

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Evaluación de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.**

---

**Línea de investigación:**

Ingeniería de la construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería estructural

**Sub línea de investigación:**

Estructuras y materiales

Autores:

Flores Contreras, Luis Leopoldo

Quispe Meza, Jhon Antoni

Jurado evaluador:

Presidente : Durand Orellana, Rocío del Pilar

Secretario : Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

Vocal : Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Asesor:

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

Trujillo–Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024 / 05 / 31



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Evaluación de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.**

---

**Línea de investigación:**

Ingeniería de la construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería estructural

**Sub línea de investigación:**

Estructuras y materiales

Autores:

Flores Contreras, Luis Leopoldo

Quispe Meza, Jhon Antoni

Jurado evaluador:

Presidente : Durand Orellana, Rocío del Pilar

Secretario : Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

Vocal : Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Asesor:

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

Trujillo–Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024 / 05 / 31

Evaluación de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 2%

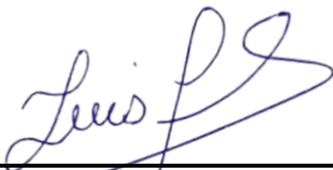
*Handwritten signature*  
CIP 22691  
LUCIO MERINA CALBANO

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Lucio Sigifredo Medina Carbajal**, docente del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Evaluación de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote-Trujillo”**, de los bachilleres **Flores Contreras, Luis Leopoldo** y **Quispe Meza, Jhon Antoni**; dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación del **2%**. Así consigna el reporte de similitud emitido por el software el día 27 de mayo del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **“Evaluación de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo”**, y ni se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la universidad.

Trujillo, 28 de mayo del 2024



Br. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo

DNI: 71908760



Br. QUISPE MEZA, Jhon Antoni

DNI: 76272197



Ms. Lucio Sigifredo Medina Carbajal

Docente asesor

DNI: 40534510

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

## DEDICATORIA

A mi padre y amigo, Luis Flores, quien día a día me enseña que nada es imposible si uno se desempeña con esfuerzo y trabajo; a mi madre, Sandra Contreras, la mujer valiente, abnegada y dedicada a quien admiraré eternamente por su cariño y amor desmedido. Gracias por inculcarme valores y enseñarme que los grandes logros se obtienen con dedicación, humildad y esfuerzo.

A mi hermana Diana y a mi sobrina Camillé, quienes son el significado de resiliencia y perseverancia, de quienes aprendí que el éxito de la vida no está en vencer siempre, sino en no darse por vencido nunca. Gracias por alentarme en mis aciertos y no desfallecer ante mis errores.

A mis abuelos, Carlos Flores y Esperanza Berrios, seres de nobleza sin igual que hicieron de mí una persona grata y con valores; del mismo modo a mi abuela Marina Llatas, ejemplo de mujer, sé que desde donde estés, estás orgullosa de mí, agradecido contigo toda mi vida, un abrazo al cielo “Ninita”, gracias por acompañarme siempre y nunca desampararme.

A mis tíos César, Marieta, Purísima, Juan C., Hermes, Lucha, Juan F., Yanina, y Erly; por el apoyo y aliento que me mostraron siempre. A mis primos por su compañía y comprensión durante mi proceso universitario, gracias por estar en las buenas y sobre todo en las malas.

**Br. Flores Contreras, Luis Leopoldo**

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi madre Never Zaida Meza Caballero, quien estuvo conmigo en cada momento durante este largo camino, brindándome su apoyo y cariño incondicional, por todos aquellos consejos, por estar presente en mis tropiezos y momentos en los cuales quería rendirme, brindándome esas fuerzas y motivación necesaria para lograr cumplir esta meta.

A mis tíos Roger Cesar Meza Caballero, Analicia Meza Caballero y Berina Meza caballero, quienes estuvieron siempre ahí brindándome sus consejos, apoyo y cariño.

**Br. Quispe Meza, Jhon Antoni**

## **AGRADECIMIENTO**

Al creador del universo, quien tiene el poder de hacer y deshacer, Dios; gracias por brindarme salud y bienestar para seguir cumpliendo mis objetivos.

Profundo agradecimiento a mis padres, quienes bajo su labor docente se desviven y luchan por mi porvenir, ellos que junto a mi hermana y sobrina han sido mi mayor motivación y orgullo durante estos años de arduo estudio y sacrificio, este logro es suyo.

A mi familia tanto paterna, como materna por el apoyo incondicional y desinteresado ante todas las circunstancias que se presentaron durante esta etapa de mi vida.

A nuestro asesor, Ingeniero Lucio Medina, por el apoyo para la realización de este trabajo, del mismo modo a nuestra universidad y docentes que fueron parte de mi formación.

### **Br. Flores Contreras, Luis Leopoldo**

En primer lugar, quiero empezar dando las gracias a Dios, por haberme dado la fortaleza, haber sido mi guía en esta etapa importante en mi vida y por haberme mantenido bien de salud.

A mi madre y demás familiares, quienes estuvieron presentes y fueron parte de este largo viaje, brindándome su apoyo y cariño incondicional en todo momento.

A nuestro asesor Lucio Medina Carbajal, un docente extraordinario quien fue parte del proceso en el desarrollo de esta presente investigación, siendo guía en el trayecto brindándonos su enseñanza adquirida por su amplia experiencia en la rama de la ingeniería.

Finalmente agradecer a la universidad y a cada uno de los docentes quienes impartieron su conocimiento en nuestra etapa de pregrado, brindándonos las mejores enseñanzas.

**Br. Quispe Meza, Jhon Antoni**

## RESUMEN

Perú es un país donde se subestima la gestión de residuos sólidos; pocas regiones ofrecen una gestión adecuada de los residuos cascote. Esto es evidente en la Región La Libertad, donde se evidencia la deficiente recolección, manejo y tratamiento de los residuos sólidos. El paisaje urbano refleja a menudo una presencia importante de residuos de construcción, especialmente en sus alrededores, lo que pone de relieve la urgente necesidad de intervención.

Es por ello que esta investigación se centra en evaluar un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote en la ciudad Trujillo, empleando una metodología experimental. En el desarrollo se ejecutaron ensayos de las propiedades físicas de los agregados (Granulometría, humedad, peso unitario y peso específico), así como el ensayo de Abrasión los Ángeles para evaluar el desgaste de los agregados naturales y cascote como propiedad mecánica, con respecto al concreto se realizaron ensayos en su estado fresco (peso unitario, temperatura y slump) y el ensayo a la compresión de acuerdo a lo estipulado por las diferentes Normas Técnicas Peruanas.

En cuanto a los resultados, se pudo denotar que para una sustitución del 15% la resistencia obtenida a los 28 días fue de  $248.81 \text{ kg/cm}^2$ , para 30% fue de  $246.83 \text{ kg/cm}^2$  y de 45% fue de  $243.68 \text{ kg/cm}^2$ ; que fueron inferiores en 2.30%, 3.10% y 4.34% a la resistencia obtenida con el concreto patrón ( $254.68 \text{ kg/cm}^2$ ).

Se determina que el cascote es una alternativa viable como sustituto del agregado grueso cuando se utiliza un aditivo superplastificante, ya que las propiedades mecánicas se mantienen estables en todas las sustituciones realizadas, aunque la resistencia disminuye gradualmente a medida que aumenta el porcentaje de sustitución.

**Palabras clave:** Cascote, reutilización, trituración, tamizado, ensayos de compresión, resistencia.

## ABSTRACT

Peru is a country where solid waste management is underestimated; few regions provide adequate management of solid waste. This is evident in the La Libertad Region, where deficient collection, handling, and treatment of solid waste are easily noticeable. The cityscape often reflects a significant presence of construction waste, particularly in its outskirts, highlighting the pressing need for intervention.

Therefore, this research focuses on evaluating a concrete with  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> using a superplasticizer additive, replacing 15%, 30%, and 45% of coarse aggregate with construction debris in the city of Trujillo, employing an experimental methodology. The study involved testing the physical properties of the aggregates (gradation, moisture content, unit weight, and specific gravity) as well as the Los Angeles Abrasion test to assess the wear of natural aggregates and construction debris as a mechanical property. Additionally, tests were conducted on fresh concrete (unit weight, temperature, and slump) and the compression test according to the specifications of various Peruvian Technical Standards (NTP).

The results showed that for a 15% replacement, the 28-day strength was 248.81 kg/cm<sup>2</sup>, for 30% it was 246.83 kg/cm<sup>2</sup>, and for 45% it was 243.68 kg/cm<sup>2</sup>, which were 2.30%, 3.10%, and 4.34% lower than the strength obtained with the standard concrete (254.68 kg/cm<sup>2</sup>).

It is concluded that construction debris is a viable alternative as a substitute for coarse aggregate when using a superplasticizer additive, as the mechanical properties remain stable for all substitutions performed, although the strength gradually decreases as the percentage of substitution increases.

**Keywords:** Cascote, reuse, crushing, sieving, compression tests, resistance.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con las disposiciones establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, es un honor presentar la siguiente investigación bajo el título **“Evaluación de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo”**, con el fin de cumplir con los requisitos necesarios para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil.

La presente investigación busca abordar un problema relevante y urgente en el contexto de la construcción en Trujillo y, por extensión, en el Perú. La reutilización de materiales reciclados como el cascote en la producción de concreto no solo tiene el potencial de reducir la cantidad de residuos generados, sino también de mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos en la industria de la construcción. Los resultados de este estudio pueden ser de interés tanto para la comunidad académica como para los actores involucrados en la planificación y ejecución de proyectos de construcción en la región y más allá. Además, persigue promover la cultura científica entre la comunidad estudiantil, pues de esta participación se derivan las perspectivas futuras de las naciones.

Con base en lo expuesto, distinguidos miembros del jurado, presentamos este informe de tesis para su minuciosa revisión y evaluación, expresando nuestro más sincero agradecimiento por su amable atención.

Atentamente,

**Bach. Luis Leopoldo Flores Contreras**

**Bach. Jhon Antoni Quispe Meza**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación de estudio.....	3
1.3.1. Justificación académica.....	3
1.3.2. Justificación Práctica.....	3
1.3.3. Justificación Social.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA.....	4
2.1. Antecedentes de Estudio.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.3. Antecedentes Locales.....	6
2.2. Marco teórico.....	7
2.2.1. Cascote.....	7
2.2.2. Agregado grueso natural.....	10
2.2.3. Efecto de las propiedades físico - mecánicas del agregado grueso natural	11
2.2.4. Concreto.....	12
2.2.5. Componentes del concreto.....	12
2.2.6. Aditivo superplastificante para el concreto.....	14
2.2.7. Propiedades del concreto.....	15
2.2.8. Agregados provenientes de desechos en el sector construcción.....	16
2.2.9. Componentes para el manejo de residuos provenientes de la actividad construcción de acuerdo a la (NTP 400.050).....	17
2.2.10. Clasificación de los agregados reciclados.....	21

2.2.11. Proyectos importantes de ingeniería que dieron pase al empleo de agregado reciclado alrededor del mundo.....	21
2.2.12. Beneficios obtenidos al emplear materiales reciclados provenientes de la actividad construcción.....	24
2.2.13. Diseño de mezcla del concreto patrón por el método de combinación de agregados.....	24
2.3. Marco Conceptual.....	31
2.3.1. Cascote.....	31
2.3.2. Resistencia a la compresión.....	31
2.3.3. Peso unitario.....	31
2.3.4. Asentamiento.....	31
2.3.5. Agregado.....	32
2.3.6. Agregado Reciclado.....	32
2.3.7. Granulometría.....	32
2.3.8. Tamaño Máximo nominal.....	32
2.3.9. Aditivo.....	32
2.3.10. Plastificante.....	33
2.3.11. Superplastificante.....	33
2.3.12. Masa cementante.....	33
2.3.13. Alcalinidad.....	33
2.3.14. Relación agua cemento.....	33
2.3.15. Fisuras.....	34
2.3.16. Probetas.....	34
2.3.17. Curado.....	34
2.3.18. RCD.....	34
2.3.19. Fraguado.....	34
2.3.20. Fluidéz.....	35
2.3.21. Abrasión los ángeles.....	35

2.3.22. Desgaste de los agregados .....	35
2.4. Sistema de Hipótesis.....	36
2.4.1. Variables.....	36
2.4.2. Operacionalización de Variables .....	36
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	40
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	40
3.1.1. De acuerdo a la orientación o finalidad.....	40
3.1.2. Nivel de investigación .....	40
3.2. Población y muestra de estudio .....	40
3.2.1. Población.....	40
3.2.2. Muestra.....	40
3.3. Diseño de Investigación .....	41
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación .....	41
3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	41
3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos .....	41
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	42
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	44
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	44
4.1.1. Procedimiento para la obtención del cascote .....	44
4.1.2. Ensayo de agregados.....	45
4.1.3. Diseño de Mezcla del concreto patrón.....	58
4.1.4. Diseño de Mezcla del concreto patrón más aditivo.....	64
4.1.5. Diseño de Mezcla del concreto patrón agregado grueso cascote en 15% y aditivo superplastificante.....	72
4.1.6. Diseño de Mezcla del concreto patrón agregado grueso cascote en 30% y aditivo superplastificante.....	81
4.1.7. Diseño de Mezcla del concreto patrón agregado grueso cascote en 45% y aditivo superplastificante.....	90

4.1.8. Ensayos del concreto en estado fresco .....	99
4.1.9. Ensayos del concreto en estado endurecido .....	107
4.1.10. Gráficos comparativos .....	117
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	118
CONCLUSIONES.....	122
RECOMENDACIONES .....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	125
ANEXOS .....	129

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088 .....	13
<b>Tabla 2</b> Asentamiento con respecto a la reducción de agua por empleo del aditivo .....	15
<b>Tabla 3</b> Opciones de manejo de los residuos provenientes de acuerdo a la actividad construcción .....	18
<b>Tabla 4</b> Opciones de aprovechamiento de los residuos de la actividad construcción .....	19
<b>Tabla 5</b> Valores de slump recomendados de acuerdo a la consistencia .....	25
<b>Tabla 6</b> Requerimiento aproximado de agua de mezclado .....	26
<b>Tabla 7</b> Resistencia promedio a la compresión requerida $f'_{cr}$ .....	27
<b>Tabla 8</b> Relación agua/ cemento .....	27
<b>Tabla 9</b> Determinación del módulo de fineza de la combinación de agregados ..	29
<b>Tabla 10</b> Matriz de operacionalización de variables .....	37
<b>Tabla 11</b> Cantidad de muestras de acuerdo al diseño de mezcla y edad.....	41
<b>Tabla 12</b> Tabla de peso unitario suelto del agregado fino. ....	45
<b>Tabla 13</b> Peso unitario compactado del agregado fino. ....	46
<b>Tabla 14</b> Gravedad específica y absorción del agregado fino .....	46
<b>Tabla 15</b> Humedad del agregado fino.....	47
<b>Tabla 16</b> Análisis granulométrico del agregado fino. ....	47
<b>Tabla 17</b> Peso unitario suelto del agregado grueso.....	49
<b>Tabla 18</b> Peso unitario compactado del agregado grueso.....	49
<b>Tabla 19</b> Peso específico y absorción del agregado grueso.....	50
<b>Tabla 20</b> Humedad del agregado grueso.....	50
<b>Tabla 21</b> Análisis granulométrico del agregado grueso. ....	51
<b>Tabla 22</b> Método de abrasión los Ángeles de acuerdo a la granulometría del agregado grueso .....	52
<b>Tabla 23</b> Desgaste del agregado grueso .....	53
<b>Tabla 24</b> Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado. ....	53
<b>Tabla 25</b> Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado.....	54
<b>Tabla 26</b> Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado. ....	54
<b>Tabla 27</b> Humedad del agregado grueso reciclado. ....	55
<b>Tabla 28</b> Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado.....	55

<b>Tabla 29</b> Método de abrasión los ángeles de acuerdo a la granulometría del agregado grueso reciclado.....	57
<b>Tabla 30</b> Desgaste del agregado grueso reciclado.....	58
<b>Tabla 31</b> Datos de los materiales a emplear en el diseño de mezcla del concreto patrón .....	58
<b>Tabla 32</b> Valores de diseño para el concreto patrón.....	63
<b>Tabla 33</b> Valores de diseño para concreto patrón corregidos.....	64
<b>Tabla 34</b> Proporciones en peso del concreto patrón.....	64
<b>Tabla 35</b> Datos de los materiales para el diseño de mezcla del concreto patrón incluido aditivo.....	65
<b>Tabla 36</b> Valores de diseño para el concreto patrón más aditivo.....	70
<b>Tabla 37</b> Valores de diseño corregidos para concreto patrón más aditivo.....	71
<b>Tabla 38</b> Proporciones en peso para elaborar el concreto patrón más aditivo. ...	72
<b>Tabla 39</b> Datos de los materiales para el diseño de mezcla del concreto patrón incluido aditivo.....	73
<b>Tabla 40</b> Resumen de valores de diseño para el concreto más 15% de sustitución. ....	79
<b>Tabla 41</b> Valores de diseño corregidos para el concreto más 15% de sustitución. ....	80
<b>Tabla 42</b> Proporciones por volumen para el concreto más 15% de sustitución...	81
<b>Tabla 43</b> Datos para el diseño del concreto más 30% de sustitución .....	82
<b>Tabla 44</b> Resumen de valores de diseño para concreto más 30% de sustitución. ....	88
<b>Tabla 45</b> Valores de diseño corregidos para el concreto más 30% de sustitución. ....	89
<b>Tabla 46</b> Proporciones en peso del concreto más 30% de sustitución. ....	90
<b>Tabla 47</b> Datos para el diseño de mezcla del concreto más 45% de sustitución.	91
<b>Tabla 48</b> Valores de diseño para el concreto más 45% de sustitución. ....	97
<b>Tabla 49</b> Valores de diseño corregidos para el concreto más 45% de sustitución. ....	98
<b>Tabla 50</b> Proporciones en volumen para el concreto más 45% de sustitución. ...	99
<b>Tabla 51</b> Temperatura del concreto patrón.....	99
<b>Tabla 52</b> Temperatura del concreto patrón incluido aditivo. ....	100
<b>Tabla 53</b> Temperatura del concreto más 15% de sustitución. ....	100

<b>Tabla 54</b> Temperatura del concreto patrón más 30% sustitución. ....	101
<b>Tabla 55</b> Temperatura del concreto más 45% de sustitución. ....	101
<b>Tabla 56</b> Asentamiento del concreto patrón incluido aditivo. ....	102
<b>Tabla 57</b> Asentamiento promedio del concreto patrón incluido aditivo. ....	102
<b>Tabla 58</b> Asentamiento del concreto más 15% de sustitución. ....	103
<b>Tabla 59</b> Asentamiento del concreto más 30% de sustitución. ....	103
<b>Tabla 60</b> Asentamiento del concreto más 45% de sustitución. ....	104
<b>Tabla 61</b> Peso unitario del concreto patrón en estado fresco. ....	104
<b>Tabla 62</b> Peso Unitario en estado fresco del concreto patrón más aditivo. ....	105
<b>Tabla 63</b> Peso unitario en estado fresco del concreto más 15% de sustitución. ....	105
<b>Tabla 64</b> Peso unitario en estado fresco del concreto más 30% de sustitución. ....	106
<b>Tabla 65</b> Peso unitario en estado fresco del concreto más 45% de sustitución. ....	106
<b>Tabla 66</b> Resistencia del concreto patrón. ....	107
<b>Tabla 67</b> Resistencia del concreto patrón en porcentaje. ....	107
<b>Tabla 68</b> Resistencia del concreto patrón incluido aditivo. ....	109
<b>Tabla 69</b> Resistencia del concreto patrón en porcentaje. ....	109
<b>Tabla 70</b> Resistencia del concreto más 15% de sustitución. ....	111
<b>Tabla 71</b> Resistencia del concreto más 15% sustitución en porcentaje. ....	111
<b>Tabla 72</b> Resistencia del concreto más 30% de sustitución. ....	113
<b>Tabla 73</b> Resistencia del concreto más 30% de sustitución en porcentaje. ....	113
<b>Tabla 74</b> Resistencia del concreto más 45% de sustitución. ....	115
<b>Tabla 75</b> Resistencia del concreto más 45% de sustitución en porcentaje. ....	115

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de Investigación

La industria de la construcción es uno de los pilares del desarrollo económico moderno, social, histórico y urbanístico de una nación, ya que una ciudad bien urbanizada, estructurada y desarrollada en el sector construcción es sinónimo de progreso de un país. Debido a ello, esta es la industria que consume más recursos naturales del mundo, entre ellos están los agregados, que es infaltable e irremplazable en su totalidad en la preparación de concretos. Además al ser el concreto un material fundamental para la infraestructura, es el segundo material que más se consume, solamente por debajo del líquido elemento; el concreto es la principal materia que moldea nuestro ambiente. La perdurabilidad del mismo es extrema y su conservación puede ser longeva según su aplicación (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible [CSI], 2009).

Se calcula aproximadamente que en el mundo se elaboran 25 mil millones de toneladas de concreto anualmente, esto indica que el concreto que se emplea a nivel mundial, logra doblar la cantidad de otros materiales que se utilizan tales y como son el acero, el plástico, el aluminio y la madera. (Instituto del Concreto, 1997)

Como un impulso para hacer que la industria de la construcción sea más sostenible y respetuosa con el medio ambiente, los países han establecido procesos específicos de reciclaje de hormigón. Dado que el problema de la generación de residuos tiene que resolverse ahora, ya que se ha transformado en una cuestión muy grave de contaminación ambiental, es por ello que a lo largo de los años se ha impulsado la investigación sobre el aprovechamiento de los sobrantes de construcción. Además está sostenido que en países industrializados, las tasas de reciclaje son altas, mientras que países en los cuales no existe una industrialización como tal, estas son casi nulas. (Valdivia, 2009)

En consecuencia de que el desarrollo del sector construcción viene experimentado un enorme crecimiento, lo que trae consigo un enorme problema, que se ve reflejado en las grandes cantidades de residuos sólidos, entre estos están los residuos de concreto proveniente de las diferentes actividades constructivas, en el Perú los residuos de construcción y demolición son considerados no peligrosos y su gestión no es necesariamente municipal y se

rigen por lo dispuesto en el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición. (Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA, 2013).

Según el Ministerio del Ambiente, en su informe de “La situación actual de la gestión de residuos sólidos municipales”, expresa que en el Perú se cuenta desde el 2005 con un Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado mediante Decreto del Consejo Directivo N° 004-2005-CONAM/CD, el mismo que tiene como objetivo lograr la reducción de los residuos sólidos, y realizar un aumento del reciclaje y reutilización del mismo. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016)

En la ciudad de Trujillo la construcción de nuevos edificios u otros proyectos de ingeniería civil están constantemente en auge, no podemos desplazarnos por la ciudad sin ver alguna construcción o por lo contrario alguna demolición en curso; de ello se recoge grandes cantidades de residuos que son arrojados por los extremos de la ciudad, generando un incremento notable de contaminación de diversos tipos, es por ello que la presente investigación ejecutada entre los meses diciembre del 2023 y enero del 2024 busca dar un enfoque objetivo del empleo del cascote como agregado sustituto, hasta que las normativas de tratamiento de residuos sean más estrictas y puedan ser empleadas.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15%, 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Recolectar el agregado cascote (obtenido de la rotura de probetas) mediante un proceso de selección, triturado y tamizado.
- Obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos, grueso y el agregado sustituto(cascote) mediante las Normas Técnicas Peruanas vigentes.
- Desarrollar los diseños de mezcla para el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  patrón, con la adición de aditivo superplastificante y sustitución en 15%, 30% y 45% de agregado grueso natural por cascote mediante el método de

módulo de fineza de la combinación de agregados.

- Someter a ensayos y analizar los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de las muestras alteradas.

### **1.3. Justificación de estudio**

Esta investigación será realizada con el fin de brindar alternativas de sustitución de agregados naturales, por un agregado residual provenientes de demoliciones y remodelaciones, denominado cascote; de este modo, con la presente investigación estaremos contribuyendo al desarrollo intelectual en el entorno de la ingeniería civil.

#### **1.3.1. Justificación académica**

La importancia del desarrollo de esta investigación radica en proporcionar alternativas de sustitución de agregados a través de un diseño de mezclas óptimo denominado método del módulo de fineza o combinación de agregados para de esta manera adquirir conocimiento y además lograr reutilizar los residuos de construcción y demolición denominados comúnmente como cascote, basándose específicamente en la normativa peruana vigente para la realización de los ensayos, así como también en la normativa del Instituto Americano del Concreto (ACI).

#### **1.3.2. Justificación Práctica**

Los resultados de esta investigación pretenden demostrar la influencia positiva de la sustitución de agregado cascote y aditivo superplastificante en la resistencia del concreto, contrastándolos con los antecedentes propuestos; de este modo se busca brindar una base de investigación a futuros proyectos en los que involucren al cascote como sustituto del agregado grueso natural.

#### **1.3.3. Justificación Social**

En el aspecto social esta investigación se justifica en mantener el ambiente urbanístico libre de residuos de construcción, los mismos que dañan el ornato y afectan a la salud de la población. Del mismo modo, se busca incentivar la inversión del sector privado en la implementación de canteras de cascote en donde se realice la selección, triturado y tamizado de este agregado sustituto para su posterior comercialización en la ciudad de Trujillo y de este modo contribuir al cuidado medioambiental.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes de Estudio

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Cruz N. y Ramírez D. (2021) en su tesis titulada “Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos” recopilada del repositorio perteneciente a la Universidad de Costa Rica, en esta investigación se busca estudiar y comparar las características, los diseños de mezcla y la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos elaborados con agregados vírgenes naturales y agregados gruesos reciclados con una sustitución al 30%, 50% y 100%, provenientes de tres fuentes tales como: muros de mampostería, concreto colado en sitio y elementos prefabricados especificando que estas fuentes debieron ser lo más homogéneas posibles para garantizar agregado de calidad y homogéneo. Entre sus resultados indican que, las propiedades de los agregados reciclados entre sí son muy similares y que, comparados con los naturales, la absorción y la humedad son los factores más importantes en el mezclado, pues influyen directamente en las resistencias para el concreto, así como la condición saturada superficialmente seca de los agregados reciclados, por otro lado indica que la resistencia a compresión de las mezclas con 30% de sustitución dieron resultados muy similares a los resultados con 100% de agregado natural y conforme se aumentó el porcentaje de agregado reciclado se disminuyó la resistencia, pero siempre con resultados superiores a la resistencia especificada de (210 kg/cm<sup>2</sup>). Es por ello que la presente investigación pretende tomar en consideración el porcentaje con mejores resultados como parte de su estudio, con un rango de valores superiores e inferiores en 15%, como lo son la sustitución en 15%, 30% y 45%.

Bermúdez R. (2021) en su tesis titulada “Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto con la sustitución de residuos de construcción y demolición como agregado grueso” recopilada de la base de datos del repositorio de la Universidad de la Costa, en esta investigación se busca realizar la evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto en el que se ha reemplazado el agregado grueso por agregado de residuos de construcción en 25%, 50%, 75% y 100%. Entre sus resultados se afirma que, la absorción del agregado reciclado de 6.81% es considerablemente alto con respecto al del agregado natural con 1.72%, requiriendo añadir mayor cantidad de agua a la

mezcla con dicho agregado sustituto, en cuanto a los resultados de ensayo a la compresión se pudo evidenciar que la mezcla que tuvo mayor resistencia a la compresión fue la que tuvo un 25% de sustitución con 4604 PSI a los 28 días, sin embargo, este resultado fue 15% inferior a las obtenidas en la rotura de las muestras de concreto patrón con resultados promedio de 5416 PSI. En esta investigación se consideraron los resultados de resistencia, para poder comprobar si a mayor aumento de la sustitución menor era la resistencia del concreto.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Medina A. (2022) en su tesis de título “Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - Abancay 2021” trabajo que fue recopilado del repositorio de la Universidad Tecnológica de los Andes, en esta investigación se busca cuantificar la influencia de la incorporación de agregado reciclado como agregado grueso para un concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en sus propiedades mecánicas. Entre sus resultados se afirma que, la resistencia a compresión al sustituir el 25% de M.G.R. llega a un 98.599% de la muestra patrón, al sustituir 50% de M.G.R llega al 92.459% de la muestra patrón y finalmente al sustituir 75% de M.G.R. llega al 85.159%, concluyendo que a mayor sustitución de agregado grueso reciclado la resistencia a la compresión del concreto va disminuyendo en un porcentaje de 1.401%, 4.541%, y 14.841% respecto a la muestra patrón al 100%, esto debido a que a mayor incorporación se tiene la presencia de poros en el agregado al adherirse a sobras del antiguo concreto; pero se puede ver también que al sustituir 25% de M.G.R. la resistencia a compresión llega a  $293.838 \text{ kg/cm}^2$ , este tiene un comportamiento similar al del concreto patrón. De esta investigación se tuvo en cuenta los porcentajes de reducción de la resistencia al aumentar el agregado grueso por cascote.

Cachay L. (2022) en su tesis titulada “Variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo plastificante sikament® 290N al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado”, recopilada del repositorio perteneciente a la Universidad Nacional de Cajamarca, en esta investigación se busca determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con aditivo plastificante Sikament® 290N, al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado. Entre sus

resultados se afirma que, La mayor resistencia a compresión promedio del concreto permeable, con el 20% de sustitución de ACR, a los 28 días alcanzó 251.61 Kg/cm<sup>2</sup>, que comparada con la resistencia de los especímenes sin ACR es 15.52% mayor. De esta investigación se tomó en consideración la prerrogativa de que, en lugar de reducir la resistencia, aumenta de acuerdo incremento de la sustitución, es decir asumiendo una relación directamente proporcional, es por ello que se consideraron valores de sustitución muy similares.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Rodrich, S. y Silva J. (2018) en su tesis titulada “Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018” publicado por la Universidad Privada del Norte, en esta investigación se busca determinar el efecto del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Entre sus resultados se afirma que, al evaluar los ensayos en el concreto endurecido, se concluye que la resistencia a compresión promedio de especímenes cilíndricos de 4”x8” disminuyen a medida que se aumenta la cantidad de agregado de concreto reciclado en un 20%, 40%, 60% y 80% en el diseño, las probetas presentan una reducción en su resistencia a compresión promedio a los 28 días en un 3.95%, 5.22%, 4.94% y 10.22% respectivamente con respecto al patrón (300.91 kgf/cm<sup>2</sup>). De esta investigación se consideraron la posible reducción porcentual que tendría en la resistencia al evaluar el concreto.

Velásquez G. (2020) en su investigación titulada “Influencia del porcelanato reciclado como reemplazo de los agregados sobre asentamiento, compresión, absorción, densidad y porosidad en el concreto, Trujillo 2021” publicado por la Universidad Privada del Norte, en esta investigación se busca determinar la influencia del porcelanato reciclado como reemplazo de los agregados sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción, densidad y porosidad en el concreto. Entre sus resultados se afirma que, para un concreto en estado endurecido, la muestra elaborada de concreto patrón sin reemplazo alguno obtuvo una resistencia de la compresión a 28 días de 270 kg/cm<sup>2</sup>; Sin embargo, para la muestra de concreto que se reemplazó en 60% al agregado grueso por porcelanato reciclado triturado, la resistencia disminuyó en 13%, es decir 209 kg/cm<sup>2</sup>. De esta investigación consideramos que se debe evitar sustituir solamente porcelanato como agregado grueso sustituto.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Cascote**

#### **2.2.1.1. Residuos provenientes de la actividad construcción**

Los residuos provenientes de la actividad de construcción es un aspecto crítico en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura y desarrollo urbano. En la última década, los países sudamericanos, incluido Perú, han experimentado un rápido crecimiento económico y urbanístico, lo que ha generado un aumento significativo en la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD). La gestión adecuada de los RCD requiere la implementación de políticas y prácticas que fomenten la reducción en la fuente, la reutilización, el reciclaje y la disposición final adecuada de los residuos restantes. En Perú, se han desarrollado iniciativas como la promoción de materiales de construcción alternativos y la creación de programas de capacitación para trabajadores de la construcción sobre buenas prácticas de gestión de residuos (Chávez et al., 2021).

#### **2.2.1.2. Características del agregado grueso de cascote**

El cascote como agregado grueso está compuesto principalmente por fragmentos de ladrillos, piedras, concreto u otros materiales de construcción reciclados. Su composición puede variar según el tipo de estructuras demolidas y el proceso de trituración empleado. Es importante tener en cuenta que la presencia de materiales contaminantes, como pinturas o productos químicos, puede afectar la calidad del agregado y su idoneidad para su uso en aplicaciones de construcción. En el contexto peruano, la utilización de cascote como agregado grueso ha sido objeto de interés debido a su disponibilidad y potencial contribución a la sostenibilidad en la industria de la construcción. (Rodríguez et al., 2018)

#### **2.2.1.3. Propiedades del agregado grueso de material granular reciclado**

##### **2.2.1.3.1. Propiedades físicas**

Las propiedades físicas del agregado grueso reciclado, como la densidad aparente, absorción de agua, porosidad y distribución granulométrica, son determinantes en su comportamiento dentro de los materiales compuestos. La porosidad y la absorción de agua son especialmente críticas, ya que pueden influir en la durabilidad y resistencia del material (Martínez & Torres, 2020).

### **2.2.1.3.2. Propiedades mecánicas**

La resistencia a la compresión, resistencia al desgaste y resistencia al impacto son propiedades mecánicas clave que afectan el desempeño del agregado grueso reciclado en aplicaciones de construcción. La presencia de fragmentos irregulares, fisuras o contaminantes puede influir en estas propiedades y, por lo tanto, en la calidad del material compuesto (Sánchez & López, 2019).

### **2.2.1.4. Consecuencias del reemplazo de agregado granular reciclado en el concreto**

#### **2.2.1.4.1. Efectos en la resistencia del concreto**

El reemplazo de parte o la totalidad del agregado granular convencional por agregado granular reciclado puede afectar la resistencia del concreto. Estudios en el contexto peruano han demostrado que niveles altos de reemplazo pueden disminuir la resistencia a la compresión del concreto, debido a la presencia de partículas más débiles o contaminantes en el agregado reciclado. Sin embargo, con una adecuada selección y tratamiento del agregado reciclado, es posible minimizar este impacto y mantener niveles aceptables de resistencia (Vargas, 2018).

#### **2.2.1.4.2. Impacto en la durabilidad del concreto**

La durabilidad del concreto, especialmente su resistencia a la abrasión, la corrosión y la permeabilidad, puede verse afectada por el reemplazo de agregado granular convencional por agregado granular reciclado. La presencia de contaminantes o materiales menos durables en el agregado reciclado puede aumentar la susceptibilidad del concreto a la degradación, comprometiendo su vida útil y desempeño a largo plazo. Es crucial realizar pruebas de durabilidad específicas para evaluar el impacto del agregado reciclado en estas propiedades (Herrera & Torres, 2020).

#### **2.2.1.4.3. Cambios en la trabajabilidad del concreto**

El reemplazo de agregado granular convencional por agregado granular reciclado puede influir en la trabajabilidad del concreto fresco. La forma, textura y distribución de partículas del agregado reciclado pueden afectar la cohesión y fluidez de la mezcla, lo que podría requerir ajustes en la dosificación de agua o aditivos para mantener la trabajabilidad adecuada (Gómez & Ramírez, 2019). La

optimización de la mezcla es fundamental para garantizar la colocación y compactación adecuadas del concreto en el sitio de obra.

#### **2.2.1.5. Normativas que rigen el uso del material granular reciclado**

El uso del material granular reciclado en la construcción es una práctica cada vez más común en el contexto peruano, en respuesta a la necesidad de gestionar de manera sostenible los residuos de construcción y demolición. Sin embargo, su aplicación está sujeta a normativas y regulaciones específicas que buscan garantizar la calidad y seguridad de las obras de ingeniería civil. Este marco teórico explora las principales normativas que rigen el uso del material granular reciclado en Perú, considerando aspectos relacionados con su producción, calidad y aplicación en proyectos de construcción.

##### ***2.2.1.5.1. Normativas relacionadas con la producción de material granular reciclado***

En Perú, la producción de material granular reciclado está regulada por normativas que establecen requisitos específicos para la selección, procesamiento y almacenamiento de los materiales de demolición. Por ejemplo, la Norma Técnica Peruana NTP 400.050 establece los procedimientos para la clasificación y tratamiento de residuos de construcción y demolición, incluido el material granular reciclado, con el fin de garantizar su idoneidad para su uso en obras de construcción (MINEM, 2017).

##### ***2.2.1.5.2. Normativas de calidad para el material granular reciclado***

La calidad del material granular reciclado utilizado en proyectos de construcción está sujeta a normativas que establecen criterios de aceptación en términos de características físicas, mecánicas y ambientales. La Norma Técnica Peruana NTP 400.054 especifica los requisitos de calidad para el agregado grueso y fino reciclado, incluyendo parámetros como la resistencia a la compresión, absorción de agua y contenido de materiales contaminantes (MINEM, 2018).

##### ***2.2.1.5.3. Normativas para la aplicación del material granular reciclado en proyectos de construcción***

El uso del material granular reciclado en obras de construcción está regulado por normativas que establecen las condiciones y especificaciones técnicas para su aplicación. Por ejemplo, la Norma Técnica Peruana NTP 400.053 proporciona directrices para la utilización de agregados reciclados en la

elaboración de concretos y morteros, definiendo dosificaciones y requisitos de diseño que deben cumplirse para garantizar la integridad estructural y durabilidad de las obras (MINEM, 2018).

### **2.2.2. Agregado grueso natural**

#### **2.2.2.1. Influencia del agregado grueso en la resistencia del concreto**

Estudios realizados en Perú han demostrado que la calidad y las características físicas del agregado grueso, como la forma, textura y resistencia a la compresión, tienen un impacto directo en la resistencia del concreto. Por ejemplo, investigaciones realizadas han encontrado que el uso de agregados gruesos de alta resistencia puede mejorar significativamente la resistencia a la compresión del concreto (García, 2019).

#### **2.2.2.2. Efecto del tamaño y gradación del agregado grueso en la trabajabilidad del concreto**

La gradación y tamaño del agregado grueso también influyen en la trabajabilidad del concreto. Estudios en la región sudamericana, han demostrado que el uso de agregados gruesos bien graduados y de tamaño adecuado puede mejorar la trabajabilidad del concreto fresco, facilitando su colocación y compactación en la obra (Rodríguez B. , 2018).

#### **2.2.2.3. Impacto del tipo de agregado grueso en la durabilidad del concreto**

La durabilidad del concreto está estrechamente relacionada con la resistencia a la abrasión y al deterioro químico del agregado grueso. Investigaciones realizadas en el Perú han destacado la importancia de seleccionar agregados gruesos resistentes al desgaste y a la alcalinidad para garantizar la durabilidad a largo plazo del concreto en condiciones ambientales adversas (López, 2020).

#### **2.2.2.4. Efecto de la forma del agregado grueso en el concreto**

Investigaciones realizadas en Perú han demostrado que la forma del agregado grueso, definida por su geometría y contornos, tiene un impacto significativo en las propiedades del concreto. Estudios como el de Gonzales et al. (2017) han encontrado que los agregados gruesos con formas angulosas tienden a proporcionar una mejor resistencia a la compresión del concreto en comparación con aquellos con formas redondeadas. Esto se debe a que las partículas angulares tienen una mejor relación y una mayor área de contacto entre

partículas, lo que mejora la transferencia de esfuerzos y la resistencia del concreto.

#### **2.2.2.5. Influencia de la textura del agregado grueso en el concreto**

La textura del agregado grueso, que se refiere a la rugosidad de la superficie de las partículas, también afecta las propiedades del concreto. Estudios realizados por Martínez et al. (2019) han demostrado que los agregados gruesos con una textura rugosa proporcionan una mejor adherencia entre las partículas de agregado y la pasta de cemento, lo que mejora la resistencia a la segregación y aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

#### **2.2.2.6. Propósito de la granulometría en el concreto**

La granulometría se refiere a la distribución de tamaños de partículas en el agregado grueso y fino que se utiliza en la mezcla de concreto. La investigación internacional ha demostrado que una granulometría adecuada es esencial para lograr un concreto con la trabajabilidad deseada y una resistencia óptima. Una distribución adecuada de tamaños de partículas facilita la compactación del concreto y minimiza los vacíos entre los agregados, lo que resulta en una mezcla más densa y resistente (Mehta & Monteiro, 2013).

#### **2.2.2.7. Importancia del tamaño máximo nominal en el concreto**

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es el tamaño máximo especificado de las partículas de agregado que se utilizan en la mezcla de concreto. La literatura internacional ha resaltado que el tamaño máximo nominal influye en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto. Un tamaño máximo nominal adecuado garantiza que las partículas de agregado sean lo suficientemente grandes para proporcionar resistencia estructural, pero no tan grandes como para dificultar la colocación y compactación del concreto (Neville, 2011).

### ***2.2.3. Efecto de las propiedades físico - mecánicas del agregado grueso natural***

#### **2.2.3.1. Efecto del tamaño y forma del agregado grueso**

El tamaño y la forma del agregado grueso natural influyen en la resistencia y trabajabilidad del concreto. Investigaciones como las de Mindess et al. (2003) han demostrado que los agregados gruesos con formas angulares tienden a proporcionar una mayor resistencia a la compresión, debido a una mejor interacción entre partículas y pasta de cemento. Además, el tamaño del agregado

grueso influye en la trabajabilidad del concreto fresco, donde agregados más grandes pueden requerir una mayor cantidad de agua para lograr la misma consistencia, lo que podría afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto.

### **2.2.3.2. Porosidad y absorción de agua**

La porosidad y la absorción de agua del agregado grueso natural son indicadores importantes de su calidad y durabilidad. Estudios como los de Neville (2011) han señalado que un alto contenido de poros y una alta absorción de agua pueden resultar en una mayor permeabilidad del concreto, lo que aumenta su vulnerabilidad a la acción de agentes agresivos y la posibilidad de deterioro prematuro.

### **2.2.3.3. Dureza y resistencia al desgaste**

La dureza y la resistencia al desgaste del agregado grueso natural también son aspectos relevantes en su desempeño en el concreto. Agregados más duros tienden a proporcionar una mayor resistencia a la abrasión y un mejor comportamiento frente al desgaste en aplicaciones de pavimentación y estructuras expuestas a cargas y condiciones ambientales severas (Mehta & Monteiro, 2013).

### **2.2.4. Concreto**

En líneas generales define al concreto como una masa, mezcla o producto cualquiera que es elaborado usando un medio cementante. Usualmente, el concreto es ocasionado por la reacción entre cemento hidráulico y agua, sin embargo, en la actualidad existe una gran diversidad de productos que se utilizan en la fabricación del concreto tales como las cenizas volantes, puzolana, áridos de concreto reciclado, aditivos, microsilice, diferentes tipos de cemento, escorias de alto horno, polímeros, fibras, entre otras variedades, y estos concretos también suelen adaptarse a los métodos de conservación y de rendimiento que el concreto convencional (Neville, 1999).

### **2.2.5. Componentes del concreto**

#### **2.2.5.1. Agua para el concreto**

Todo tipo de líquido elemento potable que sea inodoro e insípido podrían ser útiles para la preparación de concreto, de cierto modo las aguas no potabilizadas pueden servir para la preparación de concreto por la escasez en lugares alejados, de todas formas, sería necesario el estudio de las

características del agua, para de este modo contrastar con la Norma Técnica Peruana NTP 339.088 (Torres, 2004).

**Tabla 1**

*Limites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088*

Descripción		Límite permisible	
Sólido en suspensión (residuo insoluble)	5, 000	ppm	Máximo
Materia orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1, 000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO <sub>4</sub> )	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl <sup>-</sup> )	1, 000	ppm	Máximo
pH	5 a 8		Máximo

*Nota.* Fuente: NTP 339.088

#### **2.2.5.2. Cemento para el concreto**

El elegir la tipología del cemento a usarse tiene una alta importancia para la preparación de concretos, es crucial que el cemento cumpla con las normas ASTM C 150 o C595, debido a que es el componente fundamental del concreto, y de acuerdo a sus propiedades tiene influencia en la cantidad, calidad y tipo de cemento a utilizarse. Por ello, el tipo, el diseño de mezcla y una perfecta dosificación tendrán mucha importancia en el resultado final del concreto (Portugal, 2007).

#### **2.2.5.3. Agregados para el concreto**

El uso de agregados en el concreto significa aproximadamente los tres cuartos del volumen total, de ello parte la necesidad de la utilización de agregados selectos, de lo contrario se vería afectada la resistencia del concreto. Además, dentro de las funciones del agregado es que brindan un bloque de partículas que resisten acciones mecánicas de desgaste o de meteorización que actúan sobre el concreto; también como relleno es adecuado para la reducción del contenido de pasta en un metro cúbico; con ello también reduce los cambios de volumen que tiene como resultado los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta (Torres, 2004).

#### **2.2.5.4. Aditivos para el concreto**

Un aditivo es definido por los entes investigadores del concreto como aquel material que, no siendo un componente principal para la elaboración de concreto, es de alguna manera un componente útil en ciertas ocasiones y proyectos para la elaboración de concreto. El uso de aditivos en la elaboración de concreto se justifica en mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y del mismo modo las propiedades del concreto en estado endurecido, todo ello teniendo como fundamento las normas ASTM C494 (Torres, 2004).

Se data la existencia de varios tipos de aditivos según la norma ASTM C494 entre estos se conocen los aditivos acelerantes, incorporadores de aire, plastificantes, superplastificantes, entre otros que ya tienen base científica de su uso en concreto para construcción civil.

#### **2.2.6. Aditivo superplastificante para el concreto**

La exigencia diaria por mejorar las propiedades del concreto hace que las empresas que se han encaminado en innovar en el rubro de la construcción destaquen con la fabricación de aditivos que mejoran el rendimiento, trabajabilidad, entre otras propiedades del concreto.

La existencia de los aditivos superplastificantes en el mercado tiene sus inicios en 1970 aproximadamente, es un aditivo tipo F y G cuya necesidad radica en la reducción de las secciones en elementos estructurales de edificaciones grandes. El uso de aditivo superplastificante acepta dosificaciones mayores con respecto a la de los plastificantes, sin alterar el tiempo de fraguado ni mucho menos el contenido de aire; su uso se enfatiza en la preparación o elaboración de concretos de alta resistencia en los que no existe problemas de contracción ni fisuramiento, la alta resistencia se sustenta en la notable reducción del agua en la mezcla; además se reduce la permeabilidad y un incremento significativo de la durabilidad del concreto (Abanto , 2009).

**Tabla 2**

*Asentamiento con respecto a la reducción de agua por empleo del aditivo*

Aditivo	Máxima reducción de agua posible %	Asentamiento cm	
		Antes de aditivo	Después de aditivo
Plastificante	12	7	15
Superplastificante	30	7	25

Nota. La reducción de agua está relacionada directamente con la cantidad de aditivo a utilizar; en consecuencia, con el asentamiento del concreto. Fuente: Abanto (2009)

Los aditivos superplastificantes son considerados los más modernos en su clase, logran una reducción de agua del 12% al 30%, dicha reducción de líquido elemento relacionado con la reducción a/c generan la obtención de concreto de mayores resistencias a edades prematuras. Además, producen concreto con una fluidez elevada sin la necesidad de ocasionar una reducción en la resistencia a la compresión, ni hay un aumento en la exudación. Esta normado en la ASTM C494 la subdivisión de los superplastificantes en tipo F de fraguado normal y G de fraguado retardado, siendo su utilización en climas fríos y cálidos respectivamente (Sánchez , 1997).

### **2.2.7. Propiedades del concreto**

El concreto al ser un material estructural universal necesita que sus propiedades sean aptas y generales, de tal modo que existen:

#### **2.2.7.1. Propiedades del concreto en estado fresco**

Según Sánchez Diego (1997) El concreto al ser un material moldeable y de fácil manejo, requiere propiedades que faciliten su vaciado en cualquier tipo de estructura, el concreto poseer manejabilidad, que se refiere a la capacidad del concreto para ser colocado y compactado de forma apropiada sin que se ocasione segregación alguna; del mismo modo la segregación, exudación, masa unitaria, contenido de aire, contenido de agua que son particularidades a tomarse en cuenta para tener un resultado de calidad del concreto endurecido.

Neville A. (1999) nos menciona que en realidad el concreto fresco es un resultado temporal y no final del concreto, y está directamente involucrado con

propiedades importantes del concreto como su resistencia última, de ello es de vital importancia que el concreto sea transportado, colocado, compactado y acabado con facilidad. Ante ello hace mención que la calidad de agua es un factor importante en un concreto en estado fresco y deben estar libre de impurezas para obtener resultados óptimos.

Porrero et al. (2009) agrupa las cualidades del concreto en estado fresco en su "reología del concreto", la misma que se refiere a tres propiedades tales como la fluidez, compactibilidad y estabilidad. Siendo la fluidez, la calidad del fluido o la viscosidad.

#### **2.2.7.2. Propiedades del concreto en estado endurecido**

María González M., (2015) señala que las propiedades están clasificadas en mecánicas y físicas, siendo las propiedades mecánicas las que se determinan por cargas externas que se aplican directamente sobre el concreto y definen su comportamiento ante las cargas hasta el punto máximo de fisurarse, entre las que figuran la resistencia a la compresión y tracción; del mismo modo señala a la densidad, permeabilidad y fluencia como propiedades fundamentales de un concreto óptimo.

La resistencia es una de las propiedades fundamentales y básicas del concreto endurecido, para ello en el proceso de elaboración de concreto se tuvo que tener en cuenta un proceso ideal para llegar a esta fase con los mejores resultados, Rivera recomienda realizar mezclas de prueba para calcular que cumpla con la resistencia deseada, normalmente la propiedad de resistencia aumenta con la edad, y se puede limitar por un mal curado del concreto (Rivera, 2009).

#### **2.2.8. Agregados provenientes de desechos en el sector construcción**

Los áridos reciclados se producen mediante el procesamiento de materiales de desecho, siendo la fuente principal los desechos provenientes de construcciones y demoliciones, Los mismos que están compuestos por escombros de ladrillos, concreto, madera, plásticos, polvo, cartón, arena, metales y papel. Es importante mencionar que los residuos de concreto son los que constituyen una mayor proporción de residuos; es por ello que, se ha demostrado que los residuos provenientes del concreto, a partir de ser seleccionado, triturado y tamizado dándole características similares a las que tienen los agregados naturales, pueden emplearse como sustituto parcial de los agregados gruesos

naturales para la elaboración de concreto convencional, así como también puede usarse como base o subbase en pavimentación.

### **2.2.9. Componentes para el manejo de residuos provenientes de la actividad construcción de acuerdo a la (NTP 400.050)**

Silupu et al. (2020) nos menciona que los componentes para un correcto manejo de residuos a partir de la actividad construcción de acuerdo a la NTP 400.050 son las siguientes:

#### **2.2.9.1. Obtención de materiales**

Se debe tener en consideración que los materiales reciclados provenientes de la actividad construcción tengan características similares a los materiales de origen, para ello se debe realizar la clasificación y separación del desmonte.

#### **2.2.9.2. Acondicionamiento y almacenamiento**

Los materiales tienen que ser almacenados de acuerdo a su tipo, en caso exista residuos peligrosos, estos deberán ser clasificados de acuerdo a las normas técnicas correspondientes.

#### **2.2.9.3. Recolección**

La recolección debe ser selectiva, para ello se debe considerar la disposición final que tendrá dicho material ya sea para la reutilización o reciclaje del mismo; considerando las respectivas normas técnicas.

#### **2.2.9.4. Transporte**

El transporte de dicho material deberá hacerse en vehículos, horarios y rutas dispuesto por las respectivas normas técnicas.

#### **2.2.9.5. Aprovechamiento**

En la tabla N.º 3 y N.º 4 se pueden observar las diferentes fracciones provenientes de la actividad construcción, así como también los materiales secundarios y su posible uso.

#### **2.2.9.6. Tratamiento**

Es recomendable tratar los residuos para de esta manera minimizar riesgos en la salud y el ambiente, de la misma manera que disminuir los costos de la disposición final.

#### **2.2.9.7. Disposición final**

La disposición final deberá ser en lugares adecuados y regulados por la normativa correspondiente

**Tabla 3**

*Opciones de manejo de los residuos provenientes de acuerdo a la actividad construcción*

<b>Excedentes de Demolición</b>	<b>Excedentes de obra</b>	<b>Escombros</b>
<b>Reutilizables</b>		
Entre otros: Agregado, piedras, tierra con contenido orgánico	Entre otros: Cementos y aglomerantes, retazos de fierro, alambres, piedras, productos cerámicos.	Entre otros: Productos cerámicos, piedras.
<b>Reciclables</b>		
Entre otros: Bolonería	Entre otros: Concreto sobrante Casquete de ladrillo	Entre otros: Mezcla asfáltica de demolición Concreto de demolición Material no bituminoso de demolición de carreteras Material de demolición no clasificado Mezcla de ladrillo y mortero
<b>Para disposición final</b>		
Materiales contaminados, otros	Materiales contaminados, otros	Escombros contaminados

Nota. Fuente: NTP 400.050

Tabla 4

Opciones de aprovechamiento de los residuos de la actividad construcción

Fracciones de residuos →			Material no Bituminoso de demolición de carreteras PNTTP 400.052			Material de demolición no clasificado PNTTP 400.054	Excedentes de Remoción PNTTP 400.055
Información Relevante ↓	Mezcla asfáltica de demolición PNTTP 400.051			Concreto de demolición PNTTP 400.053			
Procedencia	Carpeta s asfáltic as	Tratamien to asfáltico superficial	Bases y subbases granuladas no tratadas de pavimentos	Losas de concreto	Edificaciones, carreteras, canales		Suelos a remover
Procesos de obtención de fracciones de los residuos	Fresad o	Levantam iento/ fresado	Remoción/ fresado	Levantamie nto/ fresado	Demolición selectiva	Demolición	Levantamiento
Proceso de obtención de materiales secundarios	-	Chancad o	Chancado	Chancado/ selección	Chancado/ selección	Chancado/ selección	-
Material secundario obtenido	Granulado de asfalto		Granulado no bituminoso de carreteras	Granulado de concreto		Granulado no clasificado	-
Usos							
Carpeta asfáltica	Uso optimo		No recomendable	No recomendable		No recomendable	No recomendable
Losas de concreto	No recomendable		No recomendable	Uso optimo		No recomendable	No recomendable

<b>Fracciones de residuos →</b>					
<b>Información Relevante ↓</b>	<b>Mezcla asfáltica de demolición PNT 400.051</b>	<b>Material no Bituminoso de demolición de carreteras PNT 400.052</b>	<b>Concreto de demolición PNT 400.053</b>	<b>Material de demolición no clasificado PNT 400.054</b>	<b>Excedentes de Remoción PNT 400.055</b>
Morteros	No recomendable	Uso posible	No recomendable	No recomendable	No recomendable
Concreto	No recomendable	Uso posible	Uso optimo	Uso optimo	No recomendable
Ladrillos	No recomendable	Uso optimo	Uso optimo	Uso optimo	No recomendable
Bases sin aglomerante	Uso posible	Uso optimo	Uso posible	Uso posible	No recomendable
Sub-base	Uso posible	Uso optimo	Uso posible	No recomendable	No recomendable
Capa Sub-rasante *	Uso posible	Uso optimo	Uso posible	Uso posible	No recomendable
Rellenos no portantes	Menos recomendable	Menos recomendable	Menos recomendable	Menos recomendable	Uso optimo
Taludes contra ruido	Menos recomendable	Menos recomendable	Menos recomendable	Menos recomendable	Uso optimo
Rellenos sanitarios	No recomendable	Menos recomendable	Menos recomendable	Menos recomendable	Uso optimo

Nota. Fuente: NTP 400.050

### **2.2.10. Clasificación de los agregados reciclados**

Winter y Nilson (2000) clasifican a los agregados reciclados provenientes de los desechos de construcción y demolición en:

#### **2.2.10.1. Desechos provenientes de las demoliciones.**

Estos desechos son producidos generalmente en edificaciones, proyectos de carreteras y puentes. En su mayor parte está compuesta por restos de concreto, ladrillos, asfalto, bloques y suciedad, otro compuesto presente en tales residuos, pero en menor porcentaje es la madera y productos relacionados a ella y finalmente un porcentaje más reducido conformado por residuos misceláneos.

#### **2.2.10.2. Desechos provenientes de desastres naturales.**

Los desastres naturales se presentan de forma inesperada, ya sea como desastres climatológicos (sequías, inundaciones, huracanes, tornados) o como desastres geológicos (terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas) generando escombros, cuando obras civiles se desplomen por cualquiera de estos eventos de la naturaleza que son impredecibles.

#### **2.2.10.3. Desechos provenientes de otros eventos.**

Así como los anteriores eventos ocasionan desechos, existen otro tipo de residuos importantes, que se encuentra muchas veces en vías públicas u otros lugares donde son arrojados, lo que trae consigo desorden e incomodidad en los peatones y sobre todo contaminación visual. Un ejemplo de ello, son las probetas obtenidas como testigos a partir de diversas obras civiles y que luego de ser ensayadas en laboratorios, estas son desechadas.

Así mismo, Abanto (2010) tiene una opinión.

### **2.2.11. Proyectos importantes de ingeniería que dieron pase al empleo de agregado reciclado alrededor del mundo.**

Bedoya C. & Dzul L. (2015) nos menciona que en múltiples países se llevaron a cabo distintos proyectos de ingeniería que promueven el empleo de agregado reciclado en reemplazo al agregado natural, de los cuales menciona a los siguientes:

#### **2.2.11.1. Países Bajos**

La necesidad por obtener agregados gruesos, ante la carente disponibilidad del mismo, ocasionó la elaboración de proyectos piloto en las cuales se optó por sustituir el 20% de agregado grueso natural por agregado grueso de residuos de concreto y ladrillos triturados de tal manera que se obtuvo

características similares en ambos ejemplares. Así mismo, este agregado se empleó en la construcción de un viaducto próximo a la ciudad de Helmont en 1992, por otro lado, se utilizó el mismo compuesto procedente de concreto y ladrillo en las obras de la compuerta del puerto Schijndel en 1992, en una cantidad de aproximadamente 300m<sup>3</sup>.

Es por ello que el gobierno de Países bajos permite la utilización de este tipo de agregado en concreto estructural a partir del año 1994. No obstante, entre los años 1997 y 1998 se construyeron una elevada cantidad de viviendas unifamiliares sustituyendo un 100% de agregado natural por agregado reciclado en las cuales se empleó en la construcción de muros de carga de concreto en masa, así como también para elementos compuestos de concreto como fachadas y suelos.

#### **2.2.11.2. Alemania**

El empleo de este tipo de agregado tiene sus inicios a partir del año 1950 y su uso principal fue para la construcción de viviendas. Entre los años 1996 y 1997, se desmantelo una zona militar en los alrededores de Itzehoe lo que ocasiono alrededor de 50000 toneladas de residuos cerámicos, los mismos que se emplearon en la construcción de viviendas de la misma zona

#### **2.2.11.3. Reino unido**

La primera experiencia del empleo de este tipo de material data del año 1996, en la construcción de la losa de la segunda planta de un edificio en la ciudad de Cardington, la misma que estaba fuertemente armada y tenía un espesor de 0.5m es por ello que la sustitución por la que se opto fue de 20% de material reciclado, en la que se utilizaron alrededor de 100t de agregado reciclado que contenía hasta en un 50% de ladrillo y 50% de concreto. Así mismo, la dosificación fue la misma empleada en la construcción de la primera planta del mismo edificio, obteniéndose resultados similares en la resistencia del concreto, es importante mencionar que el empleo porcentual del agregado reciclado no influyo al bombeo ni a la puesta en obra del concreto.

#### **2.2.11.4. Estados Unidos**

Se genera alrededor de 2.7 millones de tonelada de agregados reciclados, de los cuales se emplea entre 10% y 15% para pavimentación, entre 20 y 30% en la construcción de carreteras o trabajos de mantenimiento y rodeando los 60% y 70% se emplean en la elaboración de concreto estructural.

#### **2.2.11.5. España**

Se reciclan cantidades reducidas de este tipo de agregados (17%). Es por ello que existen un número limitado de experiencias en las que se ha evidenciado el empleo del agregado en mención, una de ellas es la construcción de la ciudad olímpica de Barcelona debido a que previo a este proyecto se tuvieron que demoler a todas las construcciones situadas en dicha zona, alcanzando alrededor de 1.5 millones de toneladas en escombros, para los cuales se tuvieron que emplear procedimientos selectivos y de trituración para lo cual se realizó una primera eliminación de impurezas in situ. Cabe recalcar que solamente se trataron materiales seleccionados para tales fines como el concreto, piedras, cerámicas y ladrillos que provenían de la demolición de estructuras y cimentaciones. Mientras que, otros materiales (Considerados impurezas), como madera, plástico y el mismo acero fueron separados y ya con el material reciclado listo, se construyeron calles y carreteras de la ciudad olímpica, así como también estructuras de escollera en la línea litoral.

#### **2.2.11.6. Japón**

Japón lleva investigando más de 25 años el empleo de este material reciclado en la elaboración de nuevo concreto, hasta ahora no es posible su uso en su totalidad, ya que la mayor parte de este material no cumple en su totalidad las exigencias de la norma JIS A-5308, la misma que establece las especificaciones para el empleo de concreto premezclado. Es por ello, que en este país se emplea hasta en un 96% para la construcción de la subbase de carreteras.

#### **2.2.11.7. Hong Kong**

Cerca de la frontera entre Hong Kong y Shenzhen se realizó la construcción del Hong Kong Wetland Park, dicho parque debía contar con aproximadamente 10000 m<sup>2</sup> los mismos que comprenderían zonas de galerías, teatros, cafés, área de juegos para niños, aulas y un centro de recursos. La primera etapa del proyecto se inauguró en diciembre del año 2000 y la etapa final concluyó en el año 2005. En dicha construcción se emplearon aproximadamente 13000 m<sup>3</sup> de concreto producido en un 20%, 30% y 35% de sustitución del agregado grueso natural por agregado grueso obtenido a partir de los residuos de demolición; el empleo del concreto resultado de la sustitución parcial fue usado de acuerdo a la

resistencia del concreto, por ejemplo; losas de tierra, obras exteriores, concreto estructural, entre otras.

### ***2.2.12. Beneficios obtenidos al emplear materiales reciclados provenientes de la actividad construcción***

El emplear cascote proveniente de actividades del sector construcción puede traer muchos beneficios por un lado económicos y por otro sociales; en la primera destaca que existiría un ahorro en materiales naturales que se emplean generalmente como materia prima, por otro lado, ello generaría actividades económicas innovadoras para empresas que traería consigo la oportunidad de ingresar a nuevos mercados, y con esta práctica mejoraría la conciencia ambiental de las empresas y desarrollo de tecnologías propias si fuese el caso. Con respecto a los beneficios para la sociedad, mejoraría la calidad de vida en las personas ya que al emplear este material reciclado como agregado disminuiría la cantidad de residuos con ello la reducción de riesgos a la salud y al ambiente que puedan generar estas; a su vez se reduciría la explotación de los recursos naturales y espacios o áreas que se emplean como rellenos sanitarios para la disposición final de este material (Bedoya & Dzul, 2015).

### ***2.2.13. Diseño de mezcla del concreto patrón por el método de combinación de agregados***

Expertos en la rama de concreto cuestionan el empleo del método ACI convencional debido a que se empieza determinando el contenido de cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso mediante la diferencia de la suma de volúmenes absolutos con respecto a la unidad, volumen absoluto y peso seco del agregado fino, de esta manera, sin importar la resistencia deseada, siempre y cuando el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino se mantengan constantes, el contenido total de agregado grueso en la mezcla será igual, sin tener en cuenta el contenido de pasta. (Rivva, 1992)

Por esta razón muchos expertos norteamericanos en la rama de materiales han planteado un método de diseño, en la que los porcentajes de áridos finos y gruesos varían en razón a sus módulos de fineza, En el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, los contenidos de agregado fino y grueso varían según las diferentes resistencias, y esta variación depende principalmente de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento en la mezcla. (Rivva, 1992)

Este método también considera que el módulo de fineza del agregado, ya sea fino o grueso, es un indicador de su superficie específica, y a medida que esta aumenta, se incrementa la necesidad de pasta. Además, si se mantiene constante la cantidad de pasta y se aumenta la fineza del agregado, la resistencia por adherencia disminuye. (Rivva, 1992)

Como resultado de las investigaciones realizadas, se ha establecido una ecuación que relaciona el módulo de fineza del agregado fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total de agregado. Al aplicar esta ecuación, es posible determinar el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados más adecuado para las condiciones específicas de la mezcla. (Rivva, 1992)

El método de diseño del comité 211 del American Concrete Institute establece como paso inicial la determinación de los porcentajes de cemento, agua, aire y agregado grueso, y mediante la diferencia entre la suma de los volúmenes absolutos y la unidad, se obtiene el volumen absoluto y el peso seco del agregado fino. (Rivva, 1992)

Rivva, E. (1992) menciona que el método módulo de fineza por combinación de agregados es un derivado del método ACI 211.1, es por ello que se debe seguir el siguiente procedimiento para calcular la proporción de materiales a emplear:

#### 2.2.13.1. Selección del asentamiento

**Tabla 5**

*Valores de slump recomendados de acuerdo a la consistencia*

<b>Consistencia</b>	<b>Slump</b>	<b>Trabajabilidad</b>	<b>Método de compactación</b>
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	2" a 4"	Trabajable	Vibración ligera o chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Nota. Fuente: Abanto (2009)

### 2.2.13.2. Selección del tamaño máximo del agregado

Es por ello que, la norma E-060 de reglamento nacional de edificaciones, nos menciona los siguientes parámetros que se deben considerar para elegir el tamaño máximo de los agregados.

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

### 2.2.13.3. Estimación del agua de mezclado

**Tabla 6**

Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes SLUMP (Revenimiento) y tamaño máximo de agregado

Revenimiento, cm (pulg)	Agua en Kg/m <sup>3</sup> de concreto - tamaño máximo de agregado, mm							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
	Concreto sin Aire Incorporado							
De 2.5 a 5.0 (1" a 2")	207	199	190	179	166	154	130	113
De 7.5 a 10 (3" a 4")	228	216	205	193	181	169	145	124
De 15 a 17.5 (6" a 7")	243	228	216	202	190	178	160	---
Cantidad aprox. aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Concreto con Aire Incorporado							
De 2.5 a 5.0 (1" a 2")	181	175	168	160	150	142	122	107
De 7.5 a 10 (3" a 4")	202	193	184	175	165	157	133	119
De 15 a 17.5 (6" a 7")	216	205	197	174	174	166	154	---
	Promedio recomendado de aire por incluir recomendado							
Exposición ligera	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

*Nota.* Cantidad de agua a emplear en función al slump y el tamaño máximo del agregado. Fuente: ACI 211.1

### 2.2.13.4. Resistencia requerida $f'_{cr}$

**Tabla 7**

*Resistencia promedio a la compresión requerida  $f'_{cr}$*

Resistencia a compresión $f'_c$	Resistencia a compresión Requerida $f'_{cr}$
$f'_c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$
$f'_c \geq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = 1.10 f'_c + 50 \text{ kg/cm}^2$

*Nota:* Los parámetros para la resistencia de diseño requerida está en función a la resistencia de diseño al que se le suma un factor de seguridad. Fuente: ACI 211.1

### 2.2.13.5. Selección de la relación agua/cemento (a/c)

**Tabla 8**

*Relación agua/ cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días $\text{Kg/cm}^2$	Relación a/c (en peso)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	Requiere otro método de estimación
350	0.48	0.4
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

*Nota.* Fuente: ACI 211.1

### 2.2.13.6. Contenido de cemento

**Ecuación 1:** Contenido de cemento.

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Agua de mezclado en kg/m}^3}{\text{Relación } \frac{a}{c} \text{ para } f'_{cr}}$$

En preferencia al contenido de cemento a emplear se le será dividida por 42.5kg que es el contenido por cada bolsa de cemento, calculando de esta forma la cantidad de cemento en bolsa por metro cúbico de concreto.

### 2.2.13.7. Cálculo de volúmenes absolutos de las pastas y agregados

**Ecuación 2:** Volumen Absoluto de cemento

$$\text{Volumen abs. de cemento} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

**Ecuación 3:** Volumen absoluto de agua

$$\text{Volumen abs. de agua} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Peso específico del agua } \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

**Ecuación 4:** Volumen absoluto de la pasta

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = \text{Volumen del cemento} + \text{Volumen del agua}$$

**Ecuación 5:** Volumen absoluto de ambos agregados

$$\text{Vol. abs. agregados} = 1 - \text{Volumen de la pasta (\%)}$$

### 2.2.13.8. Selección de agregados

Para mezclar entre si 2 agregados indicados como A y B con módulos de fineza  $MF_A$  y  $MF_B$ , la mezcla resultante se obtendrá mediante la ecuación 6.

**Ecuación 6:** Módulo de fineza de agregados combinados para agregados del mismo tipo.

$$MF_{\text{mezcla}} = \frac{MF_A * P_A}{100} + \frac{MF_B * P_B}{100}$$

Donde  $P_A$  y  $P_B$  son los porcentajes en peso de los agregados A y B en la mezcla

**Tabla 9***Determinación del módulo de fineza de la combinación de agregados*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados				
mm.	Pulg.	5	6	7	8	9
10	3/8	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
12.5	1/2	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
20	3/4	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
25	1	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
40	1 1/2	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
50	2	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
70	3	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

*Nota.* Fuente: Rivva, 1992.**2.2.13.9. Porcentaje de agregado fino****Ecuación 7:** Porcentaje de agregado fino.

$$rf = \frac{mg - mc}{mg - mf} * 100 (\%)$$

Donde:

- Mc: Módulo de fineza de la combinación de agregados
- Mf: Módulo de fineza del agregado fino
- Mg: Módulo de fineza del agregado grueso

**2.2.13.10. Volumen absoluto de los agregados****Ecuación 8:** Volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = rf * \text{Vol. Abs. Agregados}$$

**Ecuación 9:** Volumen absoluto del agregado grueso.

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = \text{Vol. Abs. agregados} - rf * \text{Vol. Abs. Agregados}$$

**2.2.13.11. Determinación de los pesos secos de los agregados****Ecuación 10:** Peso seco de agregado fino.

Peso seco de agregado fino = Vol. abs. del agregado fino \* PESF (kg/m<sup>3</sup>)

**Ecuación 11:** Peso seco de agregado grueso.

Peso seco de agregado grueso = Vol. abs. del agregado grueso \* PESG (kg/m<sup>3</sup>)

Donde:

- PESF: Peso específico suelto del agregado fino
- PESG: Peso específico suelto del agregado grueso

#### 2.2.13.12. Reajuste por humedad

Podemos representarlo de la siguiente manera:

- Agregado Grueso: Humedad total: a% →% absorción: b%
- Agregado Fino: Humedad Total: c% →% Absorción: d%

**Ecuación 12:** Peso de agregado grueso húmedo.

Peso de agregado grueso húmedo en kg =

Peso de agregado grueso seco en kg + a%Peso agregado grueso

**Ecuación 13:** Peso de agregado fino húmedo.

Peso de agregado fino húmedo en kg = Peso de agregado fino seco en kg +  
c%Peso de agregado fino

**Ecuación 14:** Agua en agregado grueso.

Agua en agregado grueso = Peso de agregado grueso seco en kg \* (a% – b%)  
= x kg

**Ecuación 15:** Agua de agregado fino.

Agua de agregado fino = Peso de agregado fino seco en kg \* (c% – d%) = y kg

**Ecuación 16:** Agua de mezclado neta.

Agua de mezclado neta = Agua de mezclado (en kg) – (x + y)

#### 2.2.13.13. Influencia del aditivo superplastificante en el diseño de mezcla

EL superplastificante se define como el compuesto en estado líquido que se emplea en el concreto con el fin de mejorar las propiedades de trabajabilidad

reduciendo la cantidad de agua a emplear hasta en un 20% modificando la relación agua/cemento en el empleo del método para la elaboración de diseño de mezcla, así como también el de incrementar la resistencia inicial y final del concreto en un 80% y 40% respectivamente, posee las características de reducir la permeabilidad del concreto, con ello aumenta la perdurabilidad en el tiempo. (Sika Perú S.A.C., 2017)

De acuerdo a la ficha técnica del producto, se debe aplicar de un 0.7% a 1.2% con respecto al peso total de cemento a emplear, considerando que tiene una densidad de 1.2 g/ml, valor que permitirá obtener la cantidad en volumen de aditivo a emplear. (Sika Perú S.A.C., 2017)

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Cascote**

El cascote se refiere a fragmentos de ladrillos, piedras u otros materiales de construcción que resultan de la demolición de estructuras. Este material puede ser reciclado y reutilizado en la construcción para diversos fines, como relleno, base para pavimentación o incluso como agregado en la producción de concreto (INDEC, 2016).

### **2.3.2. Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión es la capacidad de un material, como el concreto, para resistir fuerzas que tienden a comprimirlo. Se mide mediante ensayos de compresión uniaxial, donde se aplica una carga gradualmente hasta que el material falla. Es una propiedad importante del concreto que determina su capacidad de soportar cargas estructurales (ACI Committee 318, 2014).

### **2.3.3. Peso unitario**

El peso unitario, también conocido como densidad aparente, es la masa de un material por unidad de volumen. En el contexto del concreto, se refiere al peso por metro cúbico del material fresco antes de su fraguado y endurecimiento. Esta propiedad es importante para calcular la cantidad de materiales necesarios en una mezcla de concreto y para estimar la carga que puede soportar una estructura (Kosmatka et al., 2016).

### **2.3.4. Asentamiento**

El asentamiento es la medida de la capacidad de fluidez y consistencia del concreto fresco. Se refiere a la cantidad de asentamiento vertical que experimenta una muestra de concreto cuando se la somete a una vibración controlada. Un

asentamiento adecuado es crucial para garantizar la trabajabilidad y colocabilidad del concreto en el sitio de obra (Neville, 2011).

### **2.3.5. Agregado**

El agregado se refiere a los materiales pétreos, como la grava, la arena y el cascajo, que se utilizan junto con el cemento y el agua en la producción de concreto. Su función principal es llenar el espacio entre las partículas de cemento y proporcionar resistencia y estabilidad al concreto endurecido (Mehta & Monteiro, 2014).

### **2.3.6. Agregado Reciclado**

El agregado reciclado se refiere a materiales pétreos obtenidos a partir del reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD), como concreto, ladrillos y bloques. Estos materiales se trituran y procesan para su reutilización en la producción de concreto u otros usos en la construcción, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y al manejo responsable de los residuos (Gonçalves et al., 2020).

### **2.3.7. Granulometría**

La granulometría se refiere a la distribución de tamaños de partículas en un material, como el agregado. En el caso del concreto, la granulometría del agregado grueso y fino es crucial para determinar la trabajabilidad y resistencia del material compuesto. La normativa ASTM C136 proporciona métodos estándar para la determinación de la granulometría de los agregados (ASTM International, 2018).

### **2.3.8. Tamaño Máximo nominal**

El tamaño máximo nominal es el tamaño máximo especificado de las partículas de agregado grueso en una mezcla de concreto. Se define como el tamaño de la malla a través del cual pasa el 100% del agregado grueso y queda retenido al menos el 95%. Este parámetro influye en la trabajabilidad y resistencia del concreto, así como en la densidad del mismo (Neville, 2011).

### **2.3.9. Aditivo**

Un aditivo es un material químico que se agrega al concreto durante su mezclado para mejorar ciertas propiedades del material fresco o endurecido. Los aditivos pueden ser plastificantes, aceleradores, retardadores, entre otros, y se utilizan para ajustar la trabajabilidad, tiempo de fraguado, resistencia y durabilidad del concreto (Mindess et al., 2003).

### **2.3.10. Plastificante**

Un plastificante es un tipo de aditivo que se agrega al concreto para mejorar su trabajabilidad y manejabilidad sin comprometer su resistencia. Los plastificantes actúan reduciendo la cantidad de agua requerida para obtener una mezcla con la consistencia deseada, lo que facilita su colocación y compactación (Neville, 2011).

### **2.3.11. Superplastificante**

Un superplastificante es un aditivo de alta eficacia que se utiliza para mejorar significativamente la trabajabilidad del concreto, permitiendo una reducción considerable en la cantidad de agua necesaria en la mezcla. Esto se logra mediante la dispersión y lubricación de las partículas de cemento, lo que resulta en una mezcla más fluida y manejable (ACI Committee 212, 2010).

### **2.3.12. Masa cementante**

La masa cementante se refiere a la cantidad total de cemento en una mezcla de concreto, expresada en kilogramos por metro cúbico. Incluye tanto el cemento Portland como cualquier adición de materiales cementantes, como la escoria de alto horno o las cenizas volantes. Este parámetro es importante para determinar la resistencia y durabilidad del concreto (Neville, 2011).

### **2.3.13. Alcalinidad**

La alcalinidad se refiere al contenido de álcalis en el concreto, principalmente derivados del cemento Portland. Un nivel elevado de alcalinidad puede causar reacciones adversas con ciertos agregados, dando lugar a la expansión y formación de fisuras en el concreto, conocidas como reacción álcali-agregado (RAA). Es crucial controlar la alcalinidad del concreto para evitar problemas de durabilidad (Malhotra & Carino, 2004).

### **2.3.14. Relación agua cemento**

La relación agua cemento es la relación entre la cantidad de agua y la cantidad de cemento en una mezcla de concreto, expresada como un cociente. Este parámetro influye en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, ya que una relación agua cemento más baja tiende a producir un concreto más resistente y duradero, siempre y cuando no se comprometa la trabajabilidad (Kosmatka et al., 2016).

### **2.3.15. Fisuras**

Las fisuras son grietas o fracturas superficiales en el concreto que pueden ocurrir debido a diversos factores, como la retracción, expansión térmica, sobrecargas o reacciones químicas. Estas fisuras pueden comprometer la integridad estructural y durabilidad del concreto, por lo que es importante controlar los factores que las provocan y tomar medidas preventivas durante el diseño y la construcción (ACI Committee 224, 2014).

### **2.3.16. Probetas**

Las probetas son muestras de concreto fabricadas y curadas según normativas estándar para realizar pruebas de laboratorio, como ensayos de resistencia a la compresión, flexión o absorción de agua. Estas muestras representan la calidad y propiedades del concreto utilizado en una obra y son fundamentales para garantizar el cumplimiento de los requisitos de diseño y especificaciones (ASTM International, 2018).

### **2.3.17. Curado**

El curado del concreto se refiere al proceso de mantener la humedad y temperatura adecuadas en el concreto fresco durante el período inicial de fraguado y endurecimiento. Un adecuado curado es esencial para optimizar la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto, así como para minimizar la formación de fisuras y asegurar un desarrollo óptimo de las propiedades del material (Neville, 2011).

### **2.3.18. RCD**

RCD es el acrónimo de Residuos de Construcción y Demolición, que se refiere a los materiales resultantes de obras de construcción, remodelación o demolición de estructuras. Estos residuos pueden incluir hormigón, ladrillos, madera, metal, entre otros materiales, y pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción o gestionados de manera responsable para minimizar su impacto ambiental (INDEC, 2016).

### **2.3.19. Fraguado**

El fraguado es el proceso por el cual el concreto pasa de un estado plástico a un estado endurecido. Inicia con la mezcla de los materiales y la adición de agua, y se completa cuando el concreto adquiere suficiente rigidez para soportar cargas sin deformarse. El tiempo de fraguado puede variar según la temperatura

ambiente, la composición de la mezcla y el tipo de cemento utilizado (Kosmatka et al., 2016).

### **2.3.20. Fluidéz**

La fluidez del concreto se refiere a su capacidad para fluir y llenar moldes o encofrados de manera uniforme sin segregación ni excesiva separación de los agregados. Se relaciona directamente con la trabajabilidad del concreto fresco y su capacidad de ser colocado y compactado en la obra. La fluidez del concreto puede ser mejorada mediante la adición de aditivos superplastificantes (ACI Committee 212, 2010).

### **2.3.21. Abrasión los ángeles**

El ensayo Los Ángeles es una prueba utilizada en ingeniería civil para evaluar la resistencia al desgaste de los agregados pétreos gruesos utilizados en la construcción de pavimentos y estructuras de concreto. Consiste en someter una muestra de agregado a la acción de cargas abrasivas en un tambor rotatorio, simulando las condiciones de desgaste que experimentará el material durante su vida útil en la obra (ASTM International, 2018). El resultado del ensayo se expresa como el porcentaje de pérdida de masa del agregado, lo que proporciona información crucial para la selección de materiales adecuados y el diseño de mezclas de concreto y asfalto que cumplan con los requisitos de durabilidad y resistencia (ASTM International, 2018).

### **2.3.22. Desgaste de los agregados**

El desgaste de agregados se refiere al proceso de deterioro que experimentan las partículas pétreas, como la grava y la arena, utilizadas en la construcción de pavimentos y estructuras de concreto. Este fenómeno es causado por diversos factores, incluyendo la acción del tráfico vehicular, la abrasión natural debido a la acción del agua y el viento, así como el impacto repetido de las cargas sobre las superficies de los agregados (López et al., 2018). El conocimiento del desgaste de los agregados es crucial en la ingeniería de pavimentos y estructuras, ya que impacta directamente en la durabilidad y resistencia de las obras de infraestructura (ASTM International, 2018).

La evaluación del desgaste de los agregados se realiza mediante ensayos específicos, como el ensayo de desgaste Los Ángeles y el ensayo de desgaste micro-Deval. Estos ensayos permiten determinar la pérdida de masa y la resistencia a la abrasión de los materiales pétreos, proporcionando información

clave para la selección de los agregados más adecuados para cada aplicación ingenieril (ASTM International, 2018).

## **2.4. Sistema de Hipótesis**

El aditivo superplastificante influiría positivamente en la resistencia de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con agregado grueso sustituido por cascote. En una sustitución de un 15%, incrementaría la resistencia alrededor de 20%, en 30% de agregado sustituido por cascote aumentará en un 10%, y en un 45% de agregado reemplazado reducirá en 5% su resistencia aproximadamente.

### **2.4.1. Variables**

#### **2.4.1.1. Variable Independiente**

- Aditivo superplastificante.
- Reemplazo porcentual de cascote como agregado grueso.

#### **2.4.1.2. Variable Dependiente**

- Resistencia a la compresión.

### **2.4.2. Operacionalización de Variables**

La operacionalización de variables se encuentra en la tabla 10.

**Tabla 10***Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medida
Aditivo superplastificante	Es un componente en estado acuoso, que tiene la función de reductor de agua e incrementar la resistencia del concreto en todas las edades.	Se empleará el 1.2% en relación al peso total del material cementante.	- Concreto patrón -Diseño de mezclas -Propiedades físicas. -Resistencia del concreto	-%, resistencias. -Relación Agua cemento, Proporciones. -Características, agregados. -trabajabilidad, compresión.	Se emplean las instrucciones de acuerdo a la ficha técnica del producto.	Razón

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medida
Cascote como agregado grueso	Residuos obtenidos a partir de la demolición de alguna obra de albañilería.	Se triturará el cascote y luego de esto se procederá a tamizar para obtener pedazos con tamaño promedio de 3/4", este será usado como agregado grueso, reemplazándolo en porcentajes de 15%, 30%, y 45% en volumen, con esto se procederá a elaborar las probetas.	- Concreto patrón -Diseño de mezclas -Propiedades físicas. -Resistencia del concreto	-%, resistencias. -Relación Agua cemento, Proporciones. - Características, agregados. -trabajabilidad, compresión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP 400.053, Manejo de los residuos de la actividad de la construcción.</li> <li>• NTP 400.011, Definición y clasificación de agregados.</li> <li>• NTP 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.</li> </ul>	Razón



### III.METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1.Tipo y Nivel de Investigación

##### **3.1.1. De acuerdo a la orientación o finalidad**

Esta investigación es de tipo aplicada, debido a que tiene como objetivo principal evaluar y aplicar una intervención específica en un contexto real para resolver un problema práctico al evaluar los efectos de reemplazar porcentajes específicos de agregado grueso por cascote en el concreto con un aditivo superplastificante. Esta investigación aplicada se centra en la aplicación práctica del conocimiento para abordar problemas específicos y generar soluciones tangibles.

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

Según la naturaleza estudio se clasifica como una investigación experimental; ya que, este tipo de investigación implica la manipulación de una o más variables independientes para observar el efecto que tienen sobre una variable dependiente, con el objetivo de establecer relaciones causales. En este caso, se está evaluando el efecto de reemplazar porcentajes específicos de agregado grueso por cascote en el concreto de resistencia  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , empleando un aditivo superplastificante; al realizar este tipo de manipulación en un contexto controlado se está llevando a cabo un experimento para estudiar los efectos de las variables independientes sobre el concreto.

#### 3.2.Población y muestra de estudio

##### **3.2.1. Población**

Concreto convencional elaborado con agregados naturales adquiridos de la cantera Los Mellizos ubicada en el centro poblado el milagro en Trujillo, y concreto elaborado con cascote que reemplazará porcentualmente al agregado grueso natural, que será obtenido en zonas aledañas a la cantera ya mencionada; para este caso se empleará 1.22 m<sup>3</sup> entre concreto convencional y concreto con agregado cascote para la cantidad de probetas necesarias.

##### **3.2.2. Muestra**

La determinación de la muestra es probabilística por conglomerados de etapas múltiples debido a que la muestra en estudio se dividirá en 5 subgrupos, a los cuales se los estudiará considerando una característica variable; para ello se realizará los diseños de mezcla para un concreto patrón, otro diseño para un concreto patrón más aditivo superplastificante, y del mismo modo un diseño de

mezcla con agregado grueso sustituido por cascote en porcentajes 15%,30% y 45% respectivamente incluyendo el aditivo, de ello se obtendrá un total de 200 probetas tal y como esta detallado en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Cantidad de muestras de acuerdo al diseño de mezcla y edad.*

Edad del concreto a evaluar	Concreto Patrón (CP)	CP+ Aditivo (A)	CP +15% de cascote+ A	CP+30% de cascote + A	CP+ 45% de cascote+ A
7 días	10	10	10	10	10
14 días	10	10	10	10	10
21 días	10	10	10	10	10
28 días	10	10	10	10	10

*Nota.* Donde (CP) representa concreto patrón, (A) aditivo y cascote el material que sustituye al agregado grueso. Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Diseño de Investigación

La investigación realizada fue experimental debido a que se manipuló intencionalmente en el laboratorio dos de las variables (Variables independientes) para poder ver su influencia en la otra (variable dependiente), las cuales están divididas en 5 subgrupos de control con el fin de analizar la influencia del cascote en la elaboración del concreto.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

#### 3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Para la recopilación de información se utilizarán la técnica de la observación, así como también el análisis documentario y estadístico.

#### 3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Dentro de los instrumentos útiles para la recopilación de información se utilizarán equipos de medición en los laboratorios para los diferentes ensayos o pruebas a realizar, fichas de observación, guías de laboratorio, así como también programas computadorizados.

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

En primer lugar, se procedió a identificar la fuente de obtención de residuos que posteriormente iban a ser ensayados en laboratorio, es por ello que se priorizó en que el cascote sea de buena procedencia, tal como lo es el caso del laboratorio GEOCONS SRL, ubicado en la Av. Santa Teresa de Jesús Mz. E2 Lt. 09 urb. Monserrate de donde se obtuvieron múltiples probetas que habían sido sometidas al ensayo de compresión; por ende, los restos iban a ser desechados.

Una vez listo el material residual sustituto (cascote), se procedió al triturado y tamizado por la malla  $\frac{3}{4}$ "; este material ya procesado fue llenado en costales y trasladado hacia el Laboratorio de Mecánica de materiales de la UPAO, Lugar donde también fueron llevados los agregados naturales (finos y gruesos) provenientes de la cantera Los Mellizos ubicada en el Milagro.

Con los materiales puestos en laboratorio, lo primero a lo que se procedió es someter al agregado grueso y cascote al ensayo de abrasión los Ángeles, para identificar el nivel de desgaste y si este cumplía con el límite establecido por la NTP.

A partir de ello se ejecutaron los ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso específico y absorción y peso unitario tanto para el agregado fino, como para el grueso natural y cascote, es importante recalcar que el agregado grueso natural será empleado como tal, mientras que el agregado grueso cascote será empleado como un agregado global, y será sustituido de esa forma.

Con los datos obtenidos mediante los ensayos realizados, se desarrolló un diseño de mezclas de acuerdo a lo reglamentado por la norma ACI 211, y aplicando el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, partiendo de un diseño patrón sin modificación al 0% de agregado de reemplazo y tres modelos con agregado modificado o agregado grueso obtenido a base de cascote, que se irá reemplazando progresivamente en 15%, 30% y 45%, a lo que se le añadirá el empleo del aditivo superplastificante Sikament®-290 N de acuerdo a las especificaciones indicadas en el anexo 79-80 en 1.2% con respecto al peso del cemento, lo que traerá consigo una reducción del agua en un 15% y en teoría un incremento de su resistencia.

Posterior a ello, se realizó la preparación de las muestras de concreto, realizando 10 probetas por edad a ensayar de cada uno de las proporciones ya mencionadas, siendo un total de 40 probetas por diseño, las cuales serán

sometidas al ensayo de compresión a los 7,14, 21 y 28 días; para de esta manera obtener los resultados de la influencia directa del empleo del aditivo superplastificante, así como también la de reemplazar el agregado grueso natural por agregado obtenido a base de cascote en la resistencia a la compresión del concreto.

Finalmente, los investigadores analizaron los resultados obtenidos con métodos estadísticos. Se utilizará el procedimiento definido en las Normas Técnicas Peruanas y MTC vigentes, para ello se emplearán múltiples plantillas (Word y Excel) y gráficos como herramienta para una mejor visualización y análisis de los resultados obtenidos.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

#### 4.1.1. Procedimiento para la obtención del cascote

Identificamos diversas fuentes potenciales para adquirir desechos de materiales de construcción, una tarea crucial para nuestra investigación. Entre estas fuentes, destacaron los laboratorios especializados en materiales, donde se generan residuos como parte de las pruebas de calidad y resistencia. Asimismo, las distribuidoras de materiales emergieron como otra fuente clave, dado que su actividad cotidiana implica el manejo y almacenamiento de una variedad de productos, algunos de los cuales pueden convertirse en desechos utilizables para nuestro estudio.

En el proceso de selección de los materiales de desecho, priorizamos la utilización de probetas ensayadas, especialmente aquellas que demostraron una resistencia a la compresión superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>. Este criterio nos permitió garantizar la calidad y la idoneidad de los materiales seleccionados para nuestros análisis y pruebas.

Llevamos a cabo una clasificación meticulosa de los materiales recolectados, con el objetivo de prepararlos para su posterior procesamiento. Esta clasificación se llevó a cabo con atención a los distintos tipos de materiales y sus propiedades, con el fin de optimizar su manejo y asegurar que estuvieran listos para ser utilizados en nuestros experimentos y análisis. Esta etapa inicial de clasificación nos permitió organizar eficientemente el material y prepararlo adecuadamente para las etapas subsiguientes de nuestra investigación.

Con el objetivo de obtener cascote utilizable para nuestra investigación, se llevó a cabo un proceso de trituración y reducción del tamaño de los materiales recolectados. Este proceso se ejecutó mediante el uso de un equipo de trituración manual (comba y sincel), para la selección del tamaño se utilizó una malla metálica con un tamaño de 3/4 de pulgada para. Esta elección de tamaño se basó en los requisitos específicos de nuestra investigación y nos permitió obtener cascote con las dimensiones adecuadas para nuestros análisis y pruebas subsiguientes. El uso de esta tecnología nos proporcionó un método eficiente y controlado para preparar los materiales según nuestras necesidades.

Se llevó a cabo un proceso adicional de limpieza con el fin de eliminar cualquier contaminante o material no deseado presente en los fragmentos de

cascode. Esta limpieza complementaria se realizó con especial atención para garantizar la pureza de los materiales y evitar la presencia de elementos que pudieran distorsionar los resultados de nuestra investigación. Este paso fue crucial para asegurar la integridad y la fiabilidad de los datos obtenidos durante nuestro estudio.

Una vez completado el proceso de preparación, los materiales triturados y limpios fueron almacenados de manera adecuada y transportados al laboratorio designado para la realización de los ensayos contemplados en esta investigación. La gestión cuidadosa del almacenamiento y transporte garantizó la integridad de los materiales y su disponibilidad para los experimentos planificados. Este paso final fue esencial para facilitar el desarrollo y la ejecución eficiente de los ensayos presentados en el marco de nuestra investigación.

#### **4.1.2. Ensayo de agregados**

Los agregados fueron sometidos a los ensayos en el laboratorio de materiales, de los cuales se obtuvieron estos resultados.

##### **4.1.2.1. Arena gruesa**

###### **4.1.2.1.1. Peso Unitario**

**Tabla 12**

*Tabla de peso unitario suelto del agregado fino.*

Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	5744	5769	5758
2. Peso del recipiente	(gr.)	4158	4158	4158
3. Peso de la muestra	(gr.)	1586	1611	1600
4. Volumen	(cm3.)	948	948	948
5. Peso unitario suelto	(kg/m3.)	1673	1699	1688
6. Peso unitario suelto promedio	(kg/m3.)		<b>1687</b>	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13***Peso unitario compactado del agregado fino.*

Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	5893	5899	5907
2. Peso del recipiente	(gr.)	4158	4158	4158
3. Peso de la muestra	(gr.)	1735	1741	1749
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	948	948	948
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1830	1836	1845
<b>6. Peso unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>.)</b>		<b>1837</b>	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia**4.1.2.1.2. Gravedad específica, absorción y humedad****Tabla 14***Gravedad específica y absorción del agregado fino*

AGREGADO FINO			
A	Peso picnómetro más agua aforado (gr)	653.9	
B	Peso de la muestra seca al horno (gr)	487.5	
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.0	
D	Peso picnómetro + agua + muestra aforada	969.9	
	Peso específico sobre base seca $B/(C-(D-A))$	2.649	<b>PROMEDIO</b>
	Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $C/(C-(D-A))$	2.717	2.717
	Peso específico aparente $B/(B-(D-A))$	2.843	2.843
	% de absorción = $((C-B) * 100) / B$	2.564	2.56%

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15**

Humedad del agregado fino.

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	
1	N° del recipiente	FQ-1	FQ-2
2	Peso del recipiente (g)	196	178
3	Peso del recipiente + suelo húmedo (g)	824.9	1250.7
4	Peso del recipiente + suelo seco (g)	820.5	1243.8
5	Peso del agua contenida (3) - (4) (g)	4.4	6.9
6	Peso del suelo seco (4) - (2) (g)	624.5	1065.8
7	Contenido de humedad (%)	0.70	0.65
Contenido de humedad promedio (%)		<b>0.68</b>	

Nota. Fuente: Elaboración propia

**4.1.2.1.3. Análisis Granulométrico****Tabla 16**

Análisis granulométrico del agregado fino.

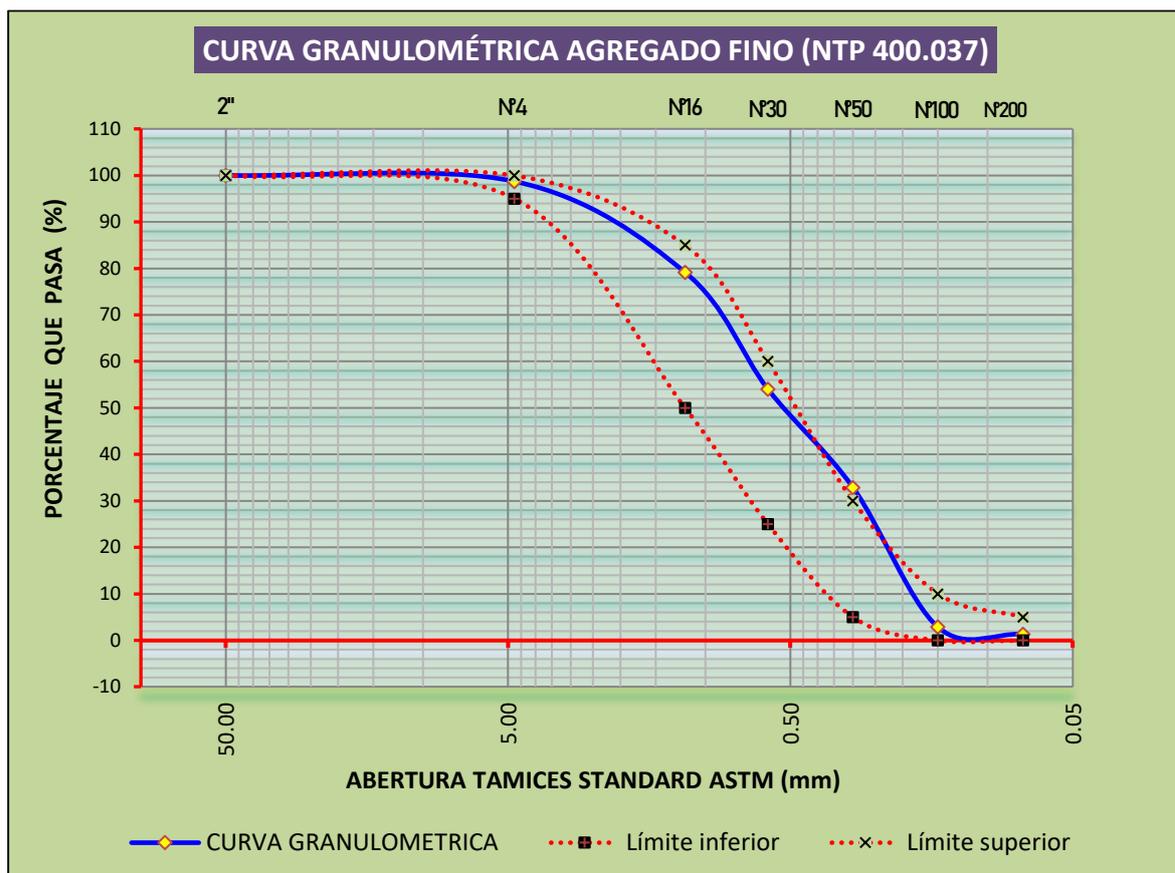
N° Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	HUSO A	
3"	75.00						
2"	50.00				100.00	100	100
1 1/2"	38.10		0.00	0.00	100.00		
1"	25.00		0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.00		0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.50		0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.50		0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.25	-	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.75	7.17	1.30	1.30	98.70	95	100
N° 8	2.36	42.58	7.74	9.04	90.96		
N° 10	2.00	36.74	6.68	15.72	84.28		
N° 16	1.18	28.21	5.13	20.85	79.15	50	85
N° 20	0.85	50.23	9.13	29.98	70.02		
N° 30	0.60	88.12	16.02	46.00	54.00	25	60

N° Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	HUSO A	
N° 40	0.42	50.87	9.25	55.25	44.75		
N° 50	0.30	65.40	11.89	67.13	32.87	5	30
N° 60	0.25	66.98	12.18	79.31	20.69		
N° 100	0.15	98.16	17.84	97.15	2.85	0	10
N° 200	0.075	8.47	1.54	98.69	1.31	0	5
<N° 200 FONDO		7.20	1.31	100.00	0.00		
TOTAL		550.13					

Nota. Fuente: Elaboración propi

Figura 1

Curva granulométrica del agregado fino



Nota. El gráfico muestra la tendencia de las partículas de agregado fino con respecto a los límites normados. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.2. Piedra zarandeada

##### 4.1.2.2.1. Peso unitario

**Tabla 17**

*Peso unitario suelto del agregado grueso*

Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	9924	9948	9939
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642
3. Peso de la muestra	(gr.)	3282	3306	3297
4. Volumen	(cm3.)	2130	2130	2130
5. Peso unitario suelto	(kg/m3.)	1541	1552	1548
6. Peso unitario suelto promedio	(kg/m3.)	<b>1547</b>		

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18**

*Peso unitario compactado del agregado grueso.*

Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	10254	10267	10251
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642
3. Peso de la muestra	(gr.)	3612	3625	3609
4. Volumen	(cm3.)	2130	2130	2130
5. Peso unitario suelto	(kg/m3.)	1696	1702	1694
6. Peso unitario compactado promedio	(kg/m3.)	<b>1697</b>		

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.2.2. *Peso específico, absorción y humedad*

**Tabla 19**

*Peso específico y absorción del agregado grueso.*

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	4000	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	2481.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A - B (gr)	1518.8	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	3989.6	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm <sup>3</sup> )	1508.4	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.627	2.627
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.634	2.634
	Pe aparente (Base seca) = D/E	2.645	2.645
	% de absorción = ((A-D)/D*100)	0.261	0.26%

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20**

*Humedad del agregado grueso.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	
		FQ-1	FQ-2
1	N° del recipiente	FQ-1	FQ-2
2	Peso del recipiente (g)	124	662
3	Peso del recipiente + suelo húmedo (g)	3312.15	3120.54
4	Peso del recipiente + suelo seco (g)	3287.13	3102.17
5	Peso del agua contenida (3) - (4) (g)	25.02	18.37
6	Peso del suelo seco (4) - (2) (g)	3163.13	2440.17
7	Contenido de humedad	0.79	0.75
Contenido de humedad promedio (%)		<b>0.77</b>	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### 4.1.2.2.3. Análisis granulométrico

Tabla 21

Análisis granulométrico del agregado grueso.

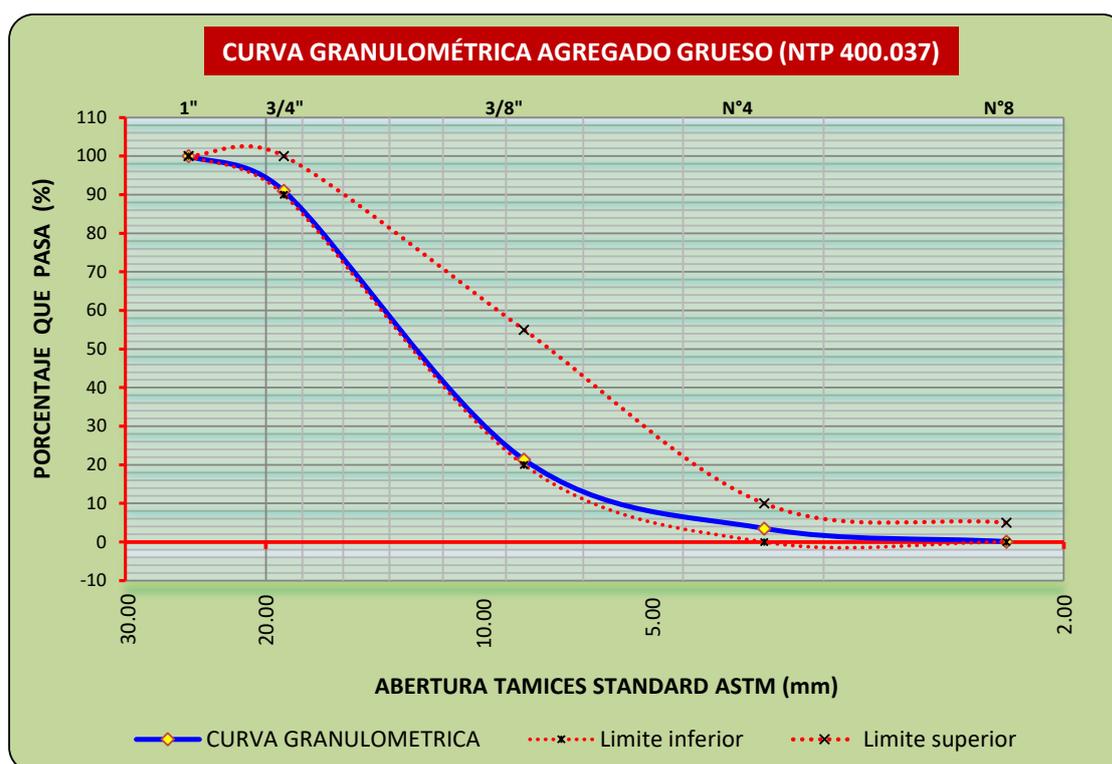
N° Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	HUSO 67
1 1/2"	38.10	0.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100-100
3/4"	19.00	496.40	9.0	258.4	91.0	90-100
1/2"	12.50	2,234.12	40.6	1163.1	50.4	
3/8"	9.50	1,598.12	29.0	832.0	21.4	20-55
N° 4	4.75	983.21	17.9	511.8	3.5	0-10
<N° 200 FONDO		192.09	3.5	100.0	0.0	
TOTAL		5,503.94				

Nota. Por las características del agregado cumple el HUSO 67. Fuente:

Elaboración propia

Figura 2

Curva granulométrica del agregado grueso



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de la granulometría del agregado grueso con respecto a los límites normados. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.2.4. Abrasión los ángeles

El ensayo de abrasión los ángeles se hicieron por el método A, ya que el agregado cumplía con las características indicadas por el mismo, para ello los datos recopilados se presentan en la tabla.

**Tabla 22**

*Método de abrasión los Ángeles de acuerdo a la granulometría del agregado grueso*

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear en gramos			
Pasa el tamiz	Retenido en el tamiz				
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1233			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1232			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1262	2 500 ± 10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1265	2 500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2 500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)			2 500 ± 10	
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)				5000 ± 10
Peso total		4992	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación en minutos		15	16	17	18

*Nota.* La tabla muestra el método a emplear de acuerdo a las características del agregado. Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a realizar la diferencia porcentual entre el peso previo al ensayo con el peso luego del ensayo, lavado y secado.

**Tabla 23**

*Desgaste del agregado grueso*

<b>Resultados de ensayo Abrasión los Ángeles</b>	
Peso inicial del agregado	4992 kg
Peso final del agregado	4167 kg
Desgaste en %	16.53 %
NTP 400.037	< 50%

*Nota.* La tabla muestra el desgaste porcentual del agregado grueso. Fuente:

Elaboración propia

#### **4.1.2.3. Cascote (RCD)**

##### **4.1.2.3.1. Peso unitario**

**Tabla 24**

*Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado.*

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN		
		1	2	3
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	9355	9377	9369
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642
3. Peso de la muestra	(gr.)	2713	2735	2727
4. Volumen	(cm3.)	2130	2130	2130
5. Peso unitario suelto	(kg/m3.)	1274	1284	1280
6. Peso unitario suelto promedio	(kg/m3.)		<b>1279</b>	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25**

*Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado.*

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN		
		1	2	3
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	9692	9679	9686
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642
3. Peso de la muestra	(gr.)	3050	3037	3044
4. Volumen	(cm3.)	2130	2130	2130
5. Peso unitario suelto	(kg/m3.)	1432	1426	1429
6. Peso unitario compactado promedio	(kg/m3.)	<b>1429</b>		

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2.3.2. Peso específico, absorción y humedad**

**Tabla 26**

*Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.*

DATOS DE LA MUESTRA			
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	4000	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	2365.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A - B (gr)	1634.8	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	3925.4	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm3)	1560.2	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.401	2.401
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.447	2.447
	Pe aparente (Base seca) = D/E	2.516	2.516
	% de absorción = ((A-D)/D*100)	1.900	1.90%

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27***Humedad del agregado grueso reciclado.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGREGADO CASCODE	
		FQ-1	FQ-2
1	N° del recipiente	FQ-1	FQ-2
2	Peso del recipiente (g)	196	201
3	Peso del recipiente + suelo húmedo (g)	3124.1	3014.4
4	Peso del recipiente + suelo seco (g)	3065.5	2953.9
5	Peso del agua contenida (3) - (4) (g)	58.6	60.5
6	Peso del suelo seco (4) - (2) (g)	2869.5	2752.9
7	Contenido de humedad	2.04	2.20
Contenido de humedad promedio (%)		<b>2.12</b>	

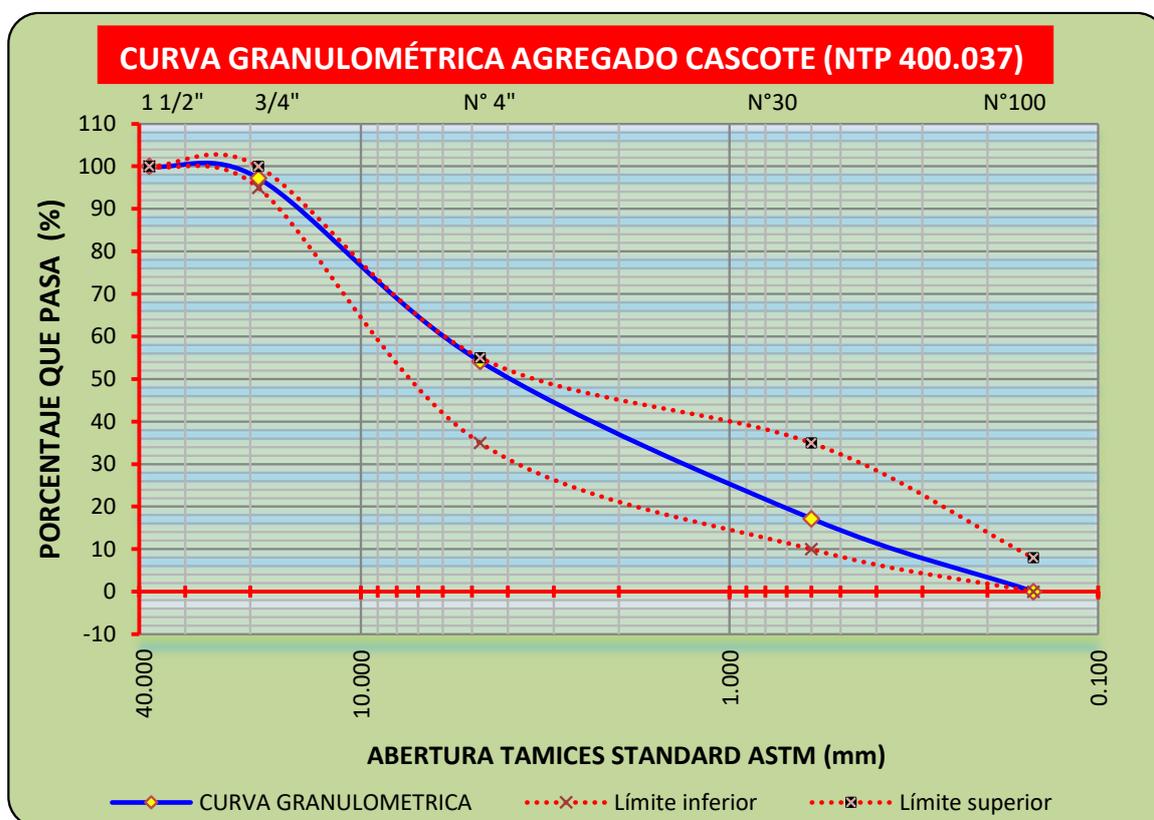
*Nota.* Fuente: Elaboración propia**4.1.2.3.3. Granulometría****Tabla 28***Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado.*

N° Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	HUSO A.G.
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.00	157.50	2.74	2.74	97.26	95-100
N°4	4.75	2,473.14	43.09	43.09	54.16	35-55
N°30	0.60	2,122.33	36.98	36.98	17.18	10-35
N°100	0.15	983.21	17.13	17.13	0.05	0-8
<N° 200	FONDO	2.90	0.05	0.05	0.00	
TOTAL		5,739.08				

*Nota.* Según el análisis granulométrico la tendencia del agregado reciclado o cascote se asemeja al de un agregado global, de modo que existe material retenido en los tamices N° 30 y N° 100 respectivamente. Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Curva granulométrica del agregado grueso reciclado



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de la granulometría del agregado grueso reciclado con respecto a los límites normados. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.3.4. Abrasión los ángeles

El ensayo de abrasión los ángeles se hicieron por el método A, ya que el agregado cumplía con las características indicadas por el mismo, para ello los datos recopilados se presentan en la tabla.

**Tabla 29**

*Método de abrasión los ángeles de acuerdo a la granulometría del agregado grueso reciclado.*

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear en gramos			
Pasa el tamiz	Retenido en el tamiz				
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1253			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1257			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1242	2 500 ± 10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1243	2 500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2 500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)			2 500 ± 10	
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)				5000 ± 10
Peso total		4995	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación en minutos		15	16	17	18

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a realizar la diferencia porcentual entre el peso previo al ensayo con el peso luego del ensayo, lavado y secado aplicando la fórmula.

**Tabla 30***Desgaste del agregado grueso reciclado*

<b>Resultados de ensayo Abrasión los Ángeles</b>	
Peso inicial del agregado	4995 kg
Peso final del agregado	3208 kg
Desgaste en %	35.78 %
NTP 400.037	< 50%

*Nota.* La tabla muestra el desgaste porcentual del agregado grueso reciclado.

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.3. Diseño de Mezcla del concreto patrón**

El diseño de mezcla se hizo con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, método derivado del ACI 211.1

##### **4.1.3.1. Resistencia requerida**

El diseño se hará para un concreto patrón con resistencia  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Respectivamente.

##### **4.1.3.2. Datos de los materiales obtenidos mediante ensayos**

Mediante ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes datos y condiciones de los materiales a emplear en la elaboración del concreto  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 31***Datos de los materiales a emplear en el diseño de mezcla del concreto patrón*

<b>Ítem</b>	<b>Cemento</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>agua</b>
Peso unitario seco		1837 kg/m <sup>3</sup>	1697 kg/m <sup>3</sup>	
compactado				
Peso unitario suelto seco		1687 kg/m <sup>3</sup>	1547 kg/m <sup>3</sup>	
Peso específico de la masa		2.65 g/cm <sup>3</sup>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	

Ítem	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
Contenido de humedad		0.68 %	0.77 %	
Absorción		2.56"	0.26"	
Tamaño máximo nominal			¾"	
Módulo de fineza		2.42	6.83	
Clasificación	Cemento Pacasmayo Extraforte			
Peso específico	3150 kg/m <sup>3</sup>			1000 kg/cm <sup>2</sup>
Descripción				Potable

*Nota.* Los datos obtenidos son el resultado de los ensayos previos realizados, así como también de la ficha técnica en algunos casos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.3. Selección del asentamiento

Para seleccionar el asentamiento se toma en consideración la tabla N° 5 en la que se considera que las condiciones en las que se va a elaborar el concreto implica que este sea de consistencia plástica, es decir que el slump esté entre 2" a 4".

#### 4.1.3.4. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾" de acuerdo al análisis granulométrico previamente realizado.

#### 4.1.3.5. Estimación del agua de mezclado

La cantidad de agua requerida se estima mediante la tabla N° 6, para ello se toma en cuenta que el concreto a elaborar no requiere de aire atrapado como tal, es por ello que se interceptan los valores del tamaño máximo nominal con el del slump y da como resultado una cantidad de 205 lts/m<sup>3</sup>, con aire atrapado sin incluir es de 2%, que en este caso se despreciará.

#### 4.1.3.6. Resistencia requerida o de diseño

La resistencia requerida se calcula de acuerdo a la tabla N° 7.

$$F'_{cr} = (210 + 85)\text{kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.3.7. Relación agua cemento

La relación agua cemento se calculará mediante la Tabla N° 8, de ella se puede observar que no se cuenta con un valor exacto para el diseño de un concreto  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$  por lo que se debe interpolar entre los valores más cercanos, de la siguiente manera:

350	—	0.4
295	—	x
280	—	0.48

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{350 - 280}{0.4 - 0.48} = \frac{295 - 280}{x - 0.48}$$

$$x = a/c = 0.551$$

De ello se obtiene que la relación agua/cemento es de 0.55

#### 4.1.3.8. Contenido de cemento

Con los datos del contenido de agua y la relación agua cemento reemplazamos en la formula:

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 372.24 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener la cantidad de bolsas de cemento, se divide el valor calculado entre el peso promedio del cemento que es de 42.5 kg, dándolos la cantidad de bolsas necesarias para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = \left( \frac{372.24}{42.5} \right) \text{bolsas}$$

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = 8.76 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 4.1.3.9. Volumen absoluto de la pasta y los agregados

El contenido de cemento se obtiene reemplazando valores en la fórmula a continuación:

$$\text{Volumen abs. de cemento} = \frac{372.24(\text{kg})}{3150 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen abs. de cemento} = 0.120 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = \frac{205(\text{kg})}{1000\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = 0.205 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

El resultado de la suma del volumen absoluto del cemento y el agua es el volumen absoluto de la pasta

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = (0.120 + 0.205) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = 0.325 \text{ m}^3$$

Por otro lado, la resta de el volumen absoluto de la pasta con la unidad es el resultado del volumen absoluto de los agregados

$$\text{Vol. abs. agregados} = (1 - 0.325) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. agregados} = 0.675 \text{ m}^3$$

#### 4.1.3.10. Módulo de fineza de la combinación de agregados

El módulo de fineza se selecciona mediante la tabla 9 que se muestra a continuación, considerando la cantidad de cemento en bolsas a emplear; como el número de bolsas se encuentra en un valor decimal se opta por interpolar entre los valores indicados en la tabla anterior de la siguiente manera.

9	–	5.19
8.76	–	<i>x</i>
8	–	5.11

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{9 - 8}{5.19 - 5.11} = \frac{8.76 - 8}{x - 5.11}$$

$$x = m_c = 5.17$$

Entonces el módulo de fineza de la combinación de agregados es de 5.17

#### 4.1.3.11. Volumen absoluto del agregado fino en porcentaje

Mediante el módulo de fineza de los agregados, así como también el de la combinación de agregados se reemplaza en la fórmula de la siguiente manera:

$$rf = \frac{6.83 - 5.17}{6.83 - 2.42} * 100 (\%)$$

$$rf = 37.60 \%$$

Por ende, el agregado fino compondrá un 37.60 % del volumen absoluto de los agregados.

#### 4.1.3.12. Volumen absoluto del agregado fino y grueso

Como ya se conoce el volumen absoluto de los agregados y el porcentaje de este que compondrá el agregado fino, se reemplaza en la formula a continuación:

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = (37.60\% * 0.675) \text{m}^3$$

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = 0.254 \text{ m}^3$$

Entonces el Volumen absoluto del agregado grueso viene a ser la diferencia entre el volumen absoluto de los agregados menos el volumen absoluto del agregado fino de tal manera como se muestra

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = (0.675 - 0.254) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = 0.421 \text{ m}^3$$

#### 4.1.3.13. Determinación de los pesos secos de los agregados

Para la determinación de los pesos secos, se multiplica el volumen absoluto de cada uno de los agregados por su respectivo peso específico, así como se muestra en la formula a continuación.

$$\text{Peso seco de agregado fino} = (0.254 * 2650) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado fino} = 672.45 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = (0.421 * 2630) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = 1107.67 \text{ kg}$$

#### 4.1.3.14. Resumen de los valores de diseño

**Tabla 32**

*Valores de diseño para el concreto patrón.*

Ítem	Cantidad requerida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	672.45 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1107.67 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.15. Corrección por humedad y absorción

Para empezar, se calcula el peso húmedo del agregado grueso, a partir del peso seco y humedad obtenidos previamente y se reemplaza en la formula a continuación:

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = (1107.67 + 1107.67 * 0.77\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = 1116.20 \text{ kg}$$

Luego se hace lo propio, pero con el agregado fino

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = (672.45 + 672.45 * 0.68\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = 677.02 \text{ kg}$$

Así mismo se calcula la cantidad de agua requerida para ambos agregados en función de su humedad y absorción.

$$\text{Agua en agregado grueso} = (1107.67 * (0.77\% - 0.26\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso} = 5.65 \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de agregado fino} = (672.45 * (0.68\% - 2.56\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de agregado fino} = -12.64 \text{ Lts}$$

Finalmente se calcula la cantidad de agua neta o efectiva a emplear en la elaboración del concreto restando la cantidad de agua de diseño menos el agua contenida tanto en el agregado grueso como en el fino.

$$\text{Agua de mezclado neta} = (205 - (5.65 + (-12.64))) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 212 \text{ Lts}$$

#### 4.1.3.16. Valores finales corregidos de los valores de diseño

Los valores de diseño se encuentran en la tabla a continuación

**Tabla 33**

*Valores de diseño para concreto patrón corregidos.*

Ítem	Cantidad requerida corregida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua neta	212 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	677.02 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1116.20 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.17. Proporciones en peso

Las proporciones en peso se muestran a continuación

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
$\frac{372.24}{372.24}$	$\frac{677.02}{372.24}$	$\frac{1116.20}{372.24}$	$\frac{212}{372.24}$

C	AF	AG	A
1	1.82	3	0.57

Para entenderlo mejor, en la tabla se muestra las proporciones de cada material para la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34**

*Proporciones en peso del concreto patrón*

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua
1	1.82	3	0.57

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Diseño de Mezcla del concreto patrón más aditivo

El diseño de mezcla se hizo con el método del módulo de finza de la combinación de agregados, método derivado del ACI 211.1

#### 4.1.4.1. Resistencia requerida

El diseño se hará para un concreto patrón con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Respectivamente.

#### 4.1.4.2. Datos de los materiales obtenidos mediante ensayos

Mediante ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes datos y condiciones de los materiales a emplear en la elaboración del concreto  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 35**

*Datos de los materiales para el diseño de mezcla del concreto patrón incluido aditivo.*

Ítem	Cemento	Agregad o fino	Agregad o grueso	agua	Aditivo
Peso					
unitario		1837	1697		
seco		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
compactado					
Peso					
unitario		1687	1547		
suelto seco		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
Peso					
específico		2.65	2.63		
de la masa		g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido					
de		0.68 %	0.77 %		
humedad					
Absorción		2.56"	0.26"		
Tamaño					
máximo			¾"		
nominal					
Módulo de					
fineza		2.42	6.83		

Ítem	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua	Aditivo
Clasificación	Cemento Pacasmayo Extraforte				Superplastificante
Peso específico	3150 kg/m <sup>3</sup>			1000 kg/cm <sup>2</sup>	
Descripción				Potable	Sikament®-290 N 0.7% al 1.2% del peso del cemento
Densidad					1.2 g/cm <sup>3</sup>

*Nota.* Los datos obtenidos son el resultado de los ensayos previos realizados, así como también de la ficha técnica en algunos casos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.3. Selección del asentamiento

Para seleccionar el asentamiento se toma en consideración la tabla N° 5 en la que se considera que las condiciones en las que se va a elaborar el concreto implica que este sea de consistencia plástica, es decir que el slump esté entre 2" a 4".

#### 4.1.4.4. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾" de acuerdo al análisis granulométrico previamente realizado.

#### 4.1.4.5. Estimación del agua de mezclado

La cantidad de agua requerida se estima mediante la tabla N° 6, para ello se toma en cuenta que el concreto a elaborar no requiere de aire atrapado como tal, es por ello que se interceptan los valores del tamaño máximo nominal con el del slump y da como resultado una cantidad de 205 lts/m<sup>3</sup>, con aire atrapado sin incluir es de 2%, que en este caso se despreciará.

#### 4.1.4.6. Resistencia requerida o de diseño

La resistencia requerida se calcula de acuerdo a la tabla N° 7, y como la resistencia a la compresión que se desea es de  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$  se reemplaza el valor en la tercera fila de la segunda columna, tal y como se muestra a continuación:

$$F'_{cr} = (210 + 85)\text{kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.4.7. Relación agua cemento

La relación agua cemento se calculará mediante la Tabla N° 8, de ella se puede observar que no se cuenta con un valor exacto para el diseño de un concreto  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$  por lo que se debe interpolar entre los valores más cercanos, de la siguiente manera:

350	–	0.4
295	–	x
280	–	0.48

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{350 - 280}{0.4 - 0.48} = \frac{295 - 280}{x - 0.48}$$

$$x = a/c = 0.551$$

De ello se obtiene que la relación agua/cemento es de 0.551

#### 4.1.4.8. Contenido de cemento

Con los datos del contenido de agua y la relación agua cemento despejamos y reemplazamos en la fórmula.

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 372.24 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener la cantidad de bolsas de cemento, se divide el valor calculado entre el peso promedio del cemento que es de 42.5 kg, dándolos la cantidad de bolsas necesarias para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = \left( \frac{372.24}{42.5} \right) \text{bolsas}$$

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = 8.76 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 4.1.4.9. Volumen absoluto de la pasta y los agregados

El contenido de cemento se obtiene reemplazando valores en la fórmula a continuación:

$$\text{Volumen abs. de cemento} = \frac{372.24(\text{kg})}{3150 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen abs. de cemento} = 0.120 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = \frac{205(\text{kg})}{1000\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = 0.205 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

El resultado de la suma del volumen absoluto del cemento y el agua es el volumen absoluto de la pasta

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = (0.120 + 0.205) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = 0.325 \text{ m}^3$$

Por otro lado, la resta de el volumen absoluto de la pasta con la unidad es el resultado del volumen absoluto de los agregados

$$\text{Vol. abs. agregados} = (1 - 0.325) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. agregados} = 0.675 \text{ m}^3$$

#### 4.1.4.10. Módulo de fineza de la combinación de agregados

El módulo de fineza se selecciona mediante la tabla N° 9, considerando la cantidad de cemento en bolsas a emplear, como el número de bolsas se encuentra en un valor decimal se opta por interpolar entre los valores más próximos, tanto inferior como superior.

9	—	5.19
8.76	—	x
8	—	5.11

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{9 - 8}{5.19 - 5.11} = \frac{8.76 - 8}{x - 5.11}$$

$$x = m_c = 5.17$$

Entonces el módulo de fineza de la combinación de agregados es de 5.17

#### 4.1.4.11. Volumen absoluto del agregado fino en porcentaje

Mediante el módulo de fineza de los agregados, así como también el de la combinación de agregados se reemplaza en la fórmula de la siguiente manera:

$$r_f = \frac{6.83 - 5.17}{6.83 - 2.42} * 100 (\%)$$

$$r_f = 37.60 \%$$

Por ende, el agregado fino compondrá un 37.60 % del volumen absoluto de los agregados.

#### 4.1.4.12. Volumen absoluto del agregado fino y grueso

Como ya se conoce el volumen absoluto de los agregados y el porcentaje de este que compondrá el agregado fino, se reemplaza en la fórmula a continuación:

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = (37.60\% * 0.675) \text{m}^3$$

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = 0.254 \text{ m}^3$$

Entonces el Volumen absoluto del agregado grueso viene a ser la diferencia entre el volumen absoluto de los agregados menos el volumen absoluto del agregado fino de tal manera como se muestra

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = (0.675 - 0.254) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = 0.421 \text{ m}^3$$

#### 4.1.4.13. Determinación de los pesos secos de los agregados

Para la determinación de los pesos secos, se multiplica el volumen absoluto de cada uno de los agregados por su respectivo peso específico, así como se muestra en la fórmula a continuación.

$$\text{Peso seco de agregado fino} = (0.254 * 2650) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado fino} = 672.45 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = (0.421 * 2630) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = 1107.67 \text{ kg}$$

#### 4.1.4.14. Resumen de los valores de diseño

**Tabla 36**

*Valores de diseño para el concreto patrón más aditivo.*

Ítem	Cantidad requerida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	672.45 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1107.67 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.15. Corrección por humedad y absorción

Para empezar, se calcula el peso húmedo del agregado grueso, a partir del peso seco y humedad obtenidos previamente y se reemplaza en la formula a continuación:

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = (1107.67 + 1107.67 * 0.77\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = 1116.20 \text{ kg}$$

Luego se hace lo propio, pero con el agregado fino

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = (672.45 + 672.45 * 0.68\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = 677.02 \text{ kg}$$

Así mismo se calcula la cantidad de agua requerida para ambos agregados en función de su humedad y absorción.

$$\text{Agua en agregado grueso} = (1107.67 * (0.77\% - 0.26\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso} = 5.65 \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de agregado fino} = (672.45 * (0.68\% - 2.56\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua de agregado fino} = -12.64 \text{ Lts}$$

Finalmente se calcula la cantidad de agua neta o efectiva a emplear en la elaboración del concreto restando la cantidad de agua de diseño menos el agua contenida tanto en el agregado grueso como en el fino.

$$\text{Agua de mezclado neta} = (205 - (5.65 + (-12.64))) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 212 \text{ Lts}$$

#### 4.1.4.16. Valores finales corregidos de los valores de diseño

Los valores de diseño se encuentran en la tabla a continuación

**Tabla 37**

*Valores de diseño corregidos para concreto patrón más aditivo.*

Ítem	Cantidad requerida corregida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua neta	212 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	677.02 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1116.20 kg/m <sup>3</sup>

Nota. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.17. Efecto del aditivo superplastificante en la cantidad de agua y en la relación a/c

La ficha técnica nos menciona que como superplastificante el aditivo puede llegar a reducir hasta un 20% de la cantidad de agua sin perder su trabajabilidad, así mismo indica que como superplastificante se debe aplicar de 0.7% a 1.2% con respecto al peso del cemento, es por ello que se aplica esta regla de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 372.24 * 1.1\%$$

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 4.10 \text{ kg}$$

Así mismo se reducirá la cantidad de agua neta en un 15% debido a la aplicación del aditivo superplastificante

$$\text{Agua de mezclado neta + aditivo} = (212 - 212 * 15\%) \text{Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta + aditivo} = 180.2 \text{ Lts}$$

#### 4.1.4.18. Proporciones en peso

Las proporciones en peso se muestran a continuación

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Aditivo
$\frac{372.24}{372.24}$	$\frac{677.02}{372.24}$	$\frac{1116.20}{372.24}$	$\frac{180.2}{372.24}$	$\frac{4.10}{372.24}$

C	AF	AG	A	Ad
1	1.82	3	0.48	0.011

Para entenderlo mejor, en la tabla se muestra las proporciones de cada material para la elaboración de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 38**

*Proporciones en peso para elaborar el concreto patrón más aditivo.*

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua	Aditivo
1	1.82	3	0.48	0.011

Nota. Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.5. Diseño de Mezcla del concreto patrón agregado grueso cascote en 15% y aditivo superplastificante**

El diseño de mezcla se hizo con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, método derivado del ACI 211.1

##### **4.1.5.1. Resistencia requerida**

El diseño se hará para un concreto patrón con resistencia  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  Respectivamente.

##### **4.1.5.2. Datos de los materiales obtenidos mediante ensayos**

Mediante ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes datos y condiciones de los materiales a emplear en la elaboración del concreto  $f'=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 39**

*Datos de los materiales para el diseño de mezcla del concreto patrón incluido aditivo*

Ítem	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado grueso cascote	agua	Aditivo
Peso unitario seco compactado		1837 kg/m <sup>3</sup>	1697 kg/m <sup>3</sup>	1429 Kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario suelto seco		1687 kg/m <sup>3</sup>	1547 kg/m <sup>3</sup>	1279 kg/m <sup>3</sup>		
Peso específico de la masa		2.65 g/cm <sup>3</sup>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.40 g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad		0.68 %	0.77 %	2.12 %		
Absorción		2.56"	0.26"	1.90%		
Tamaño máximo nominal			¾"	¾"		
Módulo de fineza		2.42	6.83	6.87		
Clasificación	Cemento Pacasmayo Extraforte					Superplastificante
Peso específico	3150 kg/m <sup>3</sup>				1000 kg/cm <sup>2</sup>	

---

Descripción	Potable	Sikament®-290 N 0.7% al 1.2% del peso del cemento
Densidad		1.2 g/cm <sup>3</sup>

---

*Nota.* Los datos obtenidos son el resultado de los ensayos previos realizados, así como también de la ficha técnica en algunos casos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5.3. Selección del asentamiento

Para seleccionar el asentamiento se toma en consideración la tabla N° 5 en la que se considera que las condiciones en las que se va a elaborar el concreto implica que este sea de consistencia plástica, es decir que el slump esté entre 2" a 4".

#### 4.1.5.4. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾" de acuerdo al análisis granulométrico previamente realizado.

#### 4.1.5.5. Estimación del agua de mezclado

La cantidad de agua requerida se estima mediante la tabla N° 6, para ello se toma en cuenta que el concreto a elaborar no requiere de aire atrapado como tal, es por ello que se interceptan los valores del tamaño máximo nominal con el del slump y da como resultado una cantidad de 205 lts/m<sup>3</sup>, con aire atrapado sin incluir es de 2%, que en este caso se despreciará.

#### 4.1.5.6. Resistencia requerida o de diseño

La resistencia requerida se calcula de acuerdo a la tabla N° 7.

$$F'_{cr} = (210 + 85) \text{kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.5.7. Relación agua cemento

La relación agua cemento se calculará mediante la Tabla N° 8, de ella se puede observar que no se cuenta con un valor exacto para el diseño de un concreto  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$  por lo que se debe interpolar entre los valores más cercanos, de la siguiente manera:

350	—	0.4
295	—	x
280	—	0.48

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{350 - 280}{0.4 - 0.48} = \frac{295 - 280}{x - 0.48}$$

$$x = a/c = 0.551$$

De ello se obtiene que la relación agua/cemento es de 0.551

#### 4.1.5.8. Contenido de cemento

Con los datos del contenido de agua y la relación agua cemento reemplazamos en la formula:

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 372.24 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener la cantidad de bolsas de cemento, se divide el valor calculado entre el peso promedio del cemento que es de 42.5 kg, dándolos la cantidad de bolsas necesarias para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = \left( \frac{372.24}{42.5} \right) \text{ bolsas}$$

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = 8.76 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 4.1.5.9. Volumen absoluto de la pasta y los agregados

El contenido de cemento se obtiene reemplazando valores en la formula a continuación:

$$\text{Volumen abs. de cemento} = \frac{372.24(\text{kg})}{3150 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen abs. de cemento} = 0.120 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = \frac{205(\text{kg})}{1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = 0.205 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

El resultado de la suma del volumen absoluto del cemento y el agua es el volumen absoluto de la pasta.

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = (0.120 + 0.205) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = 0.325 \text{ m}^3$$

Por otro lado, la resta de el volumen absoluto de la pasta con la unidad es el resultado del volumen absoluto de los agregados

$$\text{Vol. abs. agregados} = (1 - 0.325) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. agregados} = 0.675 \text{ m}^3$$

#### 4.1.5.10. Módulo de fineza de la combinación de agregados

En este caso como se va a reemplazar en un 15% de agregado grueso por cascote, se deberá calcular el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados del mismo tipo, es decir del agregado grueso natural y del cascote apoyándonos de los valores de los módulos de fineza individuales, tal manera como se muestra a continuación.

$$MF_{mezcla} = \frac{MF_A * P_A}{100} + \frac{MF_B * P_B}{100}$$

Donde:

$P_A$  y  $P_B$  son los porcentajes en peso de los agregados A y B

Se reemplaza en la formula y se obtiene el valor del módulo de fineza de la combinación de ambos agregados, de acuerdo al porcentaje que tendrá cada uno.

$$MF_{mezcla} = \frac{6.83 * 85}{100} + \frac{7.16 * 15}{100}$$

$$MF_{mezcla} = 6.88$$

Obteniendo de esa forma el valor del Módulo de fineza de la combinación de agregados del mismo tipo, para posteriormente continuar con el procedimiento a partir de la tabla N° 9. Como el número de bolsas se encuentra en un valor decimal se opta por interpolar entre los valores indicados en la tabla anterior de la siguiente manera.

9	—	5.19
8.76	—	x
8	—	5.11

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{9 - 8}{5.19 - 5.11} = \frac{8.76 - 8}{x - 5.11}$$

$$x = m_c = 5.17$$

Entonces el módulo de fineza de la combinación de agregados es de 5.17

#### 4.1.5.11. Volumen absoluto del agregado fino en porcentaje

Mediante el módulo de fineza de los agregados, así como también el de la combinación de agregados se reemplaza en la fórmula de la siguiente manera:

$$rf = \frac{6.88 - 5.17}{6.88 - 2.42} * 100 (\%)$$

$$rf = 38.30 \%$$

Por ende, el agregado fino compondrá un 38.30 % del volumen absoluto de los agregados.

#### **4.1.5.12. Volumen absoluto del agregado fino y grueso**

Como ya se conoce el volumen absoluto de los agregados y el porcentaje de este que compondrá el agregado fino, se reemplaza en la formula:

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = (38.30\% * 0.675) \text{m}^3$$

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = 0.259 \text{ m}^3$$

Entonces el Volumen absoluto del agregado grueso viene a ser la diferencia entre el volumen absoluto de los agregados menos el volumen absoluto del agregado fino de tal manera como se muestra

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = (0.675 - 0.259) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = 0.416 \text{ m}^3$$

#### **4.1.5.13. Determinación de los pesos secos de los agregados**

Para la determinación de los pesos secos, se multiplica el volumen absoluto de cada uno de los agregados por su respectivo peso específico, considerando el porcentaje que compone el cascote de 15% con respecto al agregado grueso; así como se muestra en la formula a continuación:

$$\text{Peso seco de agregado fino} = (0.259 * 2650) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado fino} = 685.03 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = (0.416 * 2630 * 85\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = 930.91 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso(cascote 15\%)} = (0.416 * 2400 * 15\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso (cascote 15\%)} = 149.91 \text{ kg}$$

#### 4.1.5.14. Resumen de los valores de diseño

**Tabla 40**

*Resumen de valores de diseño para el concreto más 15% de sustitución.*

Ítem	Cantidad requerida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	685.03 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	930.91 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso cascote 15%	149.91 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5.15. Corrección por humedad y absorción

Para empezar, se calcula el peso húmedo del agregado grueso y cascote, a partir del peso seco y humedad obtenidos previamente y se reemplaza en la fórmula a continuación:

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = (930.91 + 930.91 * 0.77\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = 938.07 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso cascote húmedo en kg} = (149.91 + 149.91 * 2.12\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso cascote húmedo en kg} = 153.09 \text{ kg}$$

Luego se hace lo propio, pero con el agregado fino

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = (685.03 + 685.03 * 0.68\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = 689.69 \text{ kg}$$

Así mismo se calcula la cantidad de agua requerida para ambos agregados en función de su humedad y absorción.

$$\text{agua en agregado grueso} = (930.91 * (0.77\% - 0.26\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso} = 4.75 \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso(cascote 15\%)} = (151.49 * (2.12\% - 1.9\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso} = 0.33 \text{ Lts}$$

$$\text{agua de agregado fino} = (685.03 * (0.68\% - 2.56\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua de agregado fino} = -12.88 \text{ Lts}$$

Finalmente se calcula la cantidad de agua neta o efectiva a emplear en la elaboración del concreto restando la cantidad de agua de diseño menos el agua contenida tanto en el agregado grueso como en el fino.

$$\text{Agua de mezclado neta} = (205 - (4.75 + 0.33 + (-12.88))) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 212.80 \text{ Lts}$$

#### 4.1.5.16. Valores finales corregidos de los valores de diseño

Los valores de diseño se encuentran en la tabla a continuación

**Tabla 41**

*Valores de diseño corregidos para el concreto más 15% de sustitución.*

Ítem	Cantidad requerida corregida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua neta	212.80 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	689.69 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	938.07 kg/m <sup>3</sup>
Agregado reciclado (15%)	153.09 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5.17. Efecto del aditivo superplastificante en la cantidad de agua y en la relación a/c

La ficha técnica nos menciona que como superplastificante el aditivo puede llegar a reducir hasta un 20% de la cantidad de agua sin perder su trabajabilidad, así mismo indica que como superplastificante se debe aplicar de 0.7% a 1.2% con respecto al peso del cemento, es por ello que se aplica esta regla de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 372.24 * 1.1\%$$

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 4.10 \text{ kg}$$

Así mismo se reducirá la cantidad de agua neta en un 15% debido a la aplicación del aditivo superplastificante

$$\text{Agua de mezclado neta} + \text{aditivo} = (212.80 - 212.80 * 15\%) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} + \text{aditivo} = 180.88 \text{ Lts}$$

#### 4.1.5.18. Proporciones en peso

Las proporciones en peso se muestran a continuación

$$\frac{C}{372.24} : \frac{AF}{372.24} : \frac{AG}{372.24} : \frac{AR}{372.24} : \frac{Ag.}{372.24} : \frac{Adit.}{372.24}$$

$$\frac{372.24}{372.24} : \frac{689.69}{372.24} : \frac{938.07}{372.24} : \frac{153.09}{372.24} : \frac{180.88}{372.24} : \frac{4.10}{372.24}$$

C	AF	AG	AR	Ag.	Ad
1	1.85	2.52	0.41	0.49	0.011

Para entenderlo mejor, en la tabla se muestra las proporciones de cada material para la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> Con una sustitución de 15% de agregado grueso natural con cascote.

**Tabla 42**

*Proporciones por volumen para el concreto más 15% de sustitución.*

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agr. Reciclado (15%)	Agua	Aditivo
1	1.85	2.52	0.41	0.49	0.011

Nota. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6. Diseño de Mezcla del concreto patrón agregado grueso cascote en 30% y aditivo superplastificante

El diseño de mezcla se hizo con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, método derivado del ACI 211.1

##### 4.1.6.1. Resistencia requerida

El diseño se hará para un concreto patrón con resistencia  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> Respectivamente.

##### 4.1.6.2. Datos de los materiales obtenidos mediante ensayos

Mediante ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes datos y condiciones de los materiales a emplear en la elaboración del concreto  $f'=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 43***Datos para el diseño del concreto más 30% de sustitución*

Ítem	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado grueso cascote	agua	Aditivo
Peso unitario seco compactado		1837 kg/m <sup>3</sup>	1697 kg/m <sup>3</sup>	1429 Kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario suelto seco		1687 kg/m <sup>3</sup>	1547 kg/m <sup>3</sup>	1279 kg/m <sup>3</sup>		
Peso específico de la masa		2.65 g/cm <sup>3</sup>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.40 g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad		0.68 %	0.77 %	2.12 %		
Absorción		2.56"	0.26"	1.90%		
Tamaño máximo nominal			¾"	¾"		
Módulo de fineza		2.42	6.83	6.87		
Clasificación	Cemento Pacasmayo Extraforte					Superplastificante
Peso específico	3150 kg/m <sup>3</sup>				1000 kg/cm <sup>2</sup>	

---

Descripción	Potable	Sikament®-290 N 0.7% al 1.2% del peso del cemento
Densidad		1.2 g/cm <sup>3</sup>

---

*Nota.* Los datos obtenidos son el resultado de los ensayos previos realizados, así como también de la ficha técnica en algunos casos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6.3. Selección del asentamiento

Para seleccionar el asentamiento se toma en consideración la tabla N° 5 en la que se considera que las condiciones en las que se va a elaborar el concreto implica que este sea de consistencia plástica, es decir que el slump esté entre 2" a 4".

#### 4.1.6.4. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾" de acuerdo al análisis granulométrico previamente realizado.

#### 4.1.6.5. Estimación del agua de mezclado

La cantidad de agua requerida se estima mediante la tabla N° 6, para ello se toma en cuenta que el concreto a elaborar no requiere de aire atrapado como tal, es por ello que se interceptan los valores del tamaño máximo nominal con el del slump y da como resultado una cantidad de 205 lts/m<sup>3</sup>, con aire atrapado sin incluir es de 2%, que en este caso se despreciará.

#### 4.1.6.6. Resistencia requerida o de diseño

La resistencia requerida se calcula de acuerdo a la tabla N° 7.

$$F'_{cr} = (210 + 85) \text{kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.6.7. Relación agua cemento

La relación agua cemento se calculará mediante la Tabla N° 8, de ella se puede observar que no se cuenta con un valor exacto para el diseño de un concreto  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$  por lo que se debe interpolar entre los valores más cercanos, de la siguiente manera:

350	—	0.4
295	—	x
280	—	0.48

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{350 - 280}{0.4 - 0.48} = \frac{295 - 280}{x - 0.48}$$

$$x = a/c = 0.551$$

De ello se obtiene que la relación agua/cemento es de 0.551

#### 4.1.6.8. Contenido de cemento

Con los datos del contenido de agua y la relación agua cemento reemplazamos en la formula:

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 372.24 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener la cantidad de bolsas de cemento, se divide el valor calculado entre el peso promedio del cemento que es de 42.5 kg, dándolos la cantidad de bolsas necesarias para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = \left( \frac{372.24}{42.5} \right) \text{ bolsas}$$

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = 8.76 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 4.1.6.9. Volumen absoluto de la pasta y los agregados

El contenido de cemento se obtiene reemplazando valores en la formula a continuación:

$$\text{Volumen abs. de cemento} = \frac{372.24(\text{kg})}{3150 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen abs. de cemento} = 0.120 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = \frac{205(\text{kg})}{1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = 0.205 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

El resultado de la suma del volumen absoluto del cemento y el agua es el volumen absoluto de la pasta.

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = (0.120 + 0.205) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = 0.325 \text{ m}^3$$

Por otro lado, la resta de el volumen absoluto de la pasta con la unidad es el resultado del volumen absoluto de los agregados

$$\text{Vol. abs. agregados} = (1 - 0.325) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. agregados} = 0.675 \text{ m}^3$$

#### 4.1.6.10. Módulo de fineza de la combinación de agregados

En este caso como se va a reemplazar en un 30% de agregado grueso por cascote, se deberá calcular el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados del mismo tipo, es decir del agregado grueso natural y del cascote apoyándonos de los valores de los módulos de fineza individuales, tal manera como se muestra a continuación.

$$MF_{mezcla} = \frac{MF_A * P_A}{100} + \frac{MF_B * P_B}{100}$$

Donde:

$P_A$  y  $P_B$  son los porcentajes en peso de los agregados A y B

Se reemplaza en la formula y se obtiene el valor del módulo de fineza de la combinación de ambos agregados, de acuerdo al porcentaje que tendrá cada uno.

$$MF_{mezcla} = \frac{6.83 * 70}{100} + \frac{7.16 * 30}{100}$$

$$MF_{mezcla} = 6.93$$

Obteniendo de esa forma el valor del Módulo de fineza de la combinación de agregados del mismo tipo, para posteriormente continuar con el procedimiento a partir de la tabla N° 9. Como el número de bolsas se encuentra en un valor decimal se opta por interpolar entre los valores indicados en la tabla anterior de la siguiente manera.

9	—	5.19
8.76	—	x
8	—	5.11

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{9 - 8}{5.19 - 5.11} = \frac{8.76 - 8}{x - 5.11}$$

$$x = m_c = 5.17$$

Entonces el módulo de fineza de la combinación de agregados es de 5.17

#### 4.1.6.11. Volumen absoluto del agregado fino en porcentaje

Mediante el módulo de fineza de los agregados, así como también el de la combinación de agregados se reemplaza en la fórmula de la siguiente manera:

$$rf = \frac{6.93 - 5.17}{6.93 - 2.42} * 100 (\%)$$

$$rf = 38.99 \%$$

Por ende, el agregado fino compondrá un 38.99 % del volumen absoluto de los agregados.

#### **4.1.6.12. Volumen absoluto del agregado fino y grueso**

Como ya se conoce el volumen absoluto de los agregados y el porcentaje de este que compondrá el agregado fino, se reemplaza en la formula a continuación:

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = (38.99\% * 0.675) \text{m}^3$$

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = 0.263 \text{ m}^3$$

Entonces el Volumen absoluto del agregado grueso viene a ser la diferencia entre el volumen absoluto de los agregados menos el volumen absoluto del agregado fino de tal manera como se muestra

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = (0.675 - 0.263) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = 0.412 \text{ m}^3$$

#### **4.1.6.13. Determinación de los pesos secos de los agregados**

Para la determinación de los pesos secos, se multiplica el volumen absoluto de cada uno de los agregados por su respectivo peso específico, considerando el porcentaje que compone el cascote de 15% con respecto al agregado grueso; así como se muestra en la formula a continuación:

$$\text{Peso seco de agregado fino} = (0.263 * 2650) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado fino} = 697.33 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = (0.412 * 2630 * 70\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = 758.08 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso(cascote 30\%)} = (0.412 * 2400 * 30\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso (cascote 30\%)} = 296.48 \text{ kg}$$

#### 4.1.6.14. Resumen de los valores de diseño

**Tabla 44**

*Resumen de valores de diseño para concreto más 30% de sustitución.*

Ítem	Cantidad requerida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	697.33 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	758.08 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso cascote 15%	296.48 kg/m <sup>3</sup>

Nota. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6.15. Corrección por humedad y absorción

Para empezar, se calcula el peso húmedo del agregado grueso y cascote, a partir del peso seco y humedad obtenidos previamente y se reemplaza en la fórmula a continuación:

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = (758.08 + 758.08 * 0.77\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = 763.92 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso cascote húmedo en kg} = (296.48 + 296.48 * 2.12\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso cascote húmedo en kg} = 302.77 \text{ kg}$$

Luego se hace lo propio, pero con el agregado fino

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = (697.33 * 697.33 * 0.68\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = 702.07 \text{ kg}$$

Así mismo se calcula la cantidad de agua requerida para ambos agregados en función de su humedad y absorción.

$$\text{agua en agregado grueso} = (758.08 * (0.77\% - 0.26\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso} = 3.87 \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso(cascote 30\%)} = (296.48 * (2.12\% - 1.9\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua en agregado grueso (cascote 30\%)} = 0.65 \text{ Lts}$$

$$\text{agua de agregado fino} = (697.33 * (0.68\% - 2.56\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{agua de agregado fino} = -13.11 \text{ Lts}$$

Finalmente se calcula la cantidad de agua neta o efectiva a emplear en la elaboración del concreto restando la cantidad de agua de diseño menos el agua contenida tanto en el agregado grueso como en el fino.

$$\text{Agua de mezclado neta} = (205 - (3.87 + 0.65 + (-13.11))) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 213.59 \text{ Lts}$$

#### 4.1.6.16. Valores finales corregidos de los valores de diseño

Los valores de diseño se encuentran en la tabla a continuación

**Tabla 45**

*Valores de diseño corregidos para el concreto más 30% de sustitución.*

Ítem	Cantidad requerida corregida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua neta	213.59 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	702.07 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	763.92 kg/m <sup>3</sup>
Agregado reciclado (30%)	302.77 kg/m <sup>3</sup>

Nota. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6.17. Efecto del aditivo superplastificante en la cantidad de agua y en la relación a/c

La ficha técnica nos menciona que como superplastificante el aditivo puede llegar a reducir hasta un 20% de la cantidad de agua sin perder su trabajabilidad, así mismo indica que como superplastificante se debe aplicar de 0.7% a 1.2% con respecto al peso del cemento, es por ello que se aplica esta regla de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 372.24 * 1.1\%$$

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 4.10 \text{ kg}$$

Así mismo se reducirá la cantidad de agua neta en un 15% debido a la aplicación del aditivo superplastificante

$$\text{Agua de mezclado neta} + \text{aditivo} = (213.59 - 213.59 * 15\%) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} + \text{aditivo} = 181.55 \text{ Lts}$$

#### 4.1.6.18. Proporciones en peso

Las proporciones en peso se muestran a continuación

$$\frac{C}{372.24} : \frac{AF}{372.24} : \frac{AG}{372.24} : \frac{AR}{372.24} : \frac{Ag.}{372.24} : \frac{Adit.}{372.24}$$

C	AF	AG	AR	Ag.	Ad
1	: 1.89	: 2.05	: 0.81	: 0.49	: 0.011

Para entenderlo mejor, en la tabla se muestra las proporciones de cada material para la elaboración de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  Con una sustitución de 30% de agregado grueso natural con cascote.

**Tabla 46**

*Proporciones en peso del concreto más 30% de sustitución.*

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agr. Reciclado (30%)	Agua	Aditivo
1	1.89	2.05	0.81	0.49	0.011

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7. Diseño de Mezcla del concreto patrón agregado grueso cascote en 45% y aditivo superplastificante

El diseño de mezcla se hizo con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, método derivado del ACI 211.1

##### 4.1.7.1. Resistencia requerida

El diseño se hará para un concreto patrón con resistencia  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  Respectivamente.

##### 4.1.7.2. Datos de los materiales obtenidos mediante ensayos

Mediante ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes datos y condiciones de los materiales a emplear en la elaboración del concreto  $f'=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 47**

*Datos para el diseño de mezcla del concreto más 45% de sustitución*

Ítem	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado grueso cascote	agua	Aditivo
Peso unitario seco compactado		1837 kg/m <sup>3</sup>	1697 kg/m <sup>3</sup>	1429 Kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario suelto seco		1687 kg/m <sup>3</sup>	1547 kg/m <sup>3</sup>	1279 kg/m <sup>3</sup>		
Peso específico de la masa		2.65 g/cm <sup>3</sup>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.40 g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad		0.68 %	0.77 %	2.12 %		
Absorción		2.56"	0.26"	1.90%		
Tamaño máximo nominal			¾"	¾"		
Módulo de fineza		2.42	6.83	6.87		
Clasificación	Cemento Pacasmayo Extraforte					Superplastificante
Peso específico	3150 kg/m <sup>3</sup>				1000 kg/cm <sup>2</sup>	

---

Descripción	Potable	Sikament®-290 N 0.7% al 1.2% del peso del cemento
Densidad		1.2 g/cm <sup>3</sup>

---

*Nota.* Los datos obtenidos son el resultado de los ensayos previos realizados, así como también de la ficha técnica en algunos casos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7.3. Selección del asentamiento

Para seleccionar el asentamiento se toma en consideración la tabla N° 5 en la que se considera que las condiciones en las que se va a elaborar el concreto implica que este sea de consistencia plástica, es decir que el slump esté entre 2" a 4".

#### 4.1.7.4. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾" de acuerdo al análisis granulométrico previamente realizado.

#### 4.1.7.5. Estimación del agua de mezclado

La cantidad de agua requerida se estima mediante la tabla N° 6, para ello se toma en cuenta que el concreto a elaborar no requiere de aire atrapado como tal, es por ello que se interceptan los valores del tamaño máximo nominal con el del slump y da como resultado una cantidad de 205 lts/m<sup>3</sup>, con aire atrapado sin incluir es de 2%, que en este caso se despreciará.

#### 4.1.7.6. Resistencia requerida o de diseño

La resistencia requerida se calcula de acuerdo a la tabla N° 7.

$$F'_{cr} = (210 + 85) \text{kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.7.7. Relación agua cemento

La relación agua cemento se calculará mediante la Tabla N° 8, de ella se puede observar que no se cuenta con un valor exacto para el diseño de un concreto  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$  por lo que se debe interpolar entre los valores más cercanos, de la siguiente manera:

350	—	0.4
295	—	x
280	—	0.48

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{350 - 280}{0.4 - 0.48} = \frac{295 - 280}{x - 0.48}$$

$$x = a/c = 0.551$$

De ello se obtiene que la relación agua/cemento es de 0.55

#### 4.1.7.8. Contenido de cemento

Con los datos del contenido de agua y la relación agua cemento reemplazamos en la formula:

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 372.24 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener la cantidad de bolsas de cemento, se divide el valor calculado entre el peso promedio del cemento que es de 42.5 kg, dándolos la cantidad de bolsas necesarias para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = \left( \frac{372.24}{42.5} \right) \text{ bolsas}$$

$$\text{Contenido de cemento en bolsas} = 8.76 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 4.1.7.9. Volumen absoluto de la pasta y los agregados

El contenido de cemento se obtiene reemplazando valores en la formula a continuación:

$$\text{Volumen abs. de cemento} = \frac{372.24(\text{kg})}{3150 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen abs. de cemento} = 0.120 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = \frac{205(\text{kg})}{1000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen abs. de agua} = 0.205 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

El resultado de la suma del volumen absoluto del cemento y el agua es el volumen absoluto de la pasta.

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = (0.120 + 0.205) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. de la pasta} = 0.325 \text{ m}^3$$

Por otro lado, la resta de el volumen absoluto de la pasta con la unidad es el resultado del volumen absoluto de los agregados

$$\text{Vol. abs. agregados} = (1 - 0.325) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs. agregados} = 0.675 \text{ m}^3$$

#### 4.1.7.10. Módulo de fineza de la combinación de agregados

En este caso como se va a reemplazar en un 45% de agregado grueso por cascote, se deberá calcular el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados del mismo tipo, es decir del agregado grueso natural y del cascote apoyándonos de los valores de los módulos de fineza individuales, tal manera como se muestra a continuación.

$$MF_{mezcla} = \frac{MF_A * P_A}{100} + \frac{MF_B * P_B}{100}$$

Donde:

$P_A$  y  $P_B$  son los porcentajes en peso de los agregados A y B

Se reemplaza en la formula y se obtiene el valor del módulo de fineza de la combinación de ambos agregados, de acuerdo al porcentaje que tendrá cada uno.

$$MF_{mezcla} = \frac{6.97 * 85}{100} + \frac{6.97 * 15}{100}$$

$$MF_{mezcla} = 6.98$$

Obteniendo de esa forma el valor del Módulo de fineza de la combinación de agregados del mismo tipo, para posteriormente continuar con el procedimiento a partir de la tabla N° 9. Como el número de bolsas se encuentra en un valor decimal se opta por interpolar entre los valores indicados en la tabla anterior de la siguiente manera.

9	–	5.19
8.76	–	x
8	–	5.11

Teniendo los valores entre los cuales se van a interpolar se aplica la fórmula

$$\frac{9 - 8}{5.19 - 5.11} = \frac{8.76 - 8}{x - 5.11}$$

$$x = m_c = 5.17$$

Entonces el módulo de fineza de la combinación de agregados es de 5.17

#### 4.1.7.11. Volumen absoluto del agregado fino en porcentaje

Mediante el módulo de fineza de los agregados, así como también el de la combinación de agregados se reemplaza en la fórmula de la siguiente manera:

$$rf = \frac{6.97 - 5.17}{6.97 - 2.42} * 100 (\%)$$

$$rf = 39.66 \%$$

Por ende, el agregado fino compondrá un 39.66 % del volumen absoluto de los agregados.

#### **4.1.7.12. Volumen absoluto del agregado fino y grueso**

Como ya se conoce el volumen absoluto de los agregados y el porcentaje de este que compondrá el agregado fino, se reemplaza en la formula a continuación:

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = (39.66\% * 0.675) \text{m}^3$$

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = 0.268 \text{ m}^3$$

Entonces el Volumen absoluto del agregado grueso viene a ser la diferencia entre el volumen absoluto de los agregados menos el volumen absoluto del agregado fino de tal manera como se muestra

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = (0.675 - 0.268) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto del agregado grueso} = 0.407 \text{ m}^3$$

#### **4.1.7.13. Determinación de los pesos secos de los agregados**

Para la determinación de los pesos secos, se multiplica el volumen absoluto de cada uno de los agregados por su respectivo peso específico, considerando el porcentaje que compone el cascote de 15% con respecto al agregado grueso; así como se muestra en la formula a continuación:

$$\text{Peso seco de agregado fino} = (0.268 * 2650) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado fino} = 709.36 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = (0.407 * 2630 * 55\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso} = 589.07 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso(cascote 45\%)} = (0.407 * 2400 * 45\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco de agregado grueso (cascote 45\%)} = 439.82 \text{ kg}$$

De este modo se obtuvieron los pesos secos del agregado fino, grueso y el cascote.

#### 4.1.7.14. Resumen de los valores de diseño

**Tabla 48**

*Valores de diseño para el concreto más 45% de sustitución.*

Ítem	Cantidad requerida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	709.36 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	589.07 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso cascote 45%	439.82 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7.15. Corrección por humedad y absorción

Para empezar, se calcula el peso húmedo del agregado grueso y cascote, a partir del peso seco y humedad obtenidos previamente y se reemplaza en la fórmula a continuación:

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = 589.07 + 589.07 * 0.77\% \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso húmedo en kg} = 593.61 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso cascote en kg} = 439.82 + 439.82 * 2.12\% \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso cascote en kg} = 449.14 \text{ kg}$$

Luego se hace lo propio, pero con el agregado fino

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = (709.36 * 709.36 * 0.68\%) \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado fino húmedo en kg} = 714.18 \text{ kg}$$

Así mismo se calcula la cantidad de agua requerida para ambos agregados en función de su humedad y absorción.

$$\text{Agua en agregado grueso} = (589.07 * (0.77\% - 0.26\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua en agregado grueso} = 3 \text{ Lts}$$

$$\text{Agua en agregado grueso(cascote 45\%)} = (439.82 * (2.12\% - 1.9\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua en agregado grueso (cascote 45\%)} = 0.97 \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de agregado fino} = (709.36 * (0.68\% - 2.56\%)) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de agregado fino} = -13.34 \text{ Lts}$$

Finalmente se calcula la cantidad de agua neta o efectiva a emplear en la elaboración del concreto restando la cantidad de agua de diseño menos el agua contenida tanto en el agregado grueso como en el fino.

$$\text{Agua de mezclado neta} = (205 - (3 + 0.97 + (-13.34))) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} = 214.36 \text{ Lts}$$

#### 4.1.7.16. Valores finales corregidos de los valores de diseño

Los valores de diseño se encuentran en la tabla a continuación

**Tabla 49**

*Valores de diseño corregidos para el concreto más 45% de sustitución.*

Ítem	Cantidad requerida corregida
Cemento	372.24 kg/m <sup>3</sup>
Agua neta	213.56 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	714.18 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	593.61 kg/m <sup>3</sup>
Agregado reciclado (45%)	449.14 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7.17. Efecto del aditivo superplastificante en la cantidad de agua y en la relación a/c

La ficha técnica nos menciona que como superplastificante el aditivo puede llegar a reducir hasta un 20% de la cantidad de agua sin perder su trabajabilidad, así mismo indica que como superplastificante se debe aplicar de 0.7% a 1.2% con respecto al peso del cemento, es por ello que se aplica esta regla de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 372.24 * 1.1\%$$

$$\text{Cantidad de aditivo a emplear} = 4.10 \text{ kg}$$

Así mismo se reducirá la cantidad de agua neta en un 15% debido a la aplicación del aditivo superplastificante

$$\text{Agua de mezclado neta} + \text{aditivo} = (214.36 - 214.36 * 15\%) \text{ Lts}$$

$$\text{Agua de mezclado neta} + \text{aditivo} = 182.21 \text{ Lts}$$

#### 4.1.7.18. Proporciones en peso

Las proporciones en peso se muestran a continuación

$$\frac{C}{372.24} : \frac{AF}{372.24} : \frac{AG}{372.24} : \frac{AR}{372.24} : \frac{Ag.}{372.24} : \frac{Adit.}{372.24}$$

C	AF	AG	AR	Ag.	Ad
1	: 1.92	: 1.59	: 1.21	: 0.49	: 0.011

Para entenderlo mejor, en la tabla se muestra las proporciones de cada material para la elaboración de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  Con una sustitución de 30% de agregado grueso natural con cascote.

**Tabla 50**

*Proporciones en volumen para el concreto más 45% de sustitución.*

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agr. Reciclado (15%)	Agua	Aditivo
1	1.92	1.59	1.21	0.49	0.011

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8. Ensayos del concreto en estado fresco

##### 4.1.8.1. Temperatura

##### 4.1.8.1.1. Temperatura del concreto patrón (CP)

**Tabla 51**

*Temperatura del concreto patrón.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	T°	T° promedio
		26/12/2023	23.2	
		26/12/2023	23.2	
Concreto patrón	CP	26/12/2023	23.2	23.25
		27/12/2023	23.3	
		27/12/2023	23.3	
		27/12/2023	23.3	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8.1.2. Temperatura concreto patrón más aditivo (CPA)

**Tabla 52**

*Temperatura del concreto patrón incluido aditivo.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	T°	T° promedio
		04/01/2024	23.4	
Concreto		04/01/2024	23.4	
Patrón +	CPA	04/01/2024	23.4	23.4
Aditivo		05/01/2024	23.4	
		05/01/2024	23.4	
		05/01/2024	23.4	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8.1.3. Temperatura del concreto patrón con aditivo y 15% de agregado sustituido

**Tabla 53**

*Temperatura del concreto más 15% de sustitución.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	T°	T° promedio
		02/01/2024	23.4	
Concreto		02/01/2024	23.4	
Patrón +	CPA15	02/01/2024	23.4	23.4
Aditivo + 15%		03/01/2024	23.4	
cascode		03/01/2024	23.4	
		03/01/2024	23.4	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.1.4. Temperatura del concreto patrón con aditivo y 30% de agregado sustituido**

**Tabla 54**

*Temperatura del concreto patrón más 30% sustitución.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	T°	T° promedio
		09/01/2024	23.3	
Concreto		09/01/2024	23.3	
Patrón +	CPA30	09/01/2024	23.3	23.35
Aditivo +30%		10/01/2024	23.4	
cascode		10/01/2024	23.4	
		10/01/2024	23.4	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.1.5. Temperatura del concreto patrón con aditivo y 45% de agregado sustituido**

**Tabla 55**

*Temperatura del concreto más 45% de sustitución.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	T°	T° promedio
		15/01/2024	23.2	
Concreto		15/01/2024	23.2	
Patrón +	CPA45	15/01/2024	23.2	23.3
Aditivo +45%		16/01/2024	23.4	
cascode		16/01/2024	23.4	
		16/01/2024	23.4	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8.2. Slump o asentamiento del concreto

##### 4.1.8.2.1. Asentamiento del concreto o slump concreto patrón

**Tabla 56**

*Asentamiento del concreto patrón incluido aditivo.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
		26/12/2023	3.50 pulg.	3" a 5"
Concreto patrón	CP	26/12/2023	3.48 pulg.	3" a 5"
		27/12/2023	3.55 pulg.	3" a 5"
		27/12/2023	3.40 pulg.	3" a 5"

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.8.2.2. Asentamiento del concreto o slump concreto patrón con aditivo superplastificante

**Tabla 57**

*Asentamiento promedio del concreto patrón incluido aditivo.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
Concreto		02/01/2024	3.70 pulg.	3" a 5"
Patrón +	CPA	02/01/2024	3.72 pulg.	3" a 5"
Aditivo		03/01/2024	3.70 pulg.	3" a 5"
		03/01/2024	3.65 pulg.	3" a 5"

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.2.3. Asentamiento del concreto o slump concreto patrón con aditivo superplastificante y 15% de agregado sustituido**

**Tabla 58**

*Asentamiento del concreto más 15% de sustitución.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
Concreto		04/01/2024	3.60 pulg.	3" a 5"
Patrón +		04/01/2024	3.65 pulg.	3" a 5"
Aditivo +	CPA15	05/01/2024	3.63 pulg.	3" a 5"
15% cascote		05/01/2024	3.65 pulg.	3" a 5"

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.2.4. Asentamiento del concreto o slump concreto patrón con aditivo superplastificante y 30% de agregado sustituido**

**Tabla 59**

*Asentamiento del concreto más 30% de sustitución.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
Concreto		09/01/2024	3.70 pulg.	3" a 5"
Patrón +		09/01/2024	3.75 pulg.	3" a 5"
Aditivo	CPA30	10/01/2024	3.72 pulg.	3" a 5"
+30% cascote		10/01/2024	3.68 pulg.	3" a 5"

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.2.5. Asentamiento del concreto o slump concreto patrón con aditivo superplastificante y 45% de agregado sustituido**

**Tabla 60**

*Asentamiento del concreto más 45% de sustitución.*

MUESTRA	CÓDIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
Concreto		15/01/2024	3.72 pulg.	3" a 5"
Patrón +		15/01/2024	3.76 pulg.	3" a 5"
Aditivo	CPA45	16/01/2024	3.75 pulg.	3" a 5"
+45% cascote		16/01/2024	3.80 pulg.	3" a 5"

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.3. Peso unitario del concreto en estado fresco**

**4.1.8.3.1. Peso unitario en estado fresco del concreto patrón**

**Tabla 61**

*Peso unitario del concreto patrón en estado fresco.*

Muestra	Código	Fecha	Diámetro promedio del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Peso del concreto + molde (kg)	Peso del molde (kg)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
		26/12/2023			20.48		2396.31	
Concreto patrón	CP	26/12/2023	20.17	22.20	20.51	3.48	2400.54	2397.02
		27/12/2023			20.46		2393.49	
		27/12/2023			20.49		2397.72	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.3.2. Peso unitario en estado fresco del concreto patrón con aditivo superplastificante**

**Tabla 62**

*Peso Unitario en estado fresco del concreto patrón más aditivo.*

Muestra	Código	Fecha	Diámetro promedio del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Peso del concreto + molde (kg)	Peso del molde (kg)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto		4/01/2024			20.41		2386.44	
Patrón +	CPA	4/01/2024	20.17	22.20	20.43	3.48	2389.26	2393.42
Aditivo		5/01/2024			20.50		2399.41	
		5/01/2024			20.49		2397.72	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.3.3. Peso unitario en estado fresco del concreto patrón con aditivo superplastificante y 15% de agregado sustituto**

**Tabla 63**

*Peso unitario en estado fresco del concreto más 15% de sustitución.*

Muestra	Código	Fecha	Diámetro promedio del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Peso del concreto + molde (kg)	Peso del molde (kg)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto		2/01/2024			20.40		2385.03	
Patrón +		2/01/2024			20.47		2394.90	
Aditivo +	CPA15	3/01/2024	20.17	22.20	20.43	3.48	2389.26	2388.20
15% cascote		3/01/2024			20.39		2383.62	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.3.4. Peso unitario en estado fresco del concreto patrón con aditivo superplastificante y 30% de agregado sustituto**

**Tabla 64**

*Peso unitario en estado fresco del concreto más 30% de sustitución.*

Muestra	Código	Fecha	Diámetro promedio del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Peso del concreto + moldes (kg)	Peso del molde (kg)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto		9/01/2024			20.27		2366.71	
Patrón +		9/01/2024			20.32		2373.75	
Aditivo +30%	CPA30	10/01/2024	20.17	22.20	20.35	3.48	2377.98	2371.99
cascode		10/01/2024			20.29		2369.53	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**4.1.8.3.5. Peso unitario en estado fresco del concreto patrón con aditivo superplastificante y 45% de agregado sustituto**

**Tabla 65**

*Peso unitario en estado fresco del concreto más 45% de sustitución.*

Muestra	Código	Fecha	Diámetro promedio del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Peso del concreto + moldes (kg)	Peso del molde (kg)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto		15/01/2024			20.08		2339.78	
Patrón +		15/01/2024			20.02		2331.46	
Aditivo +45%	CPA45	16/01/2024	20.17	22.20	20.10	3.48	2342.74	2339.89
cascode		16/01/2024			20.12		2345.56	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.9. Ensayos del concreto en estado endurecido

##### 4.1.9.1. Resistencia a la compresión del concreto

##### 4.1.9.1.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón

**Tabla 66**

*Resistencia del concreto patrón.*

EDAD (días)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
7	155.62
14	197.27
21	222.93
28	240.33

*Nota.* Se rompieron 10 probetas por edad de las cuales se obtuvo el valor promedio para la resistencia. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 67**

*Resistencia del concreto patrón en porcentaje.*

EDAD (días)	RESISTENCIA
7	74.10%
14	93.94%
21	106.16%
28	114.44%

*Nota.* Valores de la resistencia promedio representados porcentualmente con respecto a la requerida. Fuente: Elaboración propia

**Figura 4**

*Evolución de la resistencia del concreto patrón por edades*



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de las resistencias promedios obtenidas a partir de la rotura de probetas, de las muestras de concreto patrón. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5**

*Evolución de la resistencia del concreto patrón en porcentaje por edades*



*Nota.* Tendencia de la resistencia mostrado porcentualmente. Fuente: Propia

**4.1.9.1.2. Resistencia a la compresión del concreto patrón con aditivo superplastificante**

**Tabla 68**

*Resistencia del concreto patrón incluido aditivo.*

EDAD (días)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
7	209.70
14	235.25
21	246.89
28	254.68

*Nota.* Se rompieron 10 probetas por edad de las cuales se obtuvo el valor promedio para la resistencia. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 69**

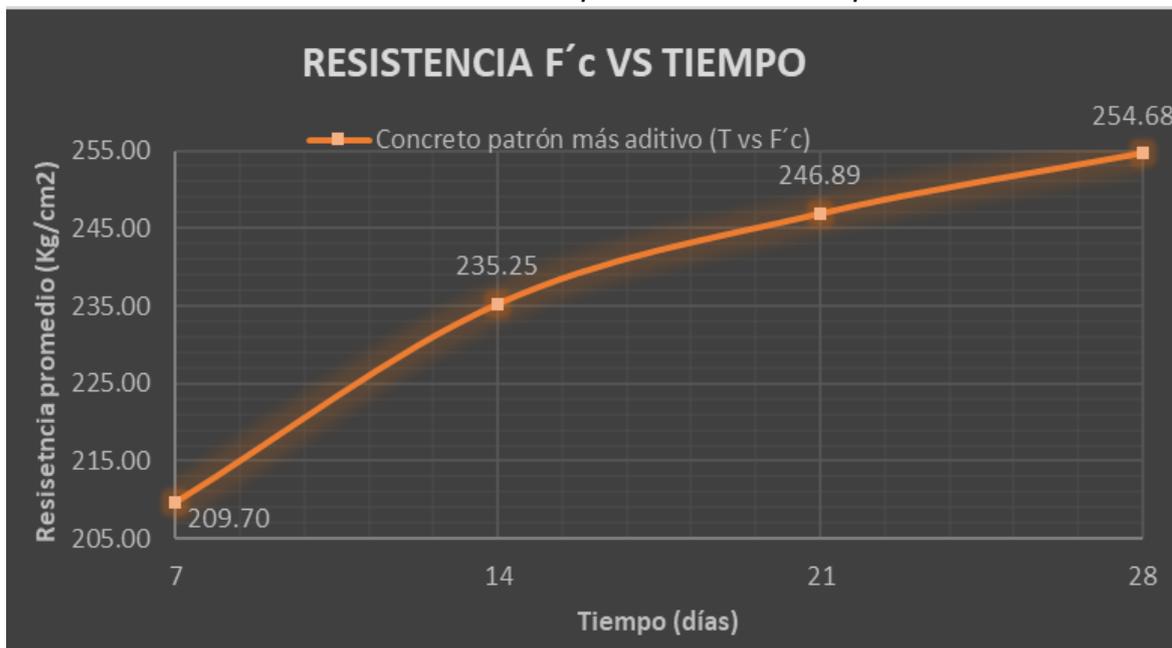
*Resistencia del concreto patrón en porcentaje.*

EDAD	RESISTENCIA
7	99.86%
14	112.02%
21	117.57%
28	121.28%

*Nota.* Valores de la resistencia promedio representados porcentualmente con respecto a la requerida. Fuente: Elaboración propia

**Figura 6**

*Evolución de la resistencia del concreto patrón más aditivo por edades*



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de las resistencias promedios obtenidas a partir de la rotura de probetas, de las muestras de concreto patrón más aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7**

*Evolución de la resistencia del concreto patrón más aditivo en porcentaje por edades*



*Nota.* Tendencia de la resistencia mostrado porcentualmente. Fuente: Propia

**4.1.9.1.3. Resistencia a la compresión del concreto patrón con aditivo superplastificante y 15% de agregado sustituido.**

**Tabla 70**

*Resistencia del concreto más 15% de sustitución.*

EDAD (días)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
7	206.18
14	231.21
21	243.98
28	248.81

*Nota.* Se rompieron 10 probetas por edad de las cuales se obtuvo el valor promedio para la resistencia. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 71**

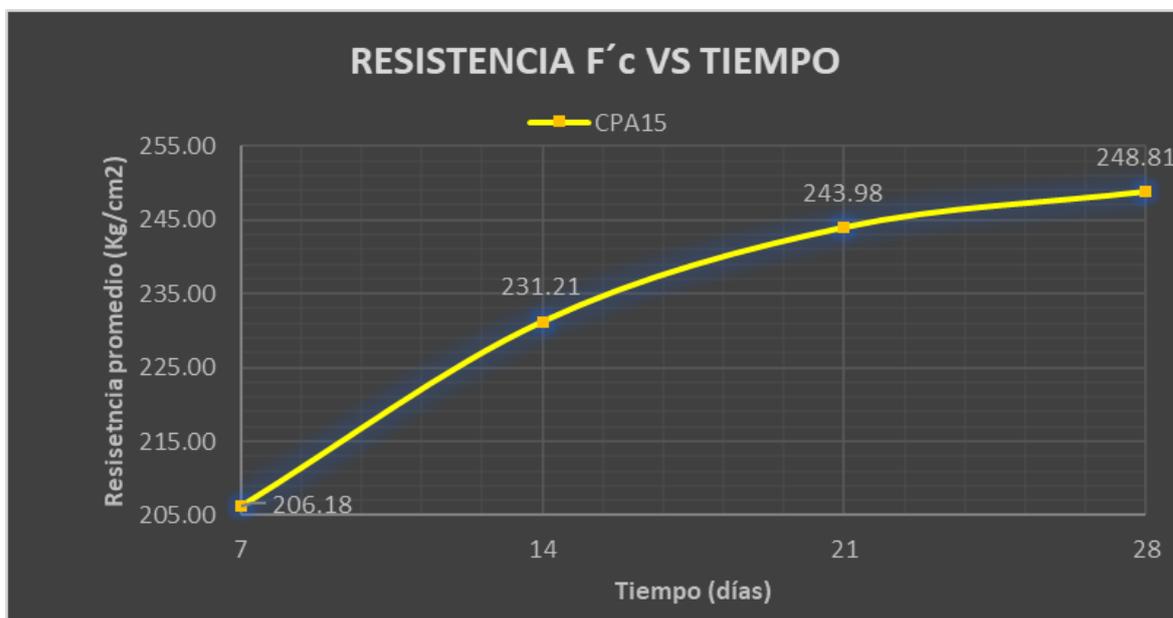
*Resistencia del concreto más 15% sustitución en porcentaje.*

EDAD	RESISTENCIA
7	98.18%
14	110.10%
21	116.18%
28	118.48%

*Nota.* Valores de la resistencia promedio representados porcentualmente con respecto a la requerida. Fuente: Elaboración propia

**Figura 8**

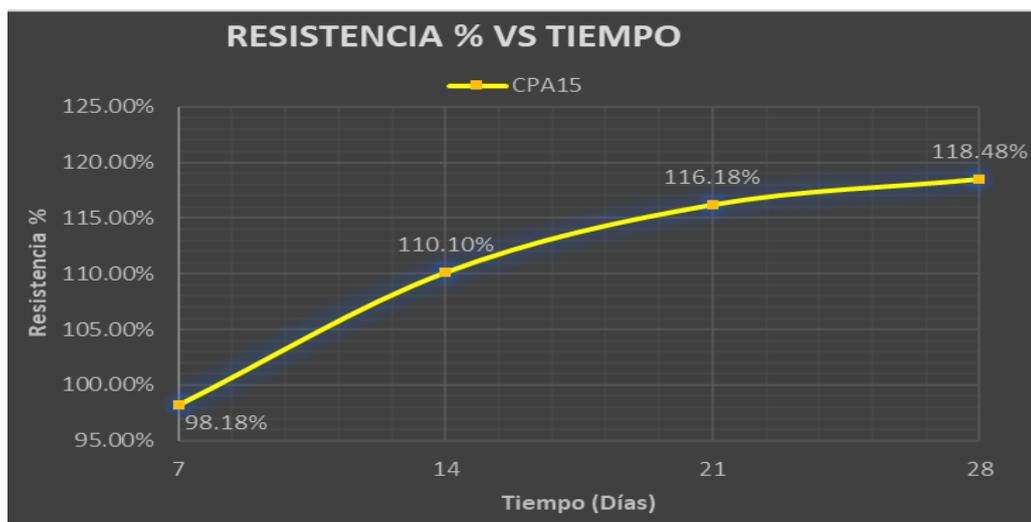
*Evolución de la resistencia del concreto más 15% de sustitución por edades*



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de las resistencias promedio obtenidas a partir de la rotura de probetas, de las muestras de concreto más 15% de sustitución. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9**

*Evolución de la resistencia del concreto más 15% de sustitución en porcentaje por edades*



*Nota.* Tendencia de la resistencia mostrado porcentualmente. Fuente: Propia

**4.1.9.1.4. Resistencia a la compresión del concreto patrón con aditivo superplastificante y 30% de agregado sustituido.**

**Tabla 72**

*Resistencia del concreto más 30% de sustitución.*

EDAD (días)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
7	201.97
14	230.35
21	241.55
28	246.83

*Nota.* Se rompieron 10 probetas por edad de las cuales se obtuvo el valor promedio para la resistencia. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 73**

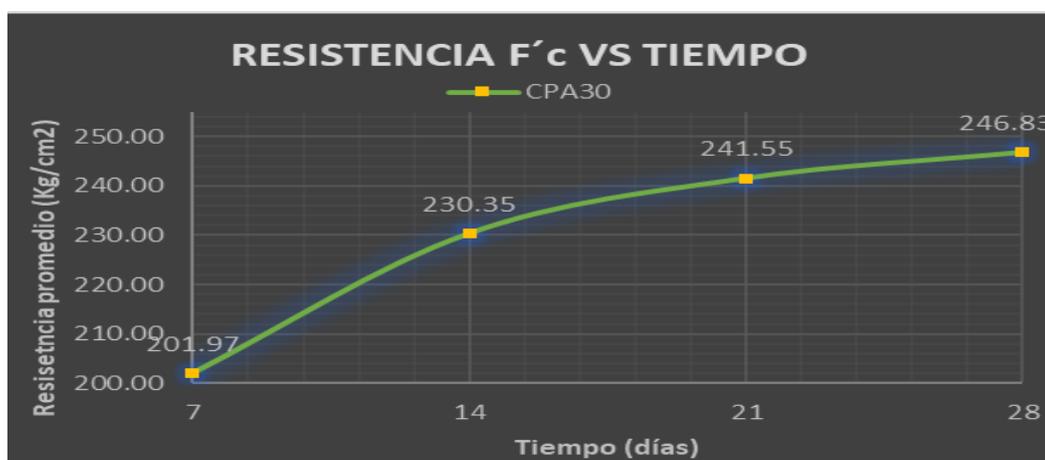
*Resistencia del concreto más 30% de sustitución en porcentaje.*

EDAD	RESISTENCIA
7	96.17%
14	109.69%
21	115.03%
28	117.54%

*Nota.* Valores de la resistencia promedio representados porcentualmente con respecto a la requerida. Fuente: Elaboración propia

**Figura 10**

*Evolución de la resistencia del concreto más 30% de sustitución por edades*



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de las resistencias promedios obtenidas a partir de la rotura de probetas, de las muestras de concreto más 30% de sustitución. Fuente: Elaboración propia

**Figura 11**

*Evolución de la resistencia del concreto más 30 % de sustitución en porcentaje por edades*



*Nota.* Tendencia de la resistencia mostrado porcentualmente. Fuente: Propia

**4.1.9.1.5. Resistencia a la compresión del concreto patrón con aditivo superplastificante y 45% de agregado sustituido.**

**Tabla 74**

*Resistencia del concreto más 45% de sustitución.*

EDAD (días)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
7	200.20
14	228.48
21	238.92
28	243.68

*Nota.* Se rompieron 10 probetas por edad de las cuales se obtuvo el valor promedio para la resistencia. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 75**

*Resistencia del concreto más 45% de sustitución en porcentaje.*

EDAD	RESISTENCIA
7	95.33%
14	108.80%
21	113.77%
28	116.04%

*Nota.* Valores de la resistencia promedio representados porcentualmente con respecto a la requerida. Fuente: Elaboración propia

**Figura 12**

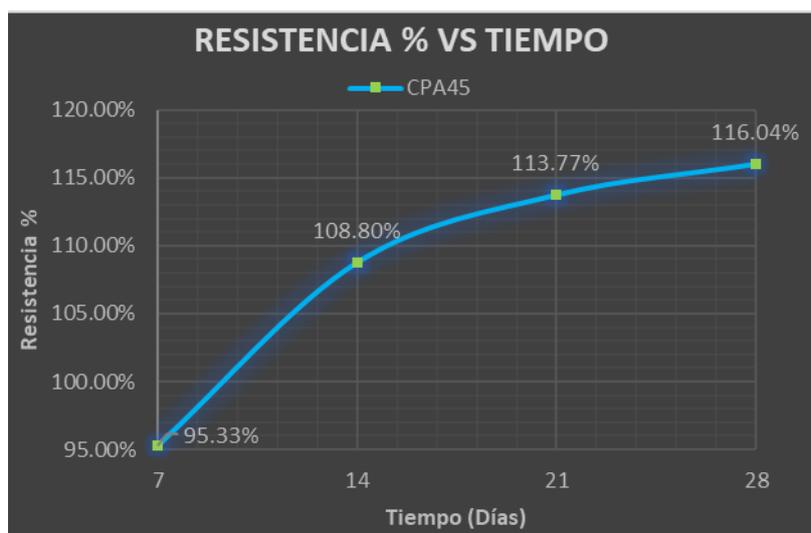
*Evolución de la resistencia del concreto más 45% de sustitución por edades*



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de las resistencias promedios obtenidas a partir de la rotura de probetas, de las muestras de concreto más 45% de sustitución. Fuente: Elaboración propia

**Figura 13**

*Evolución de la resistencia del concreto más 45 % de sustitución en porcentaje por edades*



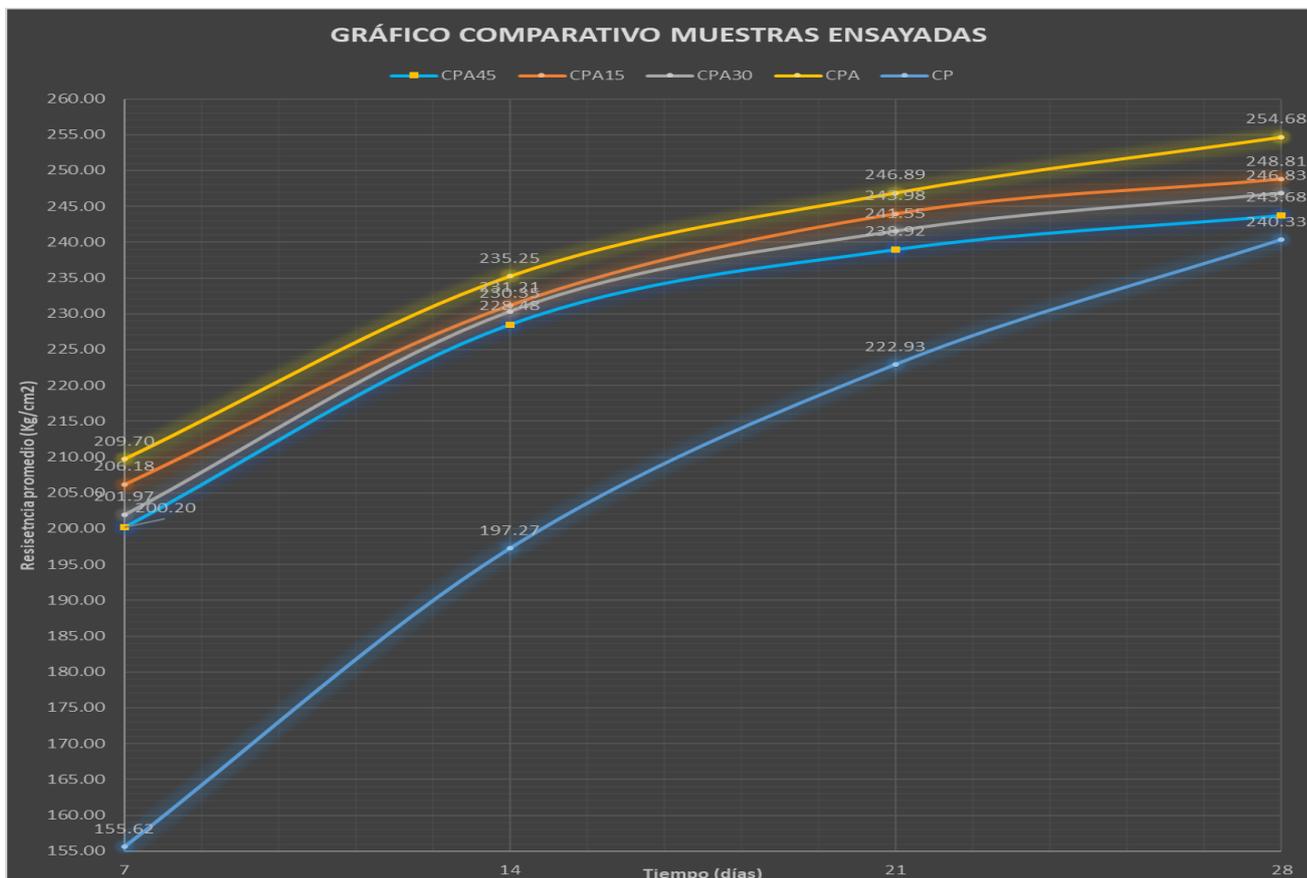
*Nota.* Tendencia de la resistencia mostrado porcentualmente. Fuente: Propia

#### 4.1.10. Gráficos comparativos

##### 4.1.10.1. Resistencias a la compresión recopiladas de las diferentes muestras de concreto.

Figura 14

Gráfico comparativo de la evolución de las resistencias



*Nota.* El gráfico muestra la tendencia de todas las muestras que fueron sometidas a evaluación, siendo la que mejores resultados dio la del concreto más aditivo y resultados menos óptimos en el que se hizo con una sustitución de 45% de agregado grueso natural por reciclado. Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La recolección del cascote se hizo mediante un procedimiento riguroso de selección, triturado y tamizado de residuos provenientes de rotura de probetas y restos de ladrillos y cerámicas, un procedimiento similar al ejecutado por Bermúdez R. (2021) quien, a diferencia de una trituración manual, lo hizo mediante una trituración mecánica, considerando que los residuos (materia prima) estaban compuestas 100% de concreto reciclado; de la misma manera que Cruz N. y Ramírez D. (2021) pero de quienes su materia prima estaba compuesta por muros de mampostería, concreto colado en sitio y elementos prefabricados. Es decir, se emplearon procesos similares para la preparación del agregado sustituto considerando que los residuos tenían diversas procedencias.

Las propiedades físicas y mecánicas se obtuvieron mediante procedimientos establecidos por las Normas técnicas peruanas vigentes, los resultados reflejaron que al someter al agregado grueso y cascote al ensayo de Abrasión los ángeles, el primero tenía una mayor resistencia con un 16.53%, de desgaste, mientras que el segundo tuvo un 35.78% siendo inferior en 19.25%; por otro lado la absorción del agregado grueso cascote es superior al agregado grueso natural en 1.35% debido a una mayor presencia de porosidad, en cuanto a la granulometría se considera un agregado grueso natural y cascote de HUSO 67 para un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ " de acuerdo a la granulometría. Los valores de desgaste al aplicar el ensayo de Abrasión son respaldados por Cruz N. y Ramírez D. (2021) quien obtuvo 20% para el agregado grueso natural, 40% para baldosas prefabricadas, 43% para paredes de mampostería y 37% para concreto colado en sitio; por otro lado, Cachay L. (2022) refiere que el agregado grueso sustituto tiene 10% mayor absorción que el agregado grueso natural. De acuerdo con los resultados, cumplen los estándares establecidos por las Normas Técnicas peruanas; sin embargo, el agregado cascote tuvo los valores más desfavorables en todos los casos.

Con el propósito de diseñar el concreto patrón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con los agregados obtenidos de la cantera Los Mellizos, se obtuvieron las siguientes proporciones por el método de módulo de fineza por combinación de agregados en el orden cemento, agregado fino, agregado grueso y agua; es decir la proporción para elaborar concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  fue de 1 : 1.82 : 3 : 0.57 ; de acuerdo a las características de los agregados. Estos resultados son contrastados

con los de Velásquez G. (2020) quien obtuvo las proporciones de 1 : 2.07 : 2.25 : 0.57 aplicando el método ACI 211. En ese marco, la variación de las proporciones depende fundamentalmente del método de diseño, y de las características de los agregados a emplear en el diseño de mezcla.

Con el objetivo de determinar la influencia del aditivo superplastificante en la resistencia del concreto patrón, se obtuvo que al agregar el aditivo en 1.1% con respecto al peso del cemento de acuerdo a la ficha técnica del producto, reduciendo en un 15% el contenido de agua, la resistencia incrementaba en 6.83% con respecto a la del concreto patrón, es decir al promediar la resistencia obtenida del concreto patrón a los 28 días el resultado fue de 240.33 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto patrón más aditivo dio como resultado una resistencia de 254.68 kg/cm<sup>2</sup>. Esto significa que existe un aumento representativo en la resistencia del concreto debido a la reducción considerable en la cantidad de agua de la mezcla, ya que existe una disminución en la relación a/c. Los resultados son contrastados con los de Cachay L. (2022) quien menciona que, al agregar aditivo superplastificante al concreto patrón, este tuvo un aumento en la resistencia de 1.8%, es decir paso de 213.97 kg/cm<sup>2</sup> a 217.82 kg/cm<sup>2</sup>. En tal sentido, el aditivo genera un impacto positivo en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

En esta investigación para elaborar muestras de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo superplastificante y cascote al 15%, 30% y 45%, se realizaron 3 diferentes diseños de mezcla por el método módulo de fineza por combinación de agregados, las proporciones en volumen obtenidas fueron en el orden cemento, agregado fino, agregado grueso, agregado grueso cascote, agua y aditivo; para la sustitución del 15% las proporciones fueron de 1 : 1.85 : 2.52 : 0.41 : 0.49 : 0.011; para la sustitución del 30% se obtuvieron las proporciones de 1 : 1.89 : 2.05 : 0.81 : 0.49 : 0.011; finalmente para una sustitución del 45% el resultado de las proporciones fueron 1 : 1.92 : 1.51 : 1.21 : 0.49 : 0.011. Así mismo se encontraron valores de temperatura para 15% de 23.4 °C, para 30% de 23.35 °C y para 45% de 23.3 °C; por otro lado, para el slump se obtuvieron en promedio 3.64", 3.71" y 3.76"; mientras que con respecto al peso unitario en estado húmedo se obtuvo en promedio de 2338.20 kg/m<sup>3</sup>, 2371.99 kg/m<sup>3</sup> y 2339.89 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Estos resultados nos dan a conocer que el diseño para cada mezcla requiere de valores de proporción variable de acuerdo al porcentaje de

sustitución de agregado grueso natural por reciclado, en el caso de los valores de temperatura fueron tomadas in situ en diferentes horas del día, con respecto al peso unitario en estado fresco son similares para las diferentes dosificaciones. Estos resultados son similares a los de Rodrich. S. y Silva J. (2018) quienes al realizar su diseño de mezcla por el método ACI aplicando la sustitución de agregado grueso natural por concreto reciclado para 15%, 30% y 45% se obtuvieron los siguientes diseños de mezcla siguiendo el orden, cemento, agregado fino, agregado grueso natural, agregado grueso reciclado y agua; para 15% se obtuvieron las proporciones de 1 : 1.37 : 2.73 : 0.41 : 0.57; para el 30% las proporciones fueron de 1 : 1.37 : 2.25 : 0.82 : 0.57; finalmente las del agregado grueso fueron de 1 : 1.34 : 1.77 : 1.23 : 0.57; para la temperatura los valores son para el 15% de 18 °C, para 30 de 22 °C y para 45 de 18 de °C; con respecto al asentamiento se obtuvieron valores de 4", 3.75" y 3.70"; así mismo en el peso unitario en estado fresco se encontraron valores de 2380 Kg/m<sup>3</sup>, 2360 kg/cm<sup>3</sup> y 2330 kg/cm<sup>3</sup>. En tal sentido, existe variación significativa en las proporciones de los diseños de mezcla, que principalmente se deben al material empleado para la sustitución, así como también al método de diseño de mezcla; las temperaturas difieren de acuerdo a la estación en la que se elaboraron las probetas, así mismo el peso unitario en estado fresco es superior en el segundo caso ya que la sustitución fue solamente de concreto reciclado.

Con la finalidad de someter a ensayos y analizar los resultados de la propiedad mecánica resistencia a la compresión, los resultados obtenidos fueron para los 7, 14, 21 y 28 días; en promedio la resistencia para la sustitución del 15% de agregado natural por cascote a los 7 días fue de 206.18 kg/cm<sup>2</sup>, es decir el 98.18% de la resistencia requerida; para los 14 días fue de 231.21 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 110.10% de la resistencia requerida; para los 21 días fue de 243.98 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 116.18% de la resistencia requerida; por último para los 28 días fue de 248.81 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 118.48% de la resistencia requerida. En el caso de la resistencia promedio cuando se reemplazó el 30% de agregado natural por cascote para los 7 días fue de 201.97 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 96.17% de la resistencia requerida; para los 14 días fue de 230.35 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 109.69% de la resistencia requerida, para los 21 días fue de 241.55 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 115.03% de la resistencia requerida, por último, para los 28 días fue de 246.83 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 117.54% de la resistencia requerida. Finalmente, la resistencia

requerida para una sustitución del 45% de agregado natural por cascote a los 7 días fue de 200.20 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 95.33% de la resistencia requerida; para los 14 días fue de 228.48 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 108.80% de la resistencia requerida; para los 21 días fue de 238.92 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 113.77% de la resistencia requerida, por último, para los 28 días fue de 243.68 kg/cm<sup>2</sup>, 116.04% de la resistencia requerida. Estos resultados se ven respaldados por Medina A (2022) quien, en la evaluación del concreto en sustituciones similares, pero con concreto reciclado para 7, 14, 21 y 28 días; para la sustitución del 25% alcanzo la resistencia de 293.84 kg/cm<sup>2</sup>, para la sustitución de 50% alcanzo la resistencia de 275.53 kg/cm<sup>2</sup> y para el 75% alcanzo la resistencia de 253.77 kg/cm<sup>2</sup>. En relación con ello, bajo lo referido y analizado anteriormente, se pudo denotar que, a mayor reemplazo de agregado reciclado, menores serán los valores de resistencia final.

## CONCLUSIONES

La investigación demuestra que el uso de cascote como reemplazo parcial del agregado grueso en concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  es viable, especialmente con la adición de un aditivo superplastificante. Sin embargo, al aumentar la proporción de concreto reciclado empleando aditivo superplastificante, la resistencia a la compresión para los 28 días disminuyó gradualmente en 2.30%, 3.10% y 4.32% para sustituciones de 15%, 30% y 45% con respecto al concreto patrón. Sin embargo, es importante destacar que todas las muestras alcanzan e incluso sobrepasan la resistencia requerida de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

El proceso de recolección, selección, triturado y tamizado del cascote obtenido de la rotura de probetas fue exitoso, permitiendo obtener un agregado sustituto adecuado para su uso en la mezcla de concreto. Este proceso garantizó que el cascote cumpliera con los requisitos necesarios para ser utilizado como reemplazo del agregado grueso natural en diferentes proporciones.

Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales ratifican su total conformidad con los criterios y parámetros definidos por las Normas Técnicas Peruanas en vigor, de ello se determinó que el agregado grueso está determinado en el HUSO 67 y el agregado cascote en un HUSO de agregados globales de acuerdo a sus características granulométricas. Estos hallazgos confirman la idoneidad de los agregados evaluados para desempeñarse de manera óptima en la formulación de concretos, subrayando así su relevancia en el contexto de la ingeniería civil y la construcción.

La demanda de agua en los concretos que incluían agregado de cascote fue superior en comparación con el concreto convencional, este fenómeno se atribuye a la capacidad de absorción inherente al agregado reciclado. Es relevante destacar que las tasas de absorción registradas para el agregado natural y el cascote fueron de 0.26% y 1.9%, respectivamente. Por esa razón, que al emplear aditivo superplastificante se puede alcanzar una reducción significativa de agua (15%). Este hallazgo resalta la necesidad de ajustar las proporciones de agua en las mezclas de concreto que incorporan cascote, con el fin de garantizar un adecuado desempeño estructural y durabilidad en las aplicaciones constructivas.

Las pruebas físicas y mecánicas tanto en el estado fresco como endurecido del concreto, mostraron condiciones ideales que definen las propiedades integrales del material, validando su adecuación para los propósitos requeridos en aplicaciones estructurales. Además, es conveniente señalar que la adición de aditivo ocasiono una variación mínima en el slump del concreto fresco, pero una variación considerable en la resistencia del concreto endurecido a edades tempranas.

## RECOMENDACIONES

Realizar un análisis más detallado de las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto reciclado en diferentes condiciones ambientales. Esto ayudaría a comprender mejor los efectos a largo plazo de la sustitución de agregados y podría proporcionar datos adicionales sobre la viabilidad y la aplicabilidad práctica del uso de concreto reciclado en proyectos de construcción.

En futuras investigaciones, el enfoque debería centrarse en la optimización continua de este proceso, que podría abarcar la exploración de nuevas técnicas de trituración y tamizado para potenciar la calidad y las propiedades del agregado reciclado. Además, sería pertinente evaluar la viabilidad económica y ambiental de implementar dichas mejoras a escala industrial en Trujillo.

Investigar métodos innovadores de producción, manipulación y transporte de estos agregados para optimizar su utilización y minimizar su impacto ambiental. Asimismo, se sugiere que se realicen análisis de costos y beneficios para evaluar la viabilidad económica de incorporar estos agregados en proyectos de construcción a gran escala. Estas acciones ayudarán a fortalecer la base de conocimientos en el campo de la ingeniería civil y a promover el uso sostenible de materiales de construcción en el contexto peruano.

El enfoque debe dirigirse en estrategias para mitigar este efecto (requerimiento de agua) y optimizar el uso de agregados reciclados en la producción de concreto. Esto podría incluir el desarrollo de aditivos o modificadores de mezcla que ayuden a compensar la mayor absorción de agua del cascote y minimicen la necesidad de aumentar la relación agua-cemento en la mezcla. Además, se sugiere explorar métodos alternativos de pretratamiento del cascote antes de su incorporación en el concreto, como el secado o la aplicación de tratamientos hidrófugos, para reducir su capacidad de absorción de agua.

Realizar estudios adicionales para analizar el desempeño a largo plazo del concreto producido con este agregado reciclado en condiciones reales de construcción, con el fin de validar su idoneidad y su capacidad para cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad especificados en diversas aplicaciones de ingeniería civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto , F. (2009). *Tecnología del Concreto*. San Marcos E.I.R.L.  
<http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf>
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, 30(2), 10-18. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>
- Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. (2009). *Reciclando Concreto*. [https://ficem.org/publicaciones-CSI/DOCUMENTO-CSI-RECICLAJE-DEL-CONCRETO/RECICLAJE-D-CONCRETO\\_1.pdf](https://ficem.org/publicaciones-CSI/DOCUMENTO-CSI-RECICLAJE-DEL-CONCRETO/RECICLAJE-D-CONCRETO_1.pdf)
- Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA. (8 de febrero del 2013). Artículo N° 1. Diario Oficial El Peruano.  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-para-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-decreto-supremo-n-003-2013-vivienda-899557-2/>
- Flores, C. (2019). Estrategias de gestión de residuos de construcción y demolición en el contexto peruano. *Revista de Desarrollo Sostenible*, 14(2), 88-96.
- García, A. (2019). Impacto de la calidad del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto. *Revista de Ingeniería Civil*, 25(2), 45-56.
- Gómez, R., & Ramírez, M. (2019). Workability optimization of concrete mixes with recycled aggregate in Peru. *Construction Science Journal*, 27(2), 88-95.
- Gonzales, E. (2017). Impacto de la forma del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista de Ingeniería Civil*, 23(1), 56-67.
- González, M. (2015). *Manual completo de materiales de construcción*.  
[https://es.slideshare.net/joder\\_hombre/manual-completo-de-materiales-de-construccion-ing-mara-gonzalez2](https://es.slideshare.net/joder_hombre/manual-completo-de-materiales-de-construccion-ing-mara-gonzalez2)
- Herrera, L., & Torres, A. (2020). Durability assessment of concrete incorporating recycled aggregate in Peru. *Journal of Civil Engineering Research and Practice*, 21(3), 112-120.

- INDECOPI. (1998). *Manejo de residuos de la actividad de la construcción*.  
<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-referidas-a-envase-y-embal-res-n-109-2014cnb-indecopi-1147638-3>
- Instituto del Concreto. (1997). *Tecnología y propiedades del Concreto*.  
<https://doi.org/https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1WI-6VAhpO60rU7QWRfCWtCUG42xrr6qe>
- López, C. (2020). Influencia del tipo de agregado grueso en la durabilidad del concreto en ambientes agresivos. *Revista de Ingeniería Estructural*, 28(1), 89-102.
- Martínez, J. (2019). Influencia de la textura del agregado grueso en las propiedades del concreto endurecido. *Revista de Construcción Civil*, 21(2), 78-89.
- Martínez, L., & Torres, A. (2020). Physical properties evaluation of recycled aggregate for concrete production in Peru. *Journal of Civil Engineering Research and Practice*, 19(2), 87-94.
- Mather, B., & Ozyildirim, C. (2002). *Concrete primer*. Industria Editorial.  
[https://www.academia.edu/50834600/Cartilla\\_del\\_concreto\\_IMCYC](https://www.academia.edu/50834600/Cartilla_del_concreto_IMCYC)
- Mehta, K., & Monteiro, P. (2013). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw-Hill Education.
- Mindess, S., Young, J., & Darwin, D. (2003). *Concrete*. Prentice Hall.
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Norma Técnica Peruana NTP 400.050: Residuos de construcción y demolición- Clasificación y tratamiento*. Lima, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Norma Técnica Peruana NTP 400.053: Agregados reciclados para concretos y morteros - Requisitos*. Lima, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Norma Técnica Peruana NTP 400.054: Agregados reciclados para concretos y morteros - Métodos de ensayo*. Lima, Perú.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- Ministerio del Ambiente . (2016). *La Gestión actual de residuos no municipales*.  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-el-plan-nacional-de-gestion-integral-de-residuos-s-resolucion-ministerial-no-191-2016-minam-1409551-2/>
- Neville, A. (1999). *Tecnología del Concreto*. M. en A. Soledad Moliné Venanzi.  
<https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40007>
- Neville, A. (2011). *Propiedades del concreto*. Pearson .
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G. (2009). *Manual del concreto estructural*. Impresos Minipres.
- Portugal, P. (2007). *Tecnología de Concreto de alto desempeño*. Lafayette.  
<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1WI-6VAhpO60rU7QWRfCWtCUG42xrr6qe>
- Rivera, G. (2009). *Concreto simple*.  
[https://www.academia.edu/13569512/CONCRETO\\_SIMPLE](https://www.academia.edu/13569512/CONCRETO_SIMPLE)
- Rivva, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Hozzlo S.C.R.L.  
[https://www.academia.edu/35953250/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS](https://www.academia.edu/35953250/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS)
- Rodríguez, B. (2018). Efecto de la gradación del agregado grueso en la trabajabilidad del concreto. *Revista de Construcción Civil*, 20(3), 67-78.
- Rodríguez, J., Alora, J., & Eyzaguirre, C. (2018). Compositional analysis of coarse aggregate from demolished structures in Perú. *Construction and Building Materials*, 176, 458-465.
- Sánchez , D. (1997). *Tecnología y propiedades*. ASOCRETO.

- Sánchez, M., & López, R. (2019). Mechanical characterization of recycled aggregate from demolition waste in Peru. *Construction Science Journal*, 25(3), 112-120.
- Silupu, J., Flores, J., Barrera, R., & Reyna, C. (2020). Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado. *PURIQ*, 2(1), 35-40.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>
- Torres, A. (2004). *Curso básico de tecnología de concreto para ingenieros civiles*. UNI.
- Valdivia, S. (2009). *Instrumentos de Gestión Ambiental para el Sector Construcción*. Pontificia Universidad Católica del Perú.  
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181711>
- Vargas, J. (2018). Impact of recycled aggregate on concrete strength in Peru. *Construction and Building Materials*, 185, 278-285.
- Winter, G., & Nilson, A. (1986). *Proyecto de estructuras de hormigon*. Editorial Reverté, S. A. <https://docplayer.es/226617540-Hormigon-g-winter-a-h-nilson.html>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Recolección de agregados de la cantera los Mellizos.*



### Anexo 2

*Muestra de agregado grueso reciclado luego de la trituración y selección respectiva*



### Anexo 3

Muestra de agregados naturales fino y grueso, posterior al cuarteo



### Anexo 4

Muestra de agregados naturales fino y grueso, posterior al cuarteo



**Anexo 5**

*Secado de los agregados fino, grueso y grueso reciclado en el horno a 110 °C.*

**Anexo 6**

*Triturado del agregado reciclado.*



**Anexo 7**

*Tamizado del cascote para el ensayo granulométrico*

**Anexo 8**

*Tamizado del agregado grueso y cascote para el ensayo de Abrasión los Ángeles*



**Anexo 9**

*Muestra de agregado grueso y agregado grueso cascote posterior al tamizado*

**Anexo 10**

*Colocación de muestra y respectiva configuración de la máquina de los Ángeles*



**Anexo 11**

*Vaciado del agregado grueso cascote sometido al ensayo de abrasión los  
Ángeles*

**Anexo 12**

*Peso de los materiales a emplear por tanda para el concreto patrón*



**Anexo 13**

*Mezclado de los materiales en el trompo o mezcladora de concreto con capacidad de 125 litros.*

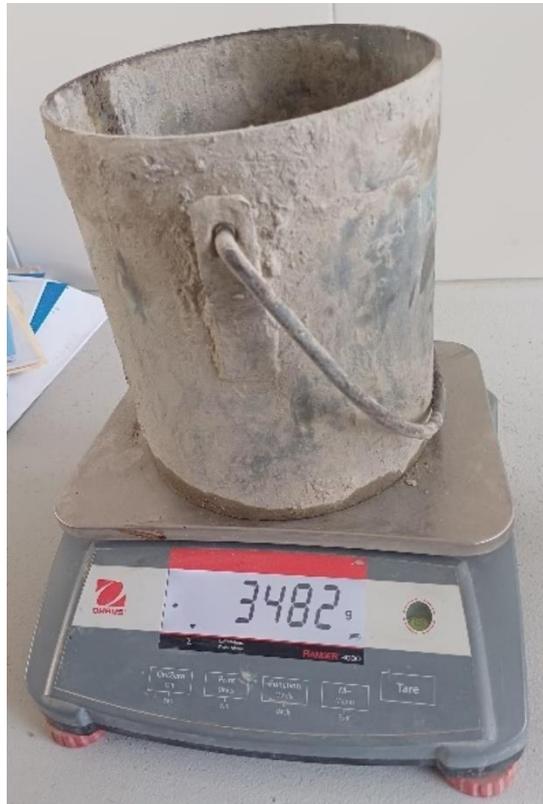
**Anexo 14**

*Prueba de Slump realizada a las diferentes mezclas de concreto*



**Anexo 15**

*Peso del cilindro metálico a emplear para el ensayo de peso unitario en estado fresco*

**Anexo 16**

*Colocación y compactación de la mezcla en el cilindro metálico para el ensayo de peso unitario en estado fresco.*



**Anexo 17**

*Peso del cilindro metálico más la mezcla.*

**Anexo 18**

*Elaboración, compactación y reducción de vacíos de las muestras en los moldes para las probetas.*



**Anexo 19**

*Elaboración de probetas.*

**Anexo 20**

*Peso de los materiales a emplear por tanda para el concreto patrón más aditivo.*



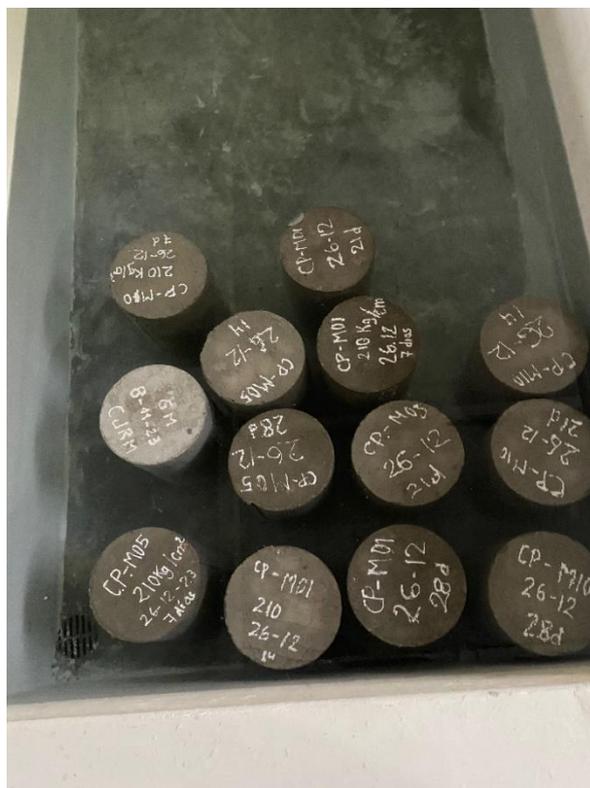
## Anexo 21

*Prueba de Slump realizada a las diferentes mezclas de concreto.*



## Anexo 22

*Curado de las primeras probetas.*



**Anexo 23**

*Peso del agregado grueso cascote a emplear por tanda.*

**Anexo 24**

*Probetas elaboradas.*



**Anexo 25**

*Prueba de Slump realizada a las diferentes mezclas de concreto.*

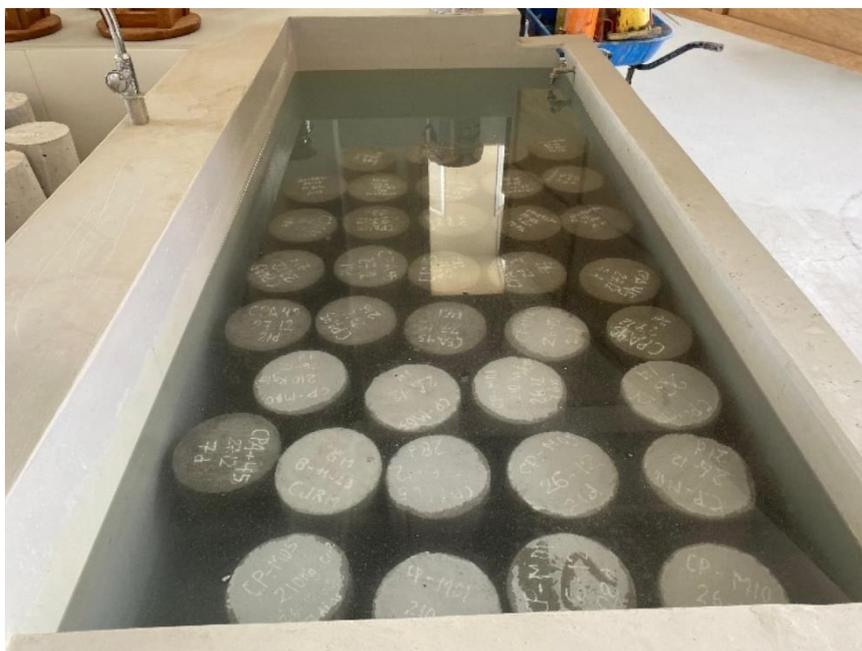
**Anexo 26**

*Muestras desmoldadas para su posterior curación.*



**Anexo 27**

*Curación de probetas en la piscina de curado.*

**Anexo 28**

*Curación de probetas en la piscina de curado.*



**Anexo 29**

*Curación de probetas en la piscina de curado.*

**Anexo 30**

*Peso del agregado grueso de cascote a emplear por tanda.*





**Anexo 33**

*Toma de medidas del diámetro con el Pie de Rey o Bernier para una mejor exactitud.*

**Anexo 34**

*Toma de medidas del diámetro con el Pie de Rey o Bernier para una mejor exactitud.*



**Anexo 35**

*Encendido de la prensa hidráulica y colocación de la probeta empleando los colchones metálicos.*

**Anexo 36**

*Encendido de la prensa hidráulica y colocación de la probeta empleando los colchones metálicos.*



**Anexo 37**

*Curación de probetas en la piscina de curado.*

**Anexo 38**

*Ensayo a la compresión de las probetas de concreto patrón.*



**Anexo 39**

*Ensayo a la compresión de las probetas de concreto patrón más aditivo.*

**Anexo 40**

*Ensayo a la compresión de las probetas de concreto más 15% sustitución.*



**Anexo 41**

*Ensayo a la compresión de las probetas de concreto más 30% sustitución.*

**Anexo 42**

*Ensayo a la compresión de las probetas de concreto más 45% sustitución.*



## Anexo 43

Ficha de recolección de datos para la temperatura.

	<b>ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½")</b> <b>(MTC E-207)</b>	
<b>SOLICITANTES</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo : QUISPE MEZA, Jhon Antoni	
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto f'c= 210 kg/cm2 con aditivo superplastificante al reemplazar porcentualmente el agregado grueso por cascote- Trujillo.	
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD	
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO NATURAL	
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO CASCOTE	
<b>FECHA</b>	: Enero 2024	

MTC E 207 ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½")

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear en gramos			
Pasa el tamiz	Retenido en el tamiz				
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1 250 ± 25			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1 250 ± 25			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2 500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)			2 500 ± 10	
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)				5000 ± 10
Peso total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	501	502	503
Tiempo de rotación en minutos		15	16	17	18

Resultados de ensayo Abrasión los Ángeles	
Peso inicial del agregado	
Peso final del agregado	
<b>Desgaste en %</b>	
NTP 400.037	< 50%

## Anexo 44

Ficha de recolección de datos para la temperatura.

 <b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>	
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazar porcentualmente el agregado grueso por cascote- Trujillo.
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo <b>TRUJILLO</b> Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni <b>TRUJILLO</b> <b>LA LIBERTAD</b>
OBSERVACIONES:	TEMPERATURA CONCRETO <b>ELEMENTO</b> Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)

TEMPERATURAS DEL CONCRETO				
MUESTRA	CODIGO	FECHA	T°	T° promedio
Concreto patrón				
Concreto Patrón + Aditivo + 15% cascote				
Concreto Patrón + Aditivo				
Concreto Patrón + Aditivo +30% cascote				
Concreto Patrón + Aditivo +45% cascote				

## Anexo 45

Ficha de recolección de datos para el asentamiento.

 <b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>				
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazar porcentualmente el agregado grueso por cascote- Trujillo.			
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>TRUJILLO</td> <td>TRUJILLO</td> <td>LA LIBERTAD</td> </tr> </table>	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD
TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD		
OBSERVACIONES:	Evaluacion del asentamiento del concreto con el que se elaboraron las probetas. <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>ELEMENTO</td> <td>Concreto en estado fresco</td> </tr> </table>	ELEMENTO	Concreto en estado fresco	
ELEMENTO	Concreto en estado fresco			

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO				
MUESTRA	CODIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
Concreto patrón				
Concreto Patrón + Aditivo				
Concreto Patrón + Aditivo + 15% cascote				
Concreto Patrón + Aditivo +30% cascote				
Concreto Patrón + Aditivo +45% cascote				



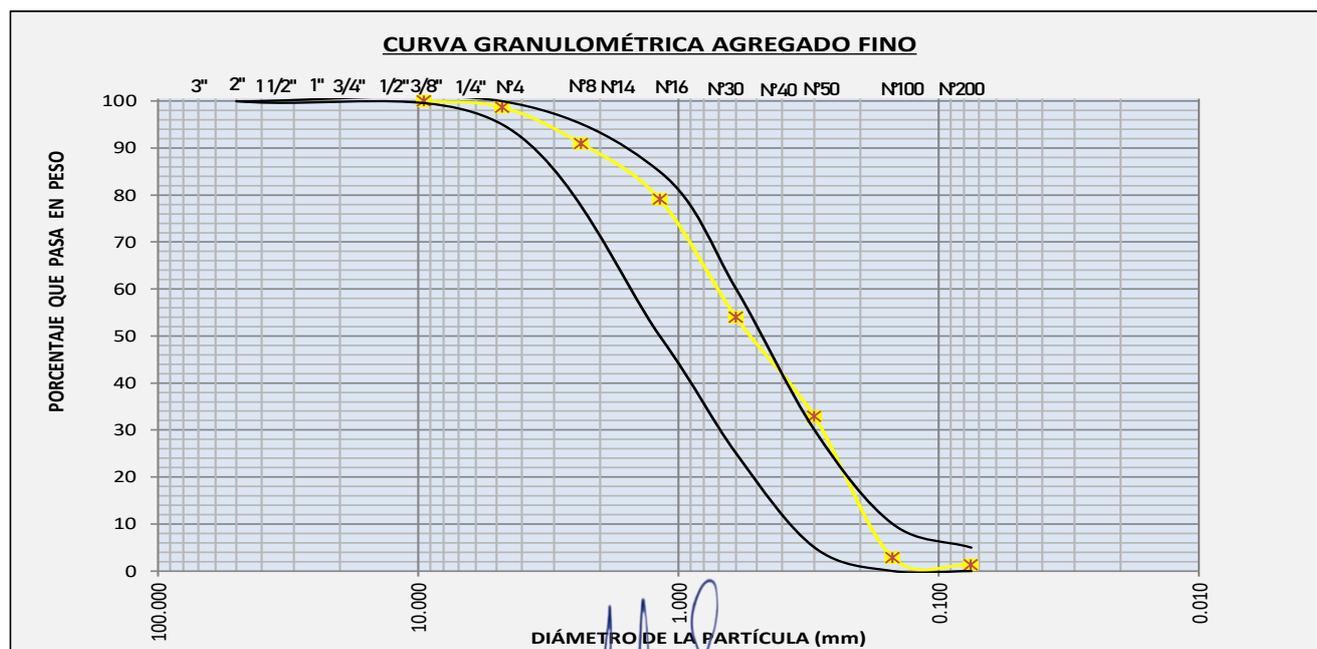


**Anexo 48**

Aplicación de la ficha de análisis granulométrico para el agregado fino.

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> <b>(NTP 400.012/MTC E-204 / ASTM C-136 / AASHTO T-27, T-88)</b>	
<b>TESISTAS</b> : FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni		
<b>TESIS</b> : Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote Trujillo.		
<b>UBICACIÓN</b> : TRUJILLO - LA LIBERTAD		
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO FINO		
<b>FECHA</b> : DICIEMBRE 2023		

Nº Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	HUSO A	Descripción de la muestra
3"	75.00						<b>1. Peso de Material</b>
2"	50.00				100.00	100 100	Peso Inicial Total (g) <span style="float: right;">550.13 gr</span>
1 1/2"	38.10		0.00	0.00	100.00		Peso grava <span style="float: right;">7.17 gr</span>
1"	25.00		0.00	0.00	100.00		Peso arena <span style="float: right;">542.96 gr</span>
3/4"	19.00		0.00	0.00	100.00		<b>2. Características Físicas</b>
1/2"	12.50		0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.50		0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.25	-	0.00	0.00	100.00		Peso específico de la masa <span style="float: right;">2.65</span>
Nº 4	4.75	7.17	1.30	1.30	98.70	95 100	Peso específico SSS <span style="float: right;">2.72</span>
Nº 8	2.36	42.58	7.74	9.04	90.96		Absorción <span style="float: right;">2.56 %</span>
Nº 10	2.00	36.74	6.68	15.72	84.28		
Nº 16	1.18	28.21	5.13	20.85	79.15	50 85	Humedad <span style="float: right;">0.68 %</span>
Nº 20	0.85	50.23	9.13	29.98	70.02		Módulo de fineza <span style="float: right;">2.42</span>
Nº 30	0.60	88.12	16.02	46.00	54.00	25 60	Peso unitario suelto <span style="float: right;">1687 Kg/m3</span>
Nº 40	0.42	50.87	9.25	55.25	44.75		Peso unitario compactado <span style="float: right;">1837 Kg/m3</span>
Nº 50	0.30	65.40	11.89	67.13	32.87	5 30	
Nº 60	0.25	66.98	12.18	79.31	20.69		
Nº 100	0.15	98.16	17.84	97.15	2.85	0 10	
Nº 200	0.075	8.47	1.54	98.69	1.31	0 5	
<Nº 200	FONDO	7.20	1.31	100.00	0.00		
FRACCIÓN		542.96					
TOTAL		550.13					



  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 49

Aplicación de las fichas de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**  
(NTP 400.017 / MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)



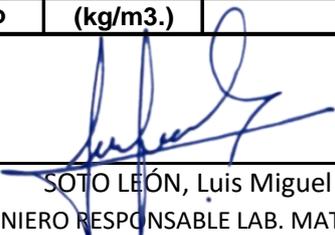
<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	:TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>LABORATORIO</b>	: LABORATORIO DE MATERIALES UPAO
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO FINO
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

**PESO UNITARIO SUELTO**

DEESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	5744	5769	5758	
2. Peso del recipiente	(gr.)	4158	4158	4158	
3. Peso de la muestra	(gr.)	1586	1611	1600	
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	948	948	948	
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1673	1699	1688	
<b>6. Peso unitario suelto promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>.)</b>	<b>1687</b>			

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

DEESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	5893	5899	5907	
2. Peso del recipiente	(gr.)	4158	4158	4158	
3. Peso de la muestra	(gr.)	1735	1741	1749	
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	948	948	948	
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1830	1836	1845	
<b>6. Peso unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>.)</b>	<b>1837</b>			

  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 50

*Aplicación de las fichas de humedad de los agregados.*

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b> (NTP 339.185/MTC E-215 / ASTM C-566)	
---	--	---

<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO FINO
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

ITEM	DESCIRPCIÓN	AGREGADO FINO	
		FQ-1	FQ-2
1	Nº DEL RECIPIENTE	FQ-1	FQ-2
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	196	178
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	824.9	1250.7
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	820.5	1243.8
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)	4.4	6.9
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)	624.5	1065.8
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.70	0.65
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	0.68 %	



SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 51

*Aplicación de las fichas de gravedad específica y absorción de los agregados.*

 <p><b>UPAO</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO</p>	<p><b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS</b> (NTP 400.022, NORMA AASHTO T-84, T-85)</p>	
---	---	---

<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>LABORATORIO</b>	: LABORATORIO DE MATERIALES UPAO
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO FINO
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA				
AGREGADO FINO				
A	Peso picnómetro más agua aforado (gr)	653.9		
B	Peso de la muestra seca al horno (gr)	487.5		
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.0		
D	Peso picnómetro + agua + muestra aforado	969.9		
	Peso específico sobre base seca $B/(C-(D-A))$	2.649		<b>PROMEDIO</b>
	Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $C/(C-(D-A))$	2.717		2.717
	Peso específico aparente $B/(B-(D-A))$	2.843		2.843
	% de absorción = $((C-B)*100)/B$	2.564		2.56%



SOTO LEÓN, Luis Miguel  
INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
ID:000124238

**Anexo 52**

*Aplicación de las fichas de análisis granulométrico para el agregado grueso.*

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> <b>(NTP 400.012/MTC E-204 / ASTM C-136 / AASHTO T-27, T-88)</b>	
---	--	---

**TESISTAS** : FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo  
 QUISPE MEZA, Jhon Antoni

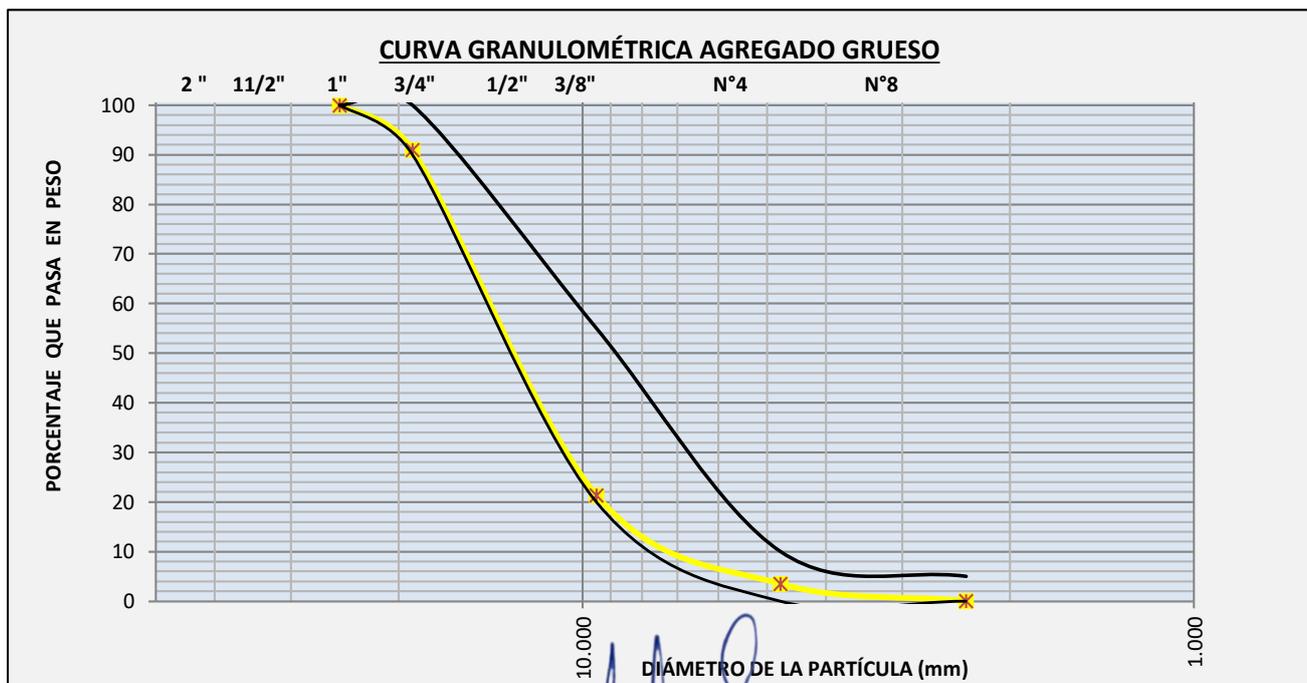
**TESIS** : Evaluación de un concreto f'c= 210 kg/cm2 con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote-Trujillo.

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO

**FECHA** : DICIEMBRE 2023

N° Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	HUSO A		Descripción de la muestra
1 1/2"	38.10	0.00	0.0	0.0	100.0			<b>1. Peso de Material</b> Peso Inicial Total (g) <span style="float: right;">5503.94 gr</span> <b>2. Características Físicas</b> Tamaño máximo nominal <span style="float: right;">3/4"</span> Peso específico de la masa <span style="float: right;">2.63</span> Peso específico aparente <span style="float: right;">2.64</span> Absorción <span style="float: right;">0.26 %</span> Humedad <span style="float: right;">0.77 %</span> Módulo de fineza <span style="float: right;">6.83</span> Peso unitario suelto <span style="float: right;">1547 Kg/m3</span> Peso unitario compactado <span style="float: right;">1697 Kg/m3</span>
1"	25.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.00	496.40	9.0	258.4	91.0	90	100	
1/2"	12.50	2,234.12	40.6	1163.1	50.4			
3/8"	9.50	1,598.12	29.0	832.0	21.4	20	55	
N° 4	4.75	983.21	17.9	511.8	3.5	0	10	
<N° 200	FONDO	192.09	3.5	100.0	0.0			
TOTAL		5,503.94						



  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 53

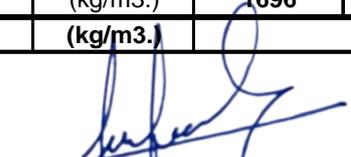
Aplicación de las fichas de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

	<b>PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS</b> <b>(NTP 400.017 / MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)</b>	
---	---	---

<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>LABORATORIO</b>	: LABORATORIO DE MATERIALES UPAO
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

PESO UNITARIO SUELTO					
DEESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	9924	9948	9939	
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642	
3. Peso de la muestra	(gr.)	3282	3306	3297	
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	2130	2130	2130	
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1541	1552	1548	
6. Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> .)	1547			

PESO UNITARIO COMPACTADO					
DEESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	10254	10267	10251	
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642	
3. Peso de la muestra	(gr.)	3612	3625	3609	
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	2130	2130	2130	
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1696	1702	1694	
6. Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> .)	1697			

  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

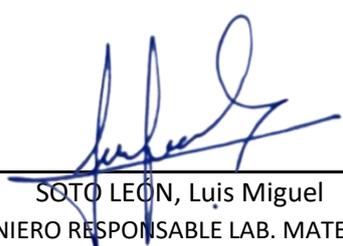
## Anexo 54

*Aplicación de las fichas de humedad del agregado grueso.*

 <b>UPAO</b> <small>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO</small>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b> (NTP 339.185/MTC E-215 / ASTM C-566)	
---	--	---

<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote-Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	
		FQ-1	FQ-2
1	Nº DEL RECIPIENTE	FQ-1	FQ-2
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	124	662
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	3312.15	3120.54
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	3287.13	3102.17
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)	25.02	18.37
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)	3163.13	2440.17
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.79	0.75
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)		0.77 %	


---

 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

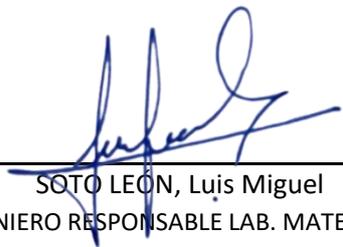
## Anexo 55

Aplicación de las fichas de peso específico y absorción del agregado grueso.

	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS</b> (NTP 400.021, NORMA AASHTO T-84, T-85)	
---	---	---

<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>LABORATORIO</b>	: LABORATORIO DE MATERIALES UPAO
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA				
AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	4000		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	2481.2		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A - B (gr)	1518.8		
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	3989.6		
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm <sup>3</sup> )	1508.4		<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.627		2.627
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.634		2.634
	Pe aparente (Base seca) = D/E	2.645		
	% de abosrción = ((A-D)/D*100)	0.261		0.26%

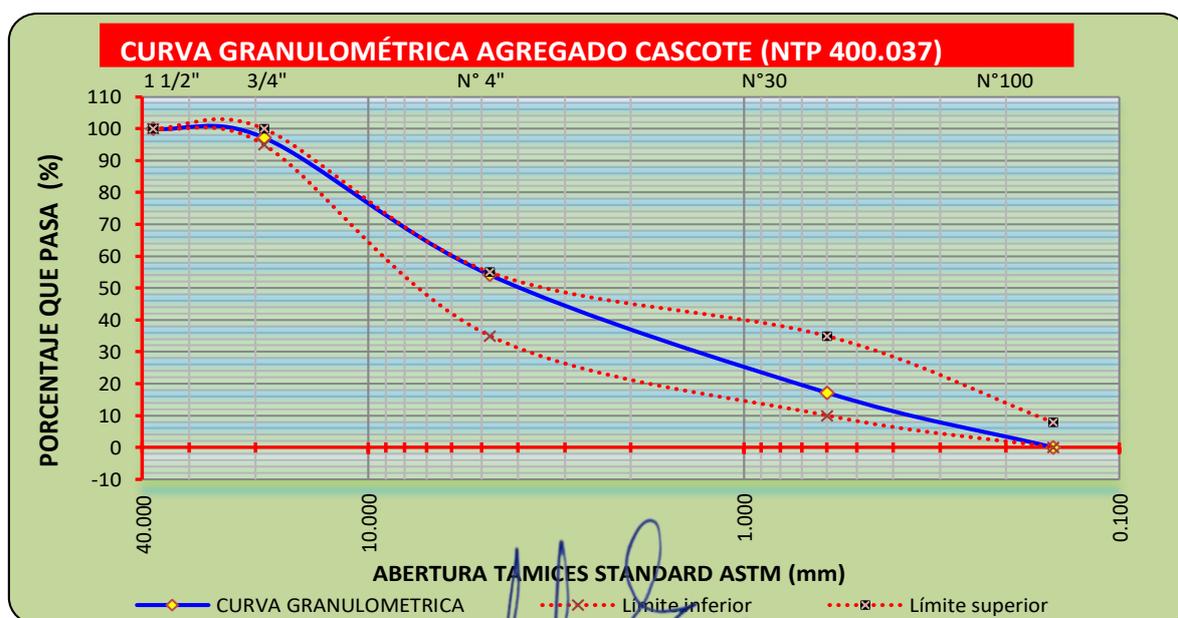
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

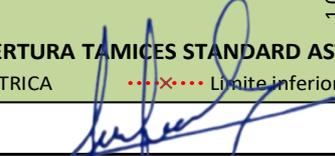
## Anexo 56

Aplicación de las fichas de peso análisis granulométrico del agregado cascote (RCD).

 <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (NTP 400.012/MTC E-204 / ASTM C-136 / AASHTO T-27, T-88)		 <b>UPAO</b> <small>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTINOZ ORIEGO</small>
<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo : QUISPE MEZA, Jhon Antoni	
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.	
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD	
<b>MATERIAL</b>	: CASCOTE (RCD)	
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023	

N° Malla	Abertura	P. Retenido (gr)	% Ret. Parc.	% Ret. Acum.	% Peso que Pasa	AG. GLOBAL	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	1. Peso de Material Peso Total (g) <b>5739.08 gr</b>
3/4"	19.00	157.50	2.74	2.74	97.26	95 100	
N°4	4.75	2,473.14	43.09	43.09	54.16	35 55	2. Características Físicas Tamaño máximo nominal 3/4" Peso específico de la masa 2.40 Peso específico aparente 2.52 Absorción 1.9 % Humedad 2.12 % Módulo de fineza 6.87 Peso unitario suelto 1279 Kg/m3 Peso unitario compactado 1429 Kg/m3
N°30	0.60	2,122.33	36.98	36.98	17.18	10 35	
N°100	0.15	983.21	17.13	17.13	0.05	0 8	
<N° 200	FONDO	2.90	0.05	0.05	0.00		
TOTAL		5,739.08					



  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

**Anexo 57**

*Aplicación de las fichas de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso cascote.*

	<b>PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS</b> <b>(NTP 400.017 / MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)</b>	
---	---	---

<b>SOLICITANTES</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>LABORATORIO</b>	: LABORATORIO DE MATERIALES UPACO
<b>MATERIAL</b>	: CASCOTE
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	9355	9377	9369	
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642	
3. Peso de la muestra	(gr.)	2713	2735	2727	
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	2130	2130	2130	
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1274	1284	1280	
<b>6. Peso unitario suelto promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>.)</b>	<b>1279</b>			

PESO UNITARIO COMPACTADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
1. Peso del recipiente + muestra	(gr.)	9692	9679	9686	
2. Peso del recipiente	(gr.)	6642	6642	6642	
3. Peso de la muestra	(gr.)	3050	3037	3044	
4. Volumen	(cm <sup>3</sup> .)	2130	2130	2130	
5. Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> .)	1432	1426	1429	
<b>6. Peso unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>.)</b>	<b>1429</b>			

  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

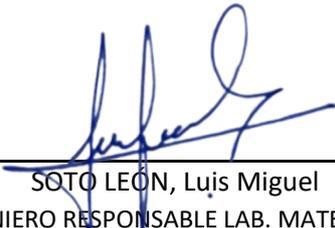
## Anexo 58

Aplicación de las fichas de humedad para el agregado cascote (RCD).

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b> (NTP 339.185/MTC E-215 / ASTM C-566)	
---	--	---

<b>TESISTAS</b>	: FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni
<b>TESIS</b>	: Evaluación de un concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote-
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>MATERIAL</b>	: CASCOTE
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE 2023

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGREGADO CASCOTE	
		FQ-1	FQ-2
1	N° DEL RECIPIENTE		
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	196	201
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	3124.1	3014.4
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	3065.5	2953.9
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)	58.6	60.5
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)	2869.5	2752.9
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	2.04	2.20
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)		2.12 %	


---

 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

**Anexo 59**

*Aplicación de las fichas de peso específico y absorción del agregado grueso cascote (RCD).*

	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS</b> <b>(NTP 400.021, NORMA AASHTO T-84, T-85)</b>	
---	--	---

**SOLICITANTES** : FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo  
 QUISPE MEZA, Jhon Antoni

**TESIS** : Evaluación de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**LABORATORIO** : LABORATORIO DE MATERIALES UPAO

**MATERIAL** : CASCOTE

**FECHA** : DICIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA			
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	4000	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	2365.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A - B (gr)	1634.8	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	3925.4	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm <sup>3</sup> )	1560.2	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.401	2.401
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.447	2.447
	Pe aparente (Base seca) = D/E	2.516	2.516
	% de abosrción = ((A-D)/D*100)	1.900	1.90%


---

 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 60

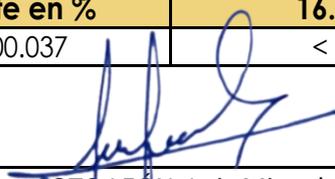
Aplicación de las fichas de peso Abrasión los Ángeles para agregado grueso.

	<b>ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2")</b> <b>(NTP 400.019-MTC E207)</b>	
	<b>SOLICITANTES</b> : FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni	
<b>TESIS</b> : Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.		
<b>UBICACIÓN</b> : TRUJILLO - LA LIBERTAD		
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO NATURAL		
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO CASCOTE		
<b>FECHA</b> : Enero 2024		

### AGREGADO GRUESO NATURAL O PIEDRA CHANCADA

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear en gramos			
Pasa el tamiz	Retenido en el tamiz				
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1233			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1232			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1262	2 500 ± 10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1265	2 500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2 500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)			2 500 ± 10	
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)				5000 ± 10
Peso total		4992	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación en minutos		15	16	17	18

Resultados de ensayo Abrasión los Ángeles	
Peso inicial del agregado	4992
Peso final del agregado	4167
<b>Desgaste en %</b>	<b>16.53 %</b>
NTP 400.037	< 50%

  
 SOTO LEON, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 61

Aplicación de las fichas de peso Abrasión los Ángeles para agregado grueso cascote.

	<b>ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2")</b> <b>(NTP 400.019-MTC E207)</b>	
	<b>SOLICITANTES</b> : FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo QUISPE MEZA, Jhon Antoni	
<b>TESIS</b> : Evaluación de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.		
<b>UBICACIÓN</b> : TRUJILLO - LA LIBERTAD		
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO NATURAL		
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO CASCOTE		
<b>FECHA</b> : Enero 2024		

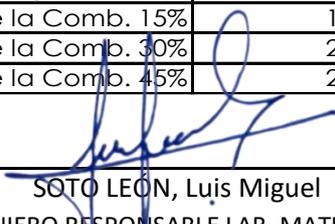
### AGREGADO GRUESO CASCOTE

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear en gramos			
Pasa el tamiz	Retenido en el tamiz				
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1253			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1257			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1242	2 500 ± 10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1243	2 500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2 500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)			2 500 ± 10	
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)				5000 ± 10
Peso total		4995	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación en minutos		15	16	17	18

Resultados de ensayo Abrasión los Ángeles	
Peso inicial del agregado	4995
Peso final del agregado	3208
<b>Desgaste en %</b>	<b>35.78 %</b>
NTP 400.037	< 50%

### COMPARATIVA ENTRE LOS AGREGADOS

CUADRO RESUMEN	
Desgaste agregado nat.	16.53 %
Desgaste agregado casc.	35.78 %
Desgaste de la Comb. 15%	19.41 %
Desgaste de la Comb. 30%	22.30 %
Desgaste de la Comb. 45%	25.19 %

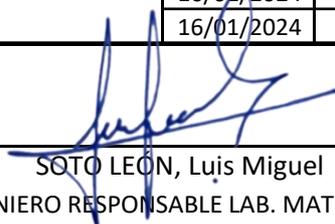
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 62

Aplicación de las fichas temperatura para el concreto en estado fresco.

 <b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>									
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.								
TESISTAS:	<table border="1"> <tr> <td>Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo</td> <td>TRUJILLO</td> <td>TRUJILLO</td> <td>LA LIBERTAD</td> </tr> <tr> <td>Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni			
Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD						
Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni									
OBSERVACIONES:	<table border="1"> <tr> <td>TEMPERATURA CONCRETO</td> <td>ELEMENTO</td> <td>Concreto estructural 210 kg/cm<sup>2</sup> (Vigas, Columnas)</td> </tr> </table>	TEMPERATURA CONCRETO	ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)					
TEMPERATURA CONCRETO	ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)							

TEMPERATURAS DEL CONCRETO				
MUESTRA	CODIGO	FECHA	T°	T° promedio
Concreto patrón	CP	26/12/2023	23.2	23.25
		26/12/2023	23.2	
		26/12/2023	23.2	
		27/12/2023	23.3	
		27/12/2023	23.3	
		27/12/2023	23.3	
Concreto Patrón + Aditivo + 15% cascote	CPA15	02/01/2024	23.4	23.4
		02/01/2024	23.4	
		02/01/2024	23.4	
		03/01/2024	23.4	
		03/01/2024	23.4	
		03/01/2024	23.4	
Concreto Patrón + Aditivo	CPA	04/01/2024	23.4	23.4
		04/01/2024	23.4	
		04/01/2024	23.4	
		05/01/2024	23.4	
		05/01/2024	23.4	
		05/01/2024	23.4	
Concreto Patrón + Aditivo +30% cascote	CPA30	09/01/2024	23.3	23.35
		09/01/2024	23.3	
		09/01/2024	23.3	
		10/01/2024	23.4	
		10/01/2024	23.4	
		10/01/2024	23.4	
Concreto Patrón + Aditivo +45% cascote	CPA45	15/01/2024	23.2	23.3
		15/01/2024	23.2	
		15/01/2024	23.2	
		16/01/2024	23.4	
		16/01/2024	23.4	
		16/01/2024	23.4	

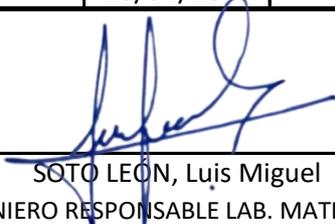
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 63

Aplicación de las fichas de asentamiento slump para el concreto.

 <b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>	
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni
OBSERVACIONES:	Evaluación del asentamiento del concreto con el que se elaboraron las probetas.
	TRUJILLO
	TRUJILLO
	LA LIBERTAD
	ELEMENTO
	Concreto en estado fresco

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO				
MUESTRA	CODIGO	FECHA	Asentamiento (pulgadas)	SLUMP requerido
Concreto patrón	CP	26/12/2023	3.50 pulg.	3" a 5"
		26/12/2023	3.48 pulg.	3" a 5"
		27/12/2023	3.55 pulg.	3" a 5"
		27/12/2023	3.40 pulg.	3" a 5"
Concreto Patrón + Aditivo	CPA	02/01/2024	3.70 pulg.	3" a 5"
		02/01/2024	3.72 pulg.	3" a 5"
		03/01/2024	3.70 pulg.	3" a 5"
		03/01/2024	3.65 pulg.	3" a 5"
Concreto Patrón + Aditivo + 15% cascote	CPA15	04/01/2024	3.60 pulg.	3" a 5"
		04/01/2024	3.65 pulg.	3" a 5"
		05/01/2024	3.63 pulg.	3" a 5"
		05/01/2024	3.65 pulg.	3" a 5"
Concreto Patrón + Aditivo +30% cascote	CPA30	09/01/2024	3.70 pulg.	3" a 5"
		09/01/2024	3.75 pulg.	3" a 5"
		10/01/2024	3.72 pulg.	3" a 5"
		10/01/2024	3.68 pulg.	3" a 5"
Concreto Patrón + Aditivo +45% cascote	CPA45	15/01/2024	3.72 pulg.	3" a 5"
		15/01/2024	3.76 pulg.	3" a 5"
		16/01/2024	3.75 pulg.	3" a 5"
		16/01/2024	3.80 pulg.	3" a 5"

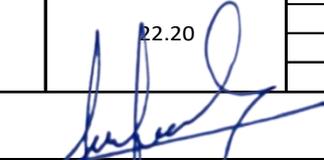
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 64

Aplicación de las fichas de asentamiento peso unitario en estado fresco para el concreto.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b>			
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazar porcentualmente el agregado grueso por cascote- Trujillo.			
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD
OBSERVACIONES:	Peso unitario del concreto en estado fresco			ELEMENTO Concreto en estado fresco

Peso unitario del concreto en estado fresco								
Muestra	Código	Fecha	Diámetro promedio del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Peso del concreto + moldes (kg)	Peso del molde (kg)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto patrón	CP	26/12/2023	20.17	22.20	20.48	3.48	2396.59	2397.30
		26/12/2023			20.51		2400.82	
		27/12/2023			20.46		2393.77	
		27/12/2023			20.49		2398.00	
Concreto Patrón + Aditivo	CPA	04/01/2024	20.17	22.20	20.41	3.48	2386.72	2393.42
		04/01/2024			20.43		2389.54	
		05/01/2024			20.50		2399.41	
		05/01/2024			20.49		2398.00	
Concreto Patrón + Aditivo + 15% cascote	CPA15	02/01/2024	20.17	22.20	20.40	3.48	2385.31	2388.49
		02/01/2024			20.47		2395.18	
		03/01/2024			20.43		2389.54	
		03/01/2024			20.39		2383.91	
Concreto Patrón + Aditivo +30% cascote	CPA30	09/01/2024	20.17	22.20	20.27	3.48	2366.99	2372.27
		09/01/2024			20.32		2374.04	
		10/01/2024			20.35		2378.27	
		10/01/2024			20.29		2369.81	
Concreto Patrón + Aditivo +45% cascote	CPA45	15/01/2024	20.17	22.20	20.08	3.48	2340.20	2340.20
		15/01/2024			20.02		2331.74	
		16/01/2024			20.10		2343.02	
		16/01/2024			20.12		2345.84	

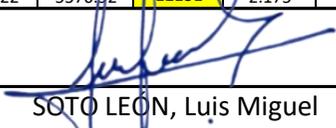
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 65

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 y 14 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>													
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.										FECHA DE ENSAYO:	INDICADO		
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni		TRUJILLO			TRUJILLO			LA LIBERTAD				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO					ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)				NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39		

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA				
												OBTENIDA	DISEÑO							
CP7-M01	26/12/2023	7	02/01/2024	15.49	30.10	188.45	5672.30	12185	2.148	283.80	28959	153.67	210	73.18%	>65%	x				
CP7-M02	26/12/2023	7	02/01/2024	15.26	30.12	182.81	5506.35	12284	2.231	271.19	27672	151.37	210	72.08%	>65%			x		
CP7-M03	26/12/2023	7	02/01/2024	15.10	30.07	179.00	5382.52	12228	2.272	269.65	27515	153.72	210	73.20%	>65%					x
CP7-M04	26/12/2023	7	02/01/2024	15.04	30.12	177.58	5348.70	12256	2.291	275.63	28125	158.38	210	75.42%	>65%					x
CP7-M05	26/12/2023	7	02/01/2024	14.95	30.05	175.62	5277.28	12248	2.321	274.24	27984	159.35	210	75.88%	>65%		x			
CP7-M06	26/12/2023	7	02/01/2024	15.02	30.10	177.11	5330.94	12105	2.271	272.69	27825	157.11	210	74.81%	>65%		x			
CP7-M07	26/12/2023	7	02/01/2024	15.21	30.07	181.78	5466.03	12179	2.228	269.31	27481	151.18	210	71.99%	>65%			x		
CP7-M08	26/12/2023	7	02/01/2024	15.07	30.00	178.29	5348.67	12185	2.278	282.48	28824	161.67	210	76.99%	>65%					x
CP7-M09	26/12/2023	7	02/01/2024	14.97	30.11	176.01	5299.61	12158	2.294	267.74	27320	155.22	210	73.91%	>65%					x
CP7-M10	26/12/2023	7	02/01/2024	15.35	30.02	185.15	5558.08	12117	2.180	280.32	28604	154.49	210	73.57%	>65%		x			
CP14-M01	26/12/2023	14	09/01/2024	15.38	30.10	185.70	5589.60	12196	2.182	344.78	35182	189.46	210	90.22%	>90%	x				
CP14-M02	26/12/2023	14	09/01/2024	15.07	30.10	178.29	5366.50	12138	2.262	330.77	33752	189.31	210	90.15%	>90%	x				
CP14-M03	26/12/2023	14	09/01/2024	15.05	30.05	177.97	5348.10	12190	2.279	342.66	34965	196.46	210	93.55%	>90%		x			
CP14-M04	26/12/2023	14	09/01/2024	15.00	30.10	176.64	5316.75	12274	2.309	341.98	34896	197.56	210	94.08%	>90%					x
CP14-M05	26/12/2023	14	09/01/2024	15.29	30.07	183.69	5523.67	12222	2.213	349.30	35643	194.03	210	92.40%	>90%			x		
CP14-M06	26/12/2023	14	09/01/2024	15.05	30.00	177.82	5334.48	12120	2.272	349.73	35687	200.70	210	95.57%	>90%		x			
CP14-M07	26/12/2023	14	09/01/2024	15.06	30.05	178.13	5352.84	12100	2.260	355.09	36234	203.41	210	96.86%	>90%					x
CP14-M08	26/12/2023	14	09/01/2024	14.96	30.10	175.77	5290.78	12209	2.308	351.97	35915	204.33	210	97.30%	>90%	x				
CP14-M09	26/12/2023	14	09/01/2024	15.15	30.10	180.35	5428.41	12182	2.244	354.03	36125	200.31	210	95.39%	>90%					x
CP14-M10	26/12/2023	14	09/01/2024	15.36	30.11	185.22	5576.82	12131	2.175	357.87	36517	197.16	210	93.88%	>90%					x

  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 66

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 21 y 28 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>				<b>UPAO</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)		NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA					
												OBTENIDA	DISEÑO								
CP21-M01	27/12/2023	21	17/01/2024	15.35	30.10	185.14	5572.65	12203	2.190	367.27	37477	202.43	210	96.39%	>95%			x			
CP21-M02	27/12/2023	21	17/01/2024	15.18	30.05	181.06	5440.87	12293	2.259	381.75	38954	215.14	210	102.45%	>95%	x					
CP21-M03	27/12/2023	21	17/01/2024	15.01	30.05	177.03	5319.72	12258	2.304	366.18	37365	211.07	210	100.51%	>95%		x				
CP21-M04	27/12/2023	21	17/01/2024	15.16	30.12	180.58	5439.19	12295	2.260	371.63	37921	209.99	210	100.00%	>95%			x			
CP21-M05	27/12/2023	21	17/01/2024	14.99	30.07	176.48	5306.72	12115	2.283	362.13	36952	209.38	210	99.71%	>95%			x			
CP21-M06	27/12/2023	21	17/01/2024	15.05	30.07	177.97	5351.66	12165	2.273	367.23	37472	210.55	210	100.26%	>95%					x	
CP21-M07	27/12/2023	21	17/01/2024	15.10	30.12	179.16	5396.23	12219	2.264	361.08	36845	205.66	210	97.93%	>95%						x
CP21-M08	27/12/2023	21	17/01/2024	15.04	30.05	177.58	5336.27	12255	2.297	361.82	36920	207.91	210	99.00%	>95%						x
CP21-M09	27/12/2023	21	17/01/2024	14.98	30.10	176.32	5307.30	12354	2.328	365.81	37328	211.70	210	100.81%	>95%					x	
CP21-M10	27/12/2023	21	17/01/2024	15.31	30.07	184.09	5535.71	12159	2.196	366.77	37425	203.29	210	96.81%	>95%			x			
CP28-M01	27/12/2023	28	24/01/2024	15.22	30.00	181.86	5455.70	12168	2.230	402.12	41033	225.63	210	107.44%	>99%	x					
CP28-M02	27/12/2023	28	24/01/2024	15.09	30.07	178.92	5380.14	12179	2.264	416.16	42465	237.34	210	113.02%	>99%			x			
CP28-M03	27/12/2023	28	24/01/2024	15.09	30.10	178.72	5379.56	12140	2.257	428.15	43689	244.45	210	116.41%	>99%					x	
CP28-M04	27/12/2023	28	24/01/2024	15.00	30.10	176.71	5319.11	12281	2.309	420.95	42954	243.07	210	115.75%	>99%						x
CP28-M05	27/12/2023	28	24/01/2024	15.15	30.07	180.19	5418.23	12164	2.245	430.85	43964	243.99	210	116.19%	>99%						x
CP28-M06	27/12/2023	28	24/01/2024	15.13	30.12	179.71	5412.92	12239	2.261	421.61	43021	239.39	210	113.99%	>99%			x			
CP28-M07	27/12/2023	28	24/01/2024	15.03	30.05	177.34	5329.17	12103	2.271	417.51	42603	240.23	210	114.39%	>99%		x				
CP28-M08	27/12/2023	28	24/01/2024	15.00	30.10	176.79	5321.47	12141	2.282	429.79	43856	248.06	210	118.13%	>99%	x					
CP28-M09	27/12/2023	28	24/01/2024	15.01	30.07	176.87	5318.53	12148	2.284	415.50	42398	239.71	210	114.15%	>99%	x					
CP28-M10	27/12/2023	28	24/01/2024	14.79	30.00	171.88	5156.36	12192	2.364	406.70	41500	241.45	210	114.98%	>99%					x	

SOTO LEÓN, Luis Miguel

INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES

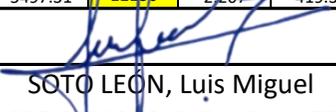
ID:000124238

## Anexo 67

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo a los 7 y 14 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b>				<b>UPAO</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN MÁS ADITIVO ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO		ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)	NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA					
												OBTENIDA	DISEÑO								
CPA7-M01	04/01/2024	7	11/01/2024	14.88	30.10	173.98	5236.69	12180	2.326	358.72	36604	210.40	210	100.19%	>65%	x					
CPA7-M02	04/01/2024	7	11/01/2024	15.09	30.05	178.92	5376.56	12183	2.266	369.92	37747	210.97	210	100.46%	>65%		x				
CPA7-M03	04/01/2024	7	11/01/2024	15.09	30.05	178.72	5370.63	12242	2.279	371.33	37891	212.01	210	100.96%	>65%		x				
CPA7-M04	04/01/2024	7	11/01/2024	15.00	30.12	176.71	5322.64	12256	2.303	374.60	38224	216.30	210	103.00%	>65%	x					
CPA7-M05	04/01/2024	7	11/01/2024	15.45	30.07	187.56	5639.85	12250	2.172	372.28	37988	202.54	210	96.45%	>65%			x			
CPA7-M06	04/01/2024	7	11/01/2024	15.13	30.07	179.71	5403.93	12110	2.241	371.63	37921	211.01	210	100.48%	>65%						x
CPA7-M07	04/01/2024	7	11/01/2024	15.03	30.12	177.34	5341.59	12180	2.280	361.49	36887	208.00	210	99.05%	>65%						x
CPA7-M08	04/01/2024	7	11/01/2024	15.00	30.05	176.79	5312.63	12190	2.295	371.83	37942	214.61	210	102.20%	>65%		x				
CPA7-M09	04/01/2024	7	11/01/2024	15.01	30.10	176.87	5323.84	12159	2.284	381.79	38958	220.26	210	104.89%	>65%			x			
CPA7-M10	04/01/2024	7	11/01/2024	15.44	30.07	187.31	5632.55	12147	2.157	350.47	35762	190.92	210	90.91%	>65%	x					
CPA14-M01	04/01/2024	14	18/01/2024	15.25	30.10	182.65	5497.89	12194	2.218	440.55	44954	246.12	210	117.20%	>90%						x
CPA14-M02	04/01/2024	14	18/01/2024	15.26	30.10	182.81	5502.70	12140	2.206	430.17	43895	240.11	210	114.34%	>90%						x
CPA14-M03	04/01/2024	14	18/01/2024	15.10	30.05	179.00	5378.94	12191	2.266	432.19	44101	246.37	210	117.32%	>90%	x					
CPA14-M04	04/01/2024	14	18/01/2024	15.04	30.10	177.58	5345.15	12280	2.297	430.47	43925	247.35	210	117.79%	>90%			x			
CPA14-M05	04/01/2024	14	18/01/2024	15.44	30.07	187.31	5632.55	12241	2.173	384.20	39204	209.29	210	99.66%	>90%		x				
CPA14-M06	04/01/2024	14	18/01/2024	15.02	30.00	177.11	5313.23	12124	2.282	401.28	40947	231.20	210	110.09%	>90%						x
CPA14-M07	04/01/2024	14	18/01/2024	15.21	30.05	181.78	5462.40	12120	2.219	399.85	40801	224.46	210	106.88%	>90%			x			
CPA14-M08	04/01/2024	14	18/01/2024	15.07	30.10	178.29	5366.50	12140	2.258	410.10	41847	234.71	210	111.77%	>90%			x			
CPA14-M09	04/01/2024	14	18/01/2024	14.97	30.10	176.01	5297.85	12184	2.300	411.44	41984	238.53	210	113.59%	>90%	x					
CPA14-M10	04/01/2024	14	18/01/2024	15.25	30.11	182.57	5497.31	12180	2.207	419.33	42789	234.36	210	111.60%	>90%						x

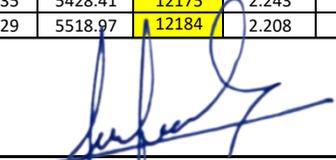
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

**Anexo 68**

*Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo a los 21 y 28 días.*

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>				<b>UPAO</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
TITULO:	Evaluación de un concreto f'c= 210 kg/cm2 con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN MÁS ADITIVO ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm2 (Vigas, Columnas)		NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	VOLUMEN (cm3)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm3)	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA					
												OBTENIDA	DISEÑO								
CPA21-M01	05/01/2024	21	26/01/2024	15.17	30.06	180.74	5433.13	12194	2.244	429.78	43855	242.64	210	115.54%	>95%						x
CPA21-M02	05/01/2024	21	26/01/2024	15.18	30.05	181.06	5440.87	12138	2.231	439.02	44798	247.42	210	117.82%	>95%					x	
CPA21-M03	05/01/2024	21	26/01/2024	15.01	30.05	177.03	5319.72	12190	2.291	442.03	45105	254.79	210	121.33%	>95%					x	
CPA21-M04	05/01/2024	21	26/01/2024	15.16	30.12	180.58	5439.19	12274	2.257	447.68	45682	252.97	210	120.46%	>95%			x			
CPA21-M05	05/01/2024	21	26/01/2024	14.87	30.08	173.74	5226.18	12141	2.323	418.53	42707	245.81	210	117.05%	>95%						x
CPA21-M06	05/01/2024	21	26/01/2024	15.05	30.07	177.97	5351.66	12123	2.265	450.67	45987	258.39	210	123.04%	>95%	x					
CPA21-M07	05/01/2024	21	26/01/2024	15.10	30.12	179.16	5396.23	12075	2.238	412.33	42074	234.84	210	111.83%	>95%		x				
CPA21-M08	05/01/2024	21	26/01/2024	15.04	30.05	177.58	5336.27	12101	2.268	449.61	45879	258.36	210	123.03%	>95%			x			
CPA21-M09	05/01/2024	21	26/01/2024	14.98	30.10	176.32	5307.30	12182	2.295	450.67	45987	260.81	210	124.20%	>95%		x				
CPA21-M10	05/01/2024	21	26/01/2024	15.48	30.07	188.29	5661.77	12131	2.143	392.76	40078	212.86	210	101.36%	>95%						x
CPA28-M01	05/01/2024	28	02/02/2024	14.65	30.10	168.56	5073.78	12168	2.398	428.71	43746	259.52	210	123.58%	>99%				x		
CPA28-M02	05/01/2024	28	02/02/2024	15.07	30.10	178.29	5366.50	12108	2.256	437.61	44654	250.46	210	119.27%	>99%						x
CPA28-M03	05/01/2024	28	02/02/2024	15.05	30.05	177.97	5348.10	12140	2.270	450.07	45925	258.04	210	122.88%	>99%			x			
CPA28-M04	05/01/2024	28	02/02/2024	15.00	30.10	176.64	5316.75	12180	2.291	436.93	44585	252.41	210	120.20%	>99%			x			
CPA28-M05	05/01/2024	28	02/02/2024	14.93	30.07	175.15	5266.68	12160	2.309	429.66	43843	250.32	210	119.20%	>99%	x					
CPA28-M06	05/01/2024	28	02/02/2024	15.05	30.00	177.82	5334.48	12234	2.293	447.96	45710	257.06	210	122.41%	>99%		x				
CPA28-M07	05/01/2024	28	02/02/2024	15.06	30.05	178.13	5352.84	12134	2.267	440.10	44908	252.11	210	120.05%	>99%		x				
CPA28-M08	05/01/2024	28	02/02/2024	14.96	30.10	175.77	5290.78	12140	2.295	449.77	45895	261.10	210	124.33%	>99%			x			
CPA28-M09	05/01/2024	28	02/02/2024	15.15	30.10	180.35	5428.41	12175	2.243	458.17	46752	259.24	210	123.45%	>99%						x
CPA28-M10	05/01/2024	28	02/02/2024	15.28	30.11	183.29	5518.97	12184	2.208	442.80	45184	246.51	210	117.39%	>99%					x	

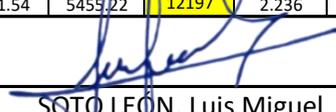
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 69

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo y 15% de sustitución a los 7 y 14 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>					
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO CON 15% DE CASCOTE ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)		NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA				
												OBTENIDA	DISEÑO							
CPA15-7-M01	02/01/2024	7	09/01/2024	15.38	30.10	185.78	5592.02	12175	2.177	359.65	36699	197.54	210	94.07%	>65%		x			
CPA15-7-M02	02/01/2024	7	09/01/2024	15.07	30.10	178.29	5366.50	12184	2.270	362.15	36954	207.27	210	98.70%	>65%					x
CPA15-7-M03	02/01/2024	7	09/01/2024	15.05	30.05	177.97	5348.10	12121	2.266	360.74	36810	206.83	210	98.49%	>65%			x		
CPA15-7-M04	02/01/2024	7	09/01/2024	15.00	30.10	176.64	5316.75	12242	2.303	344.25	35128	198.87	210	94.70%	>65%				x	
CPA15-7-M05	02/01/2024	7	09/01/2024	15.35	30.07	185.14	5567.10	12248	2.200	398.02	40614	219.37	210	104.46%	>65%		x			
CPA15-7-M06	02/01/2024	7	09/01/2024	15.13	30.00	179.71	5391.35	12108	2.246	364.63	37207	207.04	210	98.59%	>65%	x				
CPA15-7-M07	02/01/2024	7	09/01/2024	15.03	30.05	177.34	5329.17	12174	2.284	362.44	36984	208.54	210	99.31%	>65%		x			
CPA15-7-M08	02/01/2024	7	09/01/2024	15.00	30.05	176.79	5312.63	12197	2.296	353.79	36101	204.20	210	97.24%	>65%			x		
CPA15-7-M09	02/01/2024	7	09/01/2024	15.01	30.10	176.87	5323.84	12142	2.281	357.59	36489	206.30	210	98.24%	>65%		x			
CPA15-7-M10	02/01/2024	7	09/01/2024	15.27	30.11	183.05	5511.74	12186	2.211	369.23	37677	205.82	210	98.01%	>65%		x			
CPA15-14-M01	02/01/2024	14	16/01/2024	15.31	30.06	184.01	5531.46	12104	2.188	429.76	43853	238.31	210	113.48%	>90%					x
CPA15-14-M02	02/01/2024	14	16/01/2024	15.18	30.05	181.06	5440.87	12108	2.225	411.15	41954	231.71	210	110.34%	>90%				x	
CPA15-14-M03	02/01/2024	14	16/01/2024	15.01	30.05	177.03	5319.72	12174	2.288	429.98	43875	247.84	210	118.02%	>90%			x		
CPA15-14-M04	02/01/2024	14	16/01/2024	15.16	30.12	180.58	5439.19	12197	2.242	410.90	41929	232.19	210	110.56%	>90%	x				
CPA15-14-M05	02/01/2024	14	16/01/2024	15.42	30.07	186.83	5617.97	12142	2.161	376.90	38459	205.85	210	98.02%	>90%		x			
CPA15-14-M06	02/01/2024	14	16/01/2024	15.05	30.00	177.97	5339.20	12124	2.271	387.79	39570	222.34	210	105.87%	>90%			x		
CPA15-14-M07	02/01/2024	14	16/01/2024	15.10	30.08	179.16	5389.06	12120	2.249	431.15	43995	245.57	210	116.94%	>90%			x		
CPA15-14-M08	02/01/2024	14	16/01/2024	15.04	30.07	177.58	5339.82	12108	2.267	412.27	42068	236.90	210	112.81%	>90%					x
CPA15-14-M09	02/01/2024	14	16/01/2024	14.98	30.12	176.32	5310.82	12174	2.292	422.94	43157	244.76	210	116.55%	>90%				x	
CPA15-14-M10	02/01/2024	14	16/01/2024	15.20	30.05	181.54	5455.22	12197	2.236	367.63	37513	206.64	210	98.40%	>90%			x		

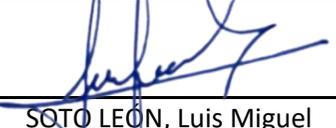
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 70

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo y 15% de sustitución a los 21 y 28 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>						
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.					FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD		FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO CON 15% DE CASCOTE ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO			ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)	NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA					
												OBTENIDA	DISEÑO								
CPA15-21-M01	03/01/2024	21	24/01/2024	15.15	30.10	180.35	5428.41	12142	2.237	431.01	43981	243.87	210	116.13%	>95%		x				
CPA15-21-M02	03/01/2024	21	24/01/2024	15.35	30.07	185.14	5567.10	12140	2.181	440.59	44958	242.84	210	115.64%	>95%			x			
CPA15-21-M03	03/01/2024	21	24/01/2024	15.05	30.05	177.97	5348.10	12128	2.268	439.44	44841	251.95	210	119.98%	>95%	x					
CPA15-21-M04	03/01/2024	21	24/01/2024	15.27	30.10	183.05	5509.91	12274	2.228	437.93	44687	244.12	210	116.25%	>95%		x				
CPA15-21-M05	03/01/2024	21	24/01/2024	15.22	30.07	181.94	5470.82	12140	2.219	414.20	42265	232.31	210	110.62%	>95%			x			
CPA15-21-M06	03/01/2024	21	24/01/2024	15.03	30.00	177.34	5320.30	12120	2.278	440.89	44989	253.68	210	120.80%	>95%			x			
CPA15-21-M07	03/01/2024	21	24/01/2024	15.16	30.05	180.50	5424.16	12080	2.227	438.22	44716	247.73	210	117.97%	>95%						x
CPA15-21-M08	03/01/2024	21	24/01/2024	15.12	30.10	179.55	5404.56	12102	2.239	440.82	44982	250.52	210	119.30%	>95%						x
CPA15-21-M09	03/01/2024	21	24/01/2024	15.26	30.10	182.81	5502.70	12182	2.214	429.97	43874	239.99	210	114.28%	>95%						x
CPA15-21-M10	03/01/2024	21	24/01/2024	15.33	30.11	184.66	5559.99	12140	2.183	421.26	42986	232.79	210	110.85%	>95%		x				
CPA15-28-M01	03/01/2024	28	31/01/2024	15.35	30.10	184.98	5567.81	12128	2.178	442.80	45184	244.27	210	116.32%	>99%	x					
CPA15-28-M02	03/01/2024	28	31/01/2024	15.06	30.10	178.21	5364.12	12274	2.288	414.03	42248	237.07	210	112.89%	>99%	x					
CPA15-28-M03	03/01/2024	28	31/01/2024	15.03	30.05	177.42	5331.54	12140	2.277	432.36	44118	248.66	210	118.41%	>99%			x			
CPA15-28-M04	03/01/2024	28	31/01/2024	15.03	30.10	177.34	5338.04	12120	2.270	439.14	44810	252.67	210	120.32%	>99%						x
CPA15-28-M05	03/01/2024	28	31/01/2024	15.09	30.00	178.76	5362.88	12142	2.264	461.96	47139	263.70	210	125.57%	>99%						x
CPA15-28-M06	03/01/2024	28	31/01/2024	15.04	30.10	177.74	5349.89	12124	2.266	437.11	44603	250.95	210	119.50%	>99%		x				
CPA15-28-M07	03/01/2024	28	31/01/2024	15.18	30.05	181.06	5440.87	12276	2.256	431.50	44031	243.18	210	115.80%	>99%	x					
CPA15-28-M08	03/01/2024	28	31/01/2024	15.01	30.10	177.03	5328.57	12147	2.280	430.93	43972	248.39	210	118.28%	>99%		x				
CPA15-28-M09	03/01/2024	28	31/01/2024	15.16	30.10	180.58	5435.58	12123	2.230	439.22	44818	248.18	210	118.18%	>99%						x
CPA15-28-M10	03/01/2024	28	31/01/2024	15.33	30.11	184.66	5559.99	12181	2.191	454.31	46358	251.05	210	119.55%	>99%		x				

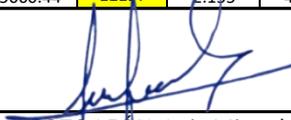
  
 SOTO LEON, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

Anexo 71

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo y 30% de sustitución a los 7 y 14 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>				<b>UPAO</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
TITULO:	Evaluación de un concreto f'c= 210 kg/cm2 con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO CON 30% DE RCD ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm2 (Vigas, Columnas)		NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	VOLUMEN (cm3)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm3)	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA				
												OBTENIDA	DISEÑO							
CPA30-7-M01	09/01/2024	7	16/01/2024	14.68	30.05	169.18	5083.81	12180	2.396	332.77	33956	200.71	210	95.58%	>65%					x
CPA30-7-M02	09/01/2024	7	16/01/2024	15.06	30.05	178.13	5352.84	12192	2.278	353.33	36054	202.40	210	96.38%	>65%				x	
CPA30-7-M03	09/01/2024	7	16/01/2024	15.20	30.10	181.38	5459.50	12125	2.221	362.29	36968	203.82	210	97.06%	>65%				x	
CPA30-7-M04	09/01/2024	7	16/01/2024	15.07	30.11	178.37	5370.65	12245	2.280	353.80	36102	202.40	210	96.38%	>65%		x			
CPA30-7-M05	09/01/2024	7	16/01/2024	14.72	30.06	170.18	5115.58	12252	2.395	331.94	33871	199.03	210	94.78%	>65%				x	
CPA30-7-M06	09/01/2024	7	16/01/2024	15.07	30.05	178.29	5357.58	12112	2.261	354.90	36214	203.12	210	96.72%	>65%					x
CPA30-7-M07	09/01/2024	7	16/01/2024	15.09	30.05	178.84	5374.19	12176	2.266	354.64	36188	202.35	210	96.36%	>65%	x				
CPA30-7-M08	09/01/2024	7	16/01/2024	15.20	30.05	181.54	5455.22	12199	2.236	362.44	36984	203.73	210	97.01%	>65%		x			
CPA30-7-M09	09/01/2024	7	16/01/2024	15.02	30.10	177.26	5335.67	12144	2.276	354.69	36193	204.17	210	97.23%	>65%	x				
CPA30-7-M10	09/01/2024	7	16/01/2024	15.22	30.11	181.94	5478.10	12188	2.225	352.92	36012	197.94	210	94.26%	>65%			x		
CPA30-14-M01	09/01/2024	14	23/01/2024	14.87	30.06	173.59	5218.02	12106	2.320	348.79	35591	205.03	210	97.63%	>90%	x				
CPA30-14-M02	09/01/2024	14	23/01/2024	15.02	30.05	177.26	5326.81	12101	2.272	412.82	42124	237.63	210	113.16%	>90%			x		x
CPA30-14-M03	09/01/2024	14	23/01/2024	14.91	30.05	174.68	5249.09	12197	2.324	411.76	42016	240.53	210	114.54%	>90%				x	
CPA30-14-M04	09/01/2024	14	23/01/2024	15.12	30.12	179.47	5405.76	12158	2.249	420.17	42874	238.89	210	113.76%	>90%		x			
CPA30-14-M05	09/01/2024	14	23/01/2024	14.91	30.07	174.60	5250.23	12142	2.313	394.53	40258	230.57	210	109.80%	>90%					x
CPA30-14-M06	09/01/2024	14	23/01/2024	15.34	30.00	184.90	5546.90	12124	2.186	415.09	42356	229.08	210	109.09%	>90%			x		
CPA30-14-M07	09/01/2024	14	23/01/2024	15.07	30.08	178.37	5365.30	12120	2.259	406.59	41489	232.60	210	110.76%	>90%		x			
CPA30-14-M08	09/01/2024	14	23/01/2024	15.20	30.07	181.38	5454.06	12108	2.220	412.60	42102	232.12	210	110.53%	>90%				x	
CPA30-14-M09	09/01/2024	14	23/01/2024	15.00	30.05	176.71	5310.27	12174	2.293	411.47	41987	237.60	210	113.14%	>90%	x				
CPA30-14-M10	09/01/2024	14	23/01/2024	15.49	30.05	188.37	5660.44	12197	2.155	405.07	41334	219.43	210	104.49%	>90%		x			

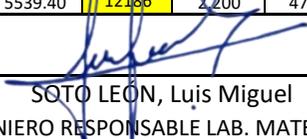
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 72

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo y 30% de sustitución a los 21 y 28 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO</b>				<b>UPAO</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO		
TITULO:	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO	
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni	TRUJILLO	TRUJILLO	LA LIBERTAD	FECHA DE ENSAYO:	INDICADO	
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO CON 30% DE RCD ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO			ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)	NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA					
												OBTENIDA	DISEÑO								
CPA30-21-M01	10/01/2024	21	31/01/2024	15.01	30.12	177.03	5332.11	12142	2.277	419.76	42833	241.95	210	115.22%	>95%	x					
CPA30-21-M02	10/01/2024	21	31/01/2024	15.19	30.07	181.22	5449.28	12140	2.228	432.39	44121	243.47	210	115.94%	>95%			x			
CPA30-21-M03	10/01/2024	21	31/01/2024	15.08	30.00	178.68	5360.51	12128	2.262	430.79	43958	246.01	210	117.15%	>95%					x	
CPA30-21-M04	10/01/2024	21	31/01/2024	15.39	30.08	186.02	5595.58	12274	2.194	439.02	44798	240.82	210	114.68%	>95%						x
CPA30-21-M05	10/01/2024	21	31/01/2024	14.85	30.07	173.20	5208.06	12144	2.332	343.40	35041	202.32	210	96.34%	>95%						x
CPA30-21-M06	10/01/2024	21	31/01/2024	15.34	30.00	184.90	5546.90	12125	2.186	447.56	45669	247.00	210	117.62%	>95%					x	
CPA30-21-M07	10/01/2024	21	31/01/2024	15.07	30.05	178.37	5359.95	12080	2.254	445.85	45495	255.06	210	121.46%	>95%				x		
CPA30-21-M08	10/01/2024	21	31/01/2024	15.20	30.10	181.38	5459.50	12102	2.217	400.57	40874	225.35	210	107.31%	>95%			x			
CPA30-21-M09	10/01/2024	21	31/01/2024	15.00	30.10	176.71	5319.11	12182	2.290	446.20	45531	257.65	210	122.69%	>95%	x					
CPA30-21-M10	10/01/2024	21	31/01/2024	15.07	30.11	178.45	5373.03	12142	2.260	447.52	45665	255.90	210	121.86%	>95%	x					
CPA30-28-M01	10/01/2024	28	07/02/2024	15.21	30.10	181.62	5466.69	12129	2.219	404.19	41244	227.09	210	108.14%	>99%			x			
CPA30-28-M02	10/01/2024	28	07/02/2024	15.04	30.10	177.58	5345.15	12276	2.297	406.60	41490	233.64	210	111.26%	>99%						x
CPA30-28-M03	10/01/2024	28	07/02/2024	15.09	30.05	178.84	5374.19	12140	2.259	423.12	43175	241.41	210	114.96%	>99%					x	
CPA30-28-M04	10/01/2024	28	07/02/2024	15.00	30.05	176.71	5310.27	12127	2.284	427.03	43574	246.58	210	117.42%	>99%					x	
CPA30-28-M05	10/01/2024	28	07/02/2024	15.08	30.05	178.53	5364.69	12142	2.263	434.93	44381	248.60	210	118.38%	>99%				x		
CPA30-28-M06	10/01/2024	28	07/02/2024	15.00	30.12	176.71	5322.64	12124	2.278	432.43	44126	249.70	210	118.91%	>99%			x			
CPA30-28-M07	10/01/2024	28	07/02/2024	15.09	30.07	178.84	5377.76	12276	2.283	443.60	45265	253.10	210	120.52%	>99%			x			
CPA30-28-M08	10/01/2024	28	07/02/2024	15.20	30.00	181.54	5446.14	12185	2.237	437.28	44620	245.79	210	117.04%	>99%				x		
CPA30-28-M09	10/01/2024	28	07/02/2024	15.02	30.08	177.26	5332.12	12128	2.275	447.65	45679	257.69	210	122.71%	>99%	x					
CPA30-28-M10	10/01/2024	28	07/02/2024	15.31	30.09	184.09	5539.40	12186	2.200	477.60	48735	264.73	210	126.06%	>99%						x

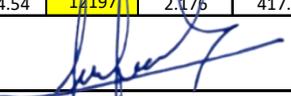
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

Anexo 73

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo y 45% de sustitución a los 7 y 14 días.

		<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO</b>										 UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO	
TITULO:		Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.										FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
TESISTAS:		Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni			TRUJILLO		TRUJILLO		LA LIBERTAD			FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:		MUESTRAS DE CONCRETO CON 45% DE RCD ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO						ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)			NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA				
												OBTENIDA	DISEÑO							
CPA45-7-M01	15/01/2024	7	22/01/2024	15.12	30.11	179.55	5406.35	12276	2.271	348.55	35566	198.08	210	94.32%	>65%		x			
CPA45-7-M02	15/01/2024	7	22/01/2024	15.04	30.06	177.58	5338.04	12140	2.274	343.25	35025	197.24	210	93.92%	>65%				x	
CPA45-7-M03	15/01/2024	7	22/01/2024	15.09	30.05	178.84	5374.19	12127	2.257	361.74	36912	206.40	210	98.28%	>65%		x			
CPA45-7-M04	15/01/2024	7	22/01/2024	15.00	30.05	176.71	5310.27	12142	2.287	361.87	36926	208.96	210	99.50%	>65%				x	
CPA45-7-M05	15/01/2024	7	22/01/2024	15.43	30.06	187.07	5623.39	12124	2.156	355.47	36272	193.89	210	92.33%	>65%	x				
CPA45-7-M06	15/01/2024	7	22/01/2024	15.00	30.05	176.71	5310.27	12276	2.312	341.68	34865	197.30	210	93.95%	>65%				x	
CPA45-7-M07	15/01/2024	7	22/01/2024	15.09	30.05	178.84	5374.19	12185	2.267	358.89	36621	204.77	210	97.51%	>65%					x
CPA45-7-M08	15/01/2024	7	22/01/2024	15.20	30.05	181.54	5455.22	12128	2.223	354.03	36125	198.99	210	94.76%	>65%					x
CPA45-7-M09	15/01/2024	7	22/01/2024	15.02	30.10	177.26	5335.67	12186	2.284	345.62	35267	198.95	210	94.74%	>65%				x	
CPA45-7-M10	15/01/2024	7	22/01/2024	15.29	30.11	183.69	5531.02	12188	2.204	355.47	36272	197.46	210	94.03%	>65%		x			
CPA45-14-M01	15/01/2024	14	29/01/2024	15.31	30.06	184.17	5536.28	12197	2.203	411.34	41973	227.90	210	108.52%	>90%	x				
CPA45-14-M02	15/01/2024	14	29/01/2024	15.19	30.05	181.22	5445.65	12142	2.230	416.71	42521	234.64	210	111.73%	>90%				x	
CPA45-14-M03	15/01/2024	14	29/01/2024	15.08	30.05	178.68	5369.44	12140	2.261	407.91	41623	232.94	210	110.93%	>90%		x			
CPA45-14-M04	15/01/2024	14	29/01/2024	15.39	30.05	186.02	5590.00	12128	2.170	395.76	40384	217.09	210	103.38%	>90%				x	
CPA45-14-M05	15/01/2024	14	29/01/2024	15.36	30.10	185.22	5575.07	12274	2.202	437.15	44607	240.83	210	114.68%	>90%		x			
CPA45-14-M06	15/01/2024	14	29/01/2024	15.07	30.11	178.37	5370.65	12144	2.261	406.22	41451	232.39	210	110.66%	>90%					x
CPA45-14-M07	15/01/2024	14	29/01/2024	15.16	30.06	180.50	5425.97	12123	2.234	400.37	40854	226.33	210	107.78%	>90%				x	
CPA45-14-M08	15/01/2024	14	29/01/2024	15.35	30.05	185.06	5560.98	12121	2.180	383.20	39102	211.30	210	100.62%	>90%		x			
CPA45-14-M09	15/01/2024	14	29/01/2024	14.96	30.05	175.77	5281.99	12154	2.801	401.65	40985	233.17	210	111.03%	>90%	x				
CPA45-14-M10	15/01/2024	14	29/01/2024	15.41	30.05	186.51	5604.54	12197	2.176	417.14	42565	228.22	210	108.68%	>90%				x	

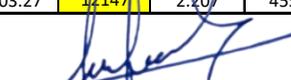
  
 SOTO LEÓN, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 74

Aplicación de las fichas de resistencia a la compresión del concreto patrón más aditivo y 45% de sustitución a los 21 y 28 días.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b>													
TITULO:	Evaluación de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazando porcentualmente en 15% 35% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo.										FECHA DE ENSAYO:	INDICADO		
TESISTAS:	Bach. FLORES CONTRERAS, Luis Leopoldo Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni		TRUJILLO			TRUJILLO			LA LIBERTAD				FECHA DE ENSAYO:	INDICADO
OBSERVACIONES:	MUESTRAS DE CONCRETO CON 45% DE RCD ELABORADAS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO							ELEMENTO	Concreto estructural 210 kg/cm <sup>2</sup> (Vigas, Columnas)			NORMA:	NTP 339.031/ ASTM C-39	

N° ELEMENTO (CODIGO)	FECHA DE ELAB. DE MUESTRA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	CARGA APLICADA (KN)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA F' C		% DE RESISTENCIA MINIMA	PORCENTAJE ADMITIDO	TIPO DE FALLA					
												OBTENIDA	DISEÑO								
CPA45-21-M01	16/01/2024	21	06/02/2024	14.95	30.12	175.46	5284.86	12142	2.298	365.07	37252	212.31	210	101.10%	>95%						x
CPA45-21-M02	16/01/2024	21	06/02/2024	15.06	30.07	178.13	5356.40	12140	2.266	426.40	43510	244.26	210	116.31%	>95%				x		
CPA45-21-M03	16/01/2024	21	06/02/2024	15.20	30.02	181.38	5444.99	12128	2.227	430.77	43956	242.34	210	115.40%	>95%	x					
CPA45-21-M04	16/01/2024	21	06/02/2024	15.07	30.08	178.37	5365.30	12274	2.288	429.43	43819	245.67	210	116.98%	>95%		x				
CPA45-21-M05	16/01/2024	21	06/02/2024	15.35	30.05	185.14	5563.39	12144	2.183	421.03	42962	232.05	210	110.50%	>95%		x				
CPA45-21-M06	16/01/2024	21	06/02/2024	15.34	30.10	184.90	5565.39	12125	2.179	434.54	44341	239.81	210	114.20%	>95%				x		
CPA45-21-M07	16/01/2024	21	06/02/2024	15.07	30.11	178.37	5370.65	12080	2.249	429.45	43821	245.68	210	116.99%	>95%						x
CPA45-21-M08	16/01/2024	21	06/02/2024	15.20	30.06	181.38	5452.25	12102	2.220	428.56	43731	241.10	210	114.81%	>95%					x	
CPA45-21-M09	16/01/2024	21	06/02/2024	15.00	30.05	176.71	5310.27	12182	2.294	422.39	43101	243.90	210	116.14%	>95%				x		
CPA45-21-M10	16/01/2024	21	06/02/2024	15.05	30.11	177.82	5354.04	12142	2.268	421.84	43045	242.08	210	115.27%	>95%		x				
CPA54-28-M01	16/01/2024	28	13/02/2024	15.43	30.10	187.07	5630.87	12144	2.157	439.53	44850	239.75	210	114.17%	>99%		x				
CPA45-28-M02	16/01/2024	28	13/02/2024	15.02	30.10	177.26	5335.67	12125	2.272	412.81	42123	237.63	210	113.16%	>99%	x					
CPA45-28-M03	16/01/2024	28	13/02/2024	14.91	30.05	174.68	5249.09	12080	2.301	413.41	42185	241.50	210	115.00%	>99%		x				
CPA45-28-M04	16/01/2024	28	13/02/2024	15.12	30.05	179.47	5393.20	12102	2.244	423.70	43235	240.90	210	114.71%	>99%						x
CPA45-28-M05	16/01/2024	28	13/02/2024	15.24	30.11	182.33	5490.10	12182	2.219	462.45	47189	258.80	210	123.24%	>99%	x					
CPA45-28-M06	16/01/2024	28	13/02/2024	15.00	30.10	176.71	5319.11	12142	2.283	424.91	43358	245.36	210	116.84%	>99%		x				
CPA45-28-M07	16/01/2024	28	13/02/2024	15.09	30.10	178.84	5383.13	12279	2.281	434.97	44385	248.18	210	118.18%	>99%						x
CPA45-28-M08	16/01/2024	28	13/02/2024	15.20	30.05	181.54	5455.22	12112	2.220	414.41	42287	232.94	210	110.92%	>99%					x	
CPA45-28-M09	16/01/2024	28	13/02/2024	15.02	30.10	177.26	5335.67	12114	2.270	413.08	42151	237.79	210	113.23%	>99%				x		
CPA45-28-M10	16/01/2024	28	13/02/2024	15.26	30.09	182.89	5503.27	12147	2.207	455.15	46444	253.94	210	120.92%	>99%						x

  
 SOTO LEON, Luis Miguel  
 INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
 ID:000124238

## Anexo 75

Aplicación de la ficha de asistencia.

FICHA DE REGISTRO DE ASISTENCIA	
	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEGOR ORREGO</b>
	
<b>TESIS:</b>	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazar porcentualmente el agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>TESISTAS:</b>	Bach. Flores Contreras, Luis Leopoldo
	Bach. Quispe Meza, Jhon Antoni
<b>ASESOR:</b>	Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo
<b>LABORATORIO:</b>	Ing. Soto Leon, Luis Miguel

N° VISITA	FECHA	H. INGRESO	H. SALIDA	ENSAYO	OBSERVACIONES
01	16/12/23	11:00 am	12:00 pm		Acopio de muestra en las instalaciones de laboratorio.
02	18/12/23	09:00 am	11:00 am	Análisis granulométrico.	Cuarteo y Secado de la muestra en el horno.
03	19/12/23	09:00 am	12:00 pm	Análisis granulométrico.	Tamizado de agregados.
04	20/12/23	08:00 am	12:00 pm	Peso Unitario	
05	21/12/23	08:00 am	12:00 pm	Gravedad específica y absorción.	
06	22/12/23	09:00 am	11:00 am	Contenido de humedad de los agregados.	
07	23/12/23	08:00 am	12:00 pm	Abrasion los Angeles	Se realizó el tamizado, lavado y secado de las muestras.
08	24/12/23	08:00 am	12:30 pm	Abrasion los Angeles	Se sometió al ensayo de desgaste a las muestras, lavado y secado de las muestras.
09	25/12/23	10:00 am	11:30 am	Abrasion los Angeles	
10	26/12/23	08:00 am	12:30 pm	Elaboración Probetas	Se elaboraron 10 probetas de concreto patrón.
11	26/12/23	02:00 pm	5:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboraron 10 probetas de concreto patrón.
12	27/12/23	08:00 am	12:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboraron 10 probetas de concreto patrón y se curaron durante 7 días.
13	02/01/24	02:00 pm	05:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboraron 10 probetas CPA15.
14	02/01/24	08:00 am	12:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboraron 10 probetas CPA15.
15	02/01/24	05:30 pm	06:30 pm	Resistencia a la compresión	Se rompieron 10 probetas de concreto patrón 7 días.
16	03/01/24	08:00 am	12:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboró probetas CPA15 10 und.
17	03/01/24	02:00 pm	05:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboró probetas CPA15 10 und.
18	04/01/24	08:00 am	12:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboraron 10 probetas de CPA.
19	04/01/24	02:00 pm	05:30 pm	Elaboración de probetas	Se elaboraron 10 probetas de CPA.
20	05/01/24	08:00 am	12:30 pm	Elab. de prob.	Se elaboraron 10 probetas CPA.

Bach. FLORES CONTRERAS, Luis L.  
ID:000204680

Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni  
ID:000202763

SOTO LEÓN, Luis Miguel  
INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
ID:000124238

## Anexo 76

Aplicación de la ficha de asistencia.

FICHA DE REGISTRO DE ASISTENCIA	
	<b>LABORATORIO DE MATERIALES UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO</b>
	
<b>TESIS:</b>	Evaluación de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante al reemplazar porcentualmente el agregado grueso por cascote- Trujillo.
<b>TESISTAS:</b>	Bach. Flores Contreras, Luis Leopoldo
	Bach. Quispe Meza, Jhon Antoni
<b>ASESOR:</b>	Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo
<b>LABORATORIO:</b>	Ing. Soto Leon, Luis Miguel

N° VISITA	FECHA	H. INGRESO	H. SALIDA	ENSAYO	OBSERVACIONES
21	05/01/24	8:00 am	12:00 pm	Elaboración probetas	Elaboración 10 probetas de CPA.
22	09/01/24	8:00 am	6:00 pm	Resistencia a la compresión	Se rompieron 10 probetas de CPA y 10 de CPA 15
23	11/01/24	8:00 am	11:00 pm	Resistencia a la compresión	Se rompieron 10 probetas de CPA.
24	09/01/24	8:00 am	5:30 pm	Elab. probetas	Se elaboraron 20 probetas CPA 30
25	10/01/24	8:00 am	5:30 pm	Elab. probetas	Elab. probetas CPA 30
26	15/01/24	8:00 am	5:30 pm	Elab. probetas	20 probetas CPA 45.
27	16/01/24	8:00 am	6:00 am	Elab y rotura probetas	Se elaboraron 20 CPA 45 y se rompieron 10 CPA 15 y 10 CPA 30
28	17/01/24	8:00 am	11:00 am	Resid. compresión	Se rompieron 10 de CPA.
29	18/01/24	8:00 am	11:00 am	Resid. compresión	Se rompieron 10 probetas CPA
30	23/01/24	8:00 am	11:00 am	Resistencia comp.	Se rompieron 10 probetas CPA 30
31	22/01/24	8:00 am	11:00 am	" "	" " 10 " CPA 45
32	24/01/24	8:00 am	12:00 pm	" "	" " 10 " CPA 15
33	26/01/24	8:00 am	12:00 pm	" "	" " 10 " CPA
34	29/01/24	8:00 am	12:00 pm	" "	" " 10 " CPA 45
35	31/01/24	8:00 am	12:00 pm	Resist. compresión	Se rompieron 20 probetas 10 CPA 15 y 10 CPA 30
36	02/01/24	8:00 am	11:00 am	" "	Se rompieron 10 probetas de CPA.
37	06/02/24	8:00 am	11:00 am	" "	Se rompieron 10 probetas de CPA 45.
38	07/02/24	8:00 am	11:00 am	" "	10 probetas CPA 30
39	13/02/24	8:00 am	11:00 am	" "	" " CPA 45
40					

Bach. FLORES CONTRERAS, Luis L.  
ID:000204680

Bach. QUISPE MEZA, Jhon Antoni  
ID:000202763

SOTO LEÓN, Luis Miguel  
INGENIERO RESPONSABLE LAB. MATERIALES  
ID:000124238

Activación para activar

## Anexo 77

### Resolución de inscripción del proyecto de tesis



**UPAO** | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 21 de junio del 2023

#### **RESOLUCIÓN N° 1218-2023-FI-UPAO**

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado “**EVALUACIÓN DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REEMPLAZANDO PORCENTUALMENTE EN 15%, 30% Y 45% DE AGREGADO GRUESO POR CASCOTE - TRUJILLO**”, de los Bachilleres: **FLORES CONTRERAS, LUIS LEOPOLDO** y **QUISPE MEZA, JHON ANTONI**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: Ing. **ROCIO DURAND ORELLANA**, Presidente; Ing. **CARMEN SANCHEZ MALPICA**, Secretario; Ing. **MARCELO MERINO MARTINEZ**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

#### **SE RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres **FLORES CONTRERAS, LUIS LEOPOLDO** y **QUISPE MEZA, JHON ANTONI**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**SEGUNDO: APROBAR y DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: “**EVALUACIÓN DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REEMPLAZANDO PORCENTUALMENTE EN 15%, 30% Y 45% DE AGREGADO GRUESO POR CASCOTE - TRUJILLO**”.

**TERCERO: COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



Dr. Ángel Alanoca Quenta  
DECANO

C. Copia  
 Archivo  
 Programa de Estudio de Ingeniería Civil  
 Interesados  
 A.A.Q./P. Karín

**Anexo 78***Informe final de asesoramiento***Informe Final de Asesoramiento**

Señor : Ms. Ing. Jorge Antonio Vega Benites

Director del Programa Profesional de Ingeniería Civil

Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis

Fecha : Trujillo, 17 de abril del 2024

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la Resolución de Facultad N° 1218-2023-FI-UPAO, el suscrito, docente asesor del Informe de Tesis titulada:

**"Evaluación de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante reemplazando porcentualmente en 15% 30% y 45% de agregado grueso por cascote- Trujillo"** de los Bachilleres Flores Contreras Luis Leopoldo y Quispe Meza Jhon Antoni; cumplo con informar lo siguiente:

El Informe de Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informo que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Asimismo, adjunto al presente el reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Tunitin firmado por el suscrito, precisando que no supera el 20%.

Atentamente,



---

Ms. Lucio Sigifredo Medina Carbajal  
Docente asesor  
Registro CIP: 76695

## Anexo 79

## Ficha técnica del aditivo superplastificante



## HOJA TECNICA

# Sikament® 290N

### Aditivo Polifuncional para concreto

<b>GENERAL</b>	<p>Sikament® 290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.</p> <p>Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.</p> <p>Sikament® 290N no contiene cloruros, No es tóxico, no es inflamable y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.</p>	
<b>CAMPOS DE APLICACIÓN</b>	<p>Sikament® 290N está particularmente indicado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretoras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.</li> <li>■ En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.</li> <li>■ Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.</li> <li>■ Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.</li> </ul>	
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento de las resistencias mecánicas.</li> <li>■ Terminación superficial de alta calidad.</li> <li>■ Mayor adherencia a las armaduras.</li> <li>■ Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.</li> <li>■ Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.</li> <li>■ Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.</li> <li>■ Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.</li> <li>■ Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.</li> <li>■ Reductor de agua.</li> </ul>	
<b>DATOS BÁSICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aspecto</li> <li>■ Color</li> </ul>	<p>Líquido.</p> <p>Café oscuro.</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<p>Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.</p>	
<b>PRESENTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tineta</li> <li>■ Tambor</li> <li>■ IBC</li> </ul>	<p>20 kg</p> <p>200 kg</p> <p>1000 kg a Granel</p>

## Anexo 80

### Ficha técnica del aditivo superplastificante

DATOS TÉCNICOS	
<b>DENSIDAD</b>	≈1,23 kg/Lt
<b>NORMA</b>	Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G y NB 1225001
APLICACIÓN	
<b>CONSUMO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.</li> <li>■ Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.</li> </ul>
<b>METODO DE APLICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Como Plastificante</b> Debe incorporarse junto con el agua de amasado.</li> <li>■ <b>Como Superplastificante</b> Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m<sup>3</sup> de carga de la amasadora o camión concretero.</li> </ul>
<b>NOTAS</b>	Todos los datos técnicos de esta Hoja de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias ajenas de nuestro control.
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	
<b>PRECAUCIÓN DE MANIPULACIÓN</b>	<p>Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad.</p> <p>En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.</p>
<b>ECOLOGÍA</b>	No disponer el producto en el suelo o cursos de agua sino conforme a las regulaciones locales y previa neutralización. Para mayor información solicite la hoja de seguridad del producto.
<b>NOTA LEGAL</b>	<p>La información, y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sika® son proporcionadas de buena fe en base al conocimiento y experiencia de los productos siempre y cuando estén adecuadamente almacenados y manipulados, así como también aplicados en condiciones normales de acuerdo a las recomendaciones de Sika®.</p> <p>En la práctica, las diferencias en materiales, sustratos y condiciones donde se aplicarán los productos Sika®, no permiten que emitamos garantías respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto para propósitos particulares, así como ninguna responsabilidad legal o contractual puede derivar de esta información o de alguna recomendación escrita o asesoramiento técnico proporcionado. El usuario del producto debe probar la conveniencia del producto para la aplicación que desea realizar.</p>

