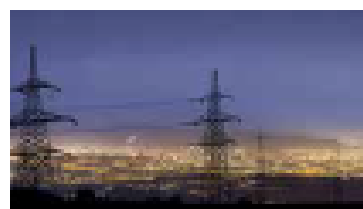
\*Investigación realizada por Nordström (2016), E., 2016. "Evaluación después de 37 años de desgaste de shotcrete reforzado con fibra de acero agrietado". Rock Engineering Research Foundation, Reporte de BaPo 153 Estocolmo, ISSN 1104-1773 (en sueco).

Podría darse un potencial de ahorro de carbono emitido de 31,752,167 kg para 30 km de obras de túneles, simplemente al utilizar el refuerzo de fibra sintética BarChip. Esto es equivalente a:



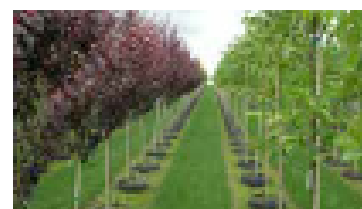
10,077

Toneladas de desecho reciclados en lugar de ir a un vertedero de residuos.



3,363

Hogares que usen electricidad por un año.



822,894

Semillas de árboles plantadas durante 10 años.



¿Cuánto carbono ahorraría al elegir el refuerzo de fibra sintética BarChip R50?

BarChip Inc.  
info@barchip.com

N. America: +1 704 843 8401

Australia: +61 1300 131 158

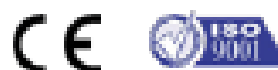
EMEA: +353 (0) 1 469 3197

Asia: +63 6835 7716

S. America: +56 2 2703 1563

Brazil: +55 19 2121 3417

Los distribuidores se encuentran ubicados en otras regiones. Para detalles de contacto, visita [www.barchip.com](http://www.barchip.com).





## PANEL FOTOGRAFICO



Imagen N°1: descargando los especímenes de concreto reciclado



Imagen N°2: transportando al laboratorio especímenes de concreto reciclado al laboratorio



Imagen N° 3: especímenes de concreto reciclado listos para ser triturados



Imagen N° 4: triturando los especímenes de concreto reciclado.



Imagen N° 5: especímenes de concreto reciclado triturados listos para ser transportado a la



Imagen N° 6: transportando los especímenes de concreto reciclado triturados



Imagen N° 7: especímenes de concreto reciclado triturados ingresando a la chancadora de



Imagen N° 8: observando el proceso de trituración de los especímenes de concreto



Imagen N° 9: observando el proceso de trituración de los especímenes de concreto reciclado en la chancadora de

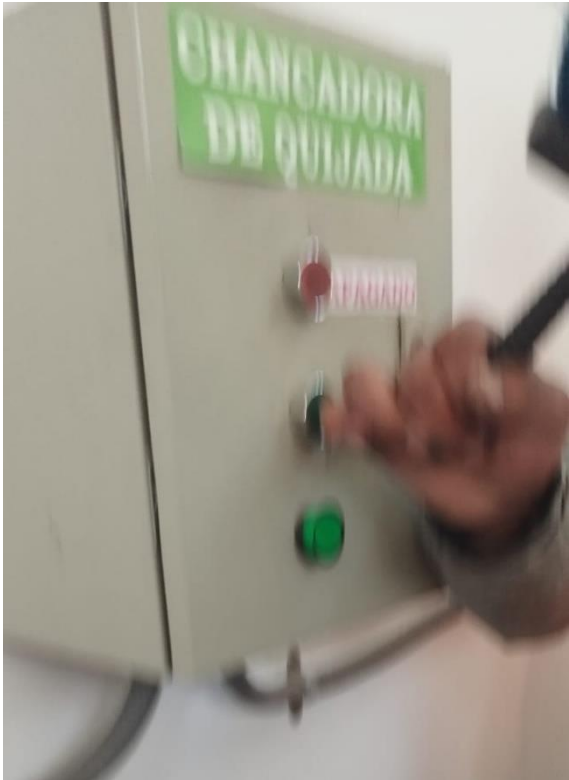


Imagen N° 10: encendiendo la chancadora de quijada regulada a 3/4 "

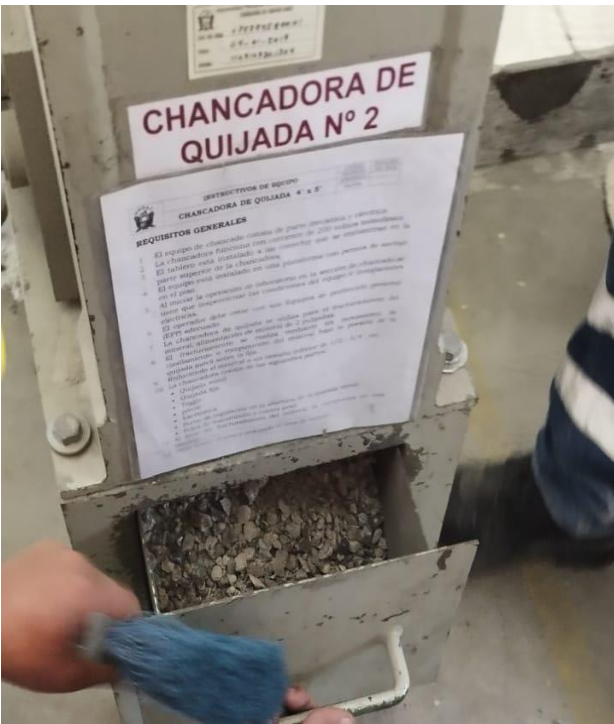


Imagen N° 11: obtención de nuestro agregado reciclado



Imagen N° 12: llenando al costal nuestro material obtenido



Imagen N° 13: obtención de nuestro agregado reciclado



Imagen N° 14: tamices para el ensayo de granulometría



Imagen N° 15: pesando la muestra para el ensayo de granulometría



Imagen N° 16: tamizando la muestra para el ensayo de granulometría



Imagen N° 17: pesando las gradaciones de la muestra para el



Imagen N° 18: pesamos la muestra para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 19: cubrimos la muestra para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 20: decantamos la muestra para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 21: La muestra después de la decantación para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 22: la muestra en SSS para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 23: sumergir la canastilla metálica en un recipiente lleno de agua para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 24: adicionamos la muestra en sss dentro de la canastilla y registramos el peso para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 25: la muestra llevamos al recipiente para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 26: rotulamos el recipiente para el ensayo de peso específico y absorción



Imagen N° 27: pesamos el recipiente para el ensayo del peso unitario



Imagen N° 28: pesamos la primera muestra para el ensayo del peso unitario suelto



Imagen N° 29: pesamos la segunda muestra para el ensayo del peso unitario



Imagen N° 30: pesamos la primera muestra para el ensayo del peso unitario



Imagen N° 31: pesamos la segunda muestra para el ensayo del peso unitario



Imagen N° 32: pesamos los materiales para realizar la tanda





Imagen N° 33: medimos la cantidad de aditivo para realizar la tanda



Imagen N° 34: vertimos primer el agua para realizar la tanda



Imagen N° 35: vertimos todos los materiales y finalmente el agua para el correcto amasado de la mezcla de



Imagen N° 36: después de todo la mezcla de concreto encontramos la mezcla con una consistencia plástica



Imagen N° 37: ya obtenida la mezcla realizamos los especímenes de concreto 4" x 6"



Imagen N° 38: ya obtenida la mezcla realizamos los especímenes de concreto 4" x 6"



Imagen N° 39: realizamos los especímenes de concreto 4" x 6" para este tamaño con 2 capas con 15 chuseadas



Imagen N° 40: realizamos los especímenes de concreto 4" x 6" finalmente texturizamos la probeta



Imagen N° 41: echamos más desmoldante a los probetas para realizar nuestro de ensayo de elaboración de



Imagen N° 42: despues de realizar todos los especímenes requeridos