



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE  
AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO  
PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN  
DE CONCRETO ESTRUCTURAL”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Coronel Camino Ramiro Stalin**

**<https://orcid.org/0000-0002-2593-792X>**

**Asesor:**

**Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**

**<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>**

**Línea de Investigación :**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2020**

**“USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE  
AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO  
PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA  
FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL”**

**Aprobación de Tesis**

---

Dr. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro

**Asesor**

---

Mg. Idrogo Pérez, César Antonio

**Presidente de Jurado de Tesis**

---

Mg. Marín Bardales, Noé Humberto

**Secretario del Jurado de Tesis.**

---

Mg. Villegas Granados, Luis Mariano

**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

A Dios por iluminarme, guiarme y darme sapiencia en cada paso de mi camino.

A mi esposa Jhaneth por su apoyo sacrificado e incondicional, a ella por ser el soporte familiar y ser la persona más importante en mi vida y causante para finalizar mi carrera.

A mis hijos Nistjhele, Lenda y Laylha por ser mi apoyo y fortaleza para seguir superándome.

A mis padres Elizabeth y Ramiro por su amor y dedicación a lo largo de mi vida y orientarme día a día.

A mis hermanos Tussy, Kobi, Lenin, Jenichen, Lizzy, Lavrenti y Lenda por darme el aliento necesario de superación.

**Ramiro Stalin**

## **AGRADECIMIENTO**

Al ser no visible y encargado de dar rumbo a mí camino, Dios.

A la Universidad Señor de Sipán por haberme albergado 5 años en sus instalaciones llenándome de sapiencia y vivencias útiles para mi formación académica Profesional.

Al Ingeniero Sócrates Pedro Muñoz por su dedicación e ímpetu para el asesoramiento amplio en el desarrollo de mi Tesis.

**El Autor**



## Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar el uso de ceniza del bagazo de la caña de azúcar (CBCA) como reemplazo puzolánico porcentual en la fabricación de concreto.

Para el análisis experimental se realizó ensayos a los materiales que se emplearon acordes a la normatividad Peruana (N.T.P) e Internacional (ASTM), además se elaboró diseños de mezcla para resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  con el fin de obtener la dosificación óptima, donde el cemento fue reemplazado parcialmente por CBCA al 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Se fabricaron 90 especímenes cilíndricos de diámetro 15 cm por 30 cm y 60 viguetas prismáticas de dimensiones 15cm x 15cm y una longitud de 50 cm, las cuales después de 24 horas de fraguado fueron curados en agua, se realizaron ensayos al concreto fresco y endurecido a edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que al sustituir el cemento por cenizas no mejora la resistencia sin embargo la dosificación al 5% arrojó resultados cercanos a la muestra patrón, del ensayo a flexión se determinó que las dosificaciones con un 10% tiende a mejorar la resistencia a los 28 días de edad respecto a la muestra patrón.

**Palabras clave:** *Ceniza de Bagazo de Caña de azúcar (CBCA), Puzolánico, dosificación, resistencia.*

## Abstract

The main objective of this work is to evaluate the use of sugarcane bagasse ash (CBCA) as a percentage pozzolanic replacement in the manufacture of concrete.

For the experimental analysis, tests were carried out on the materials that were used according to the Peruvian (NTP) and International (ASTM) regulations, in addition mixture designs were elaborated for resistance  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  and  $f'c = 350 \text{ kg / cm}^2$  in order to obtain the optimal dosage, where the cement was partially replaced by CBCA at 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. 90 cylindrical specimens of diameter 15 cm by 30 cm and 60 prismatic beams of dimensions 15 cm x 15 cm and a length of 50 cm were manufactured, which after 24 hours of setting were cured in water, tests were carried out on fresh and hardened concrete ages 7, 14 and 28 days. The results showed that when replacing the cement with ash, the resistance does not improve, however the 5% dosage yielded results close to the standard sample, from the flexural test it was determined that the dosages with 10% tend to improve the resistance at 28 days of age with respect to the standard sample.

**Keywords:** *Sugarcane Bagasse Ash (SCBA), Pozzolanic, dosaje, resistance.*

# CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1. Realidad Problemática</b> .....	<b>18</b>
1.1.1. A Nivel Internacional.....	18
1.1.2. A nivel nacional .....	20
1.1.3. A nivel local.....	21
<b>1.2. Trabajos previos</b> .....	<b>22</b>
1.2.1. A nivel internacional.....	22
1.2.2. A nivel nacional .....	24
1.2.3. A nivel local.....	25
<b>1.3. Teorías Relacionadas al Tema</b> .....	<b>26</b>
1.3.1. Puzolanas.....	26
1.3.1.1. Definición:.....	26
1.3.1.2. Clasificación: .....	26
1.3.1.2.1. Puzolanas Naturales.....	27
1.3.1.2.2. Puzolanas Artificiales.....	27
1.3.2. Caña de Azúcar .....	27
1.3.3. Bagazo de caña de azúcar.....	27
1.3.4. Ceniza Bagazo de caña de azúcar (SCBA).....	28
1.3.5. Concreto .....	31
1.3.5.1. Definición.....	31
1.3.5.2. Dosificación.....	31
1.3.5.3. Cemento .....	31
1.3.5.4. Agua .....	32
1.3.5.5. Agregados.....	32
1.3.5.5.1. Agregado Fino .....	32
1.3.5.5.2. Agregado Grueso .....	32
1.3.5.5.3. Propiedades Físicas.....	32
1.3.5.6. Propiedades del concreto.....	33
1.3.5.6.1. En Estado Fresco.....	33
1.3.5.6.2. En Estado Endurecido.....	34
<b>1.4. Formulación del problema</b> .....	<b>36</b>

<b>1.5. Justificación del problema</b>	36
1.5.1. Justificación Ambiental	36
1.5.2. Justificación Social	36
1.5.3. Justificación económica	36
1.5.4. Justificación técnica	37
1.6. Hipótesis	37
1.7. Objetivos	37
1.7.1. Objetivo General	37
1.7.2. Objetivos Específicos	37
<b>II. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>38</b>
<b>2.1. Tipo y diseño de Investigación</b>	38
2.1.1. Tipo de Investigación	38
2.1.2. Diseño de la Investigación	38
<b>2.2. Población y Muestra</b>	38
<b>2.3. Variables ,Operacionalización</b>	39
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos , validez y confiabilidad</b>	42
2.4.1. Técnica de recolección de datos	42
2.4.2. Instrumentos	42
2.4.3. Validez y Confiabilidad	42
<b>2.5. Procedimientos de análisis de datos.</b>	42
2.5.1. Flujo de Procesos	42
<b>2.6. Criterios Éticos</b>	43
2.6.1. Éticos Científicos	43
2.6.2. Ética Profesional	44
<b>2.7. Criterios de Rigor Científico</b>	44
2.7.1. Validez	44
2.7.2. Fiabilidad	44
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>44</b>
<b>3.1. Resultados en tablas y Gráficas</b>	44
3.1.1. Granulometría	44
3.1.2. Propiedades físicas de los agregados.	47
3.1.3. Propiedades Físicas de la CBCA	48
3.1.4. Características Químicas	50
3.1.5. Característica Química del Cemento Portland Tipo I	51
3.1.6. Concreto-Diseño de Mezcla	51
3.1.7. Propiedades en estado Fresco	60
3.1.7.1. Consistencia o Asentamiento.	60
A. Asentamiento para resistencia $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> en muestras cilíndricas.	60
B. Asentamiento para resistencia $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> en muestras cilíndricas.	63
C. Asentamiento para resistencia $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> en muestras prismáticas.	67
D. Asentamiento para resistencia $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> en muestras prismáticas.	70
3.1.7.2. Peso Unitario y Producción del hormigón	73
3.1.7.3. Temperatura.	76
A. Lecturas de Temperatura para especímenes cilíndricos	76

B. Lecturas de Temperatura para especímenes Prismáticos .....	77
3.1.8. Propiedades en estado Endurecido.....	78
3.1.8.4. Módulo de Elasticidad .....	87
A. Módulo de Elasticidad para un diseño de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	87
B. Módulo de Elasticidad para un diseño de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	94
3.1.9. Análisis Estadístico .....	101
<b>3.2 Discusión de Resultados</b> .....	110
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>113</b>
3.3 CONCLUSIONES .....	113
3.4 RECOMENDACIONES .....	113
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>114</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>121</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Características Físicas de la CBCA</i> .....	29
<b>Tabla 2</b> <i>Composición Química de la CBCA según autores</i> .....	30
<b>Tabla 3</b> <i>Distribución de probetas cilíndricas según dosificación</i> .....	39
<b>Tabla 4</b> <i>Distribución de probetas prismáticas según dosificación</i> .....	39
<b>Tabla 5</b> <i>Operacionalización de Variable Independiente</i> .....	40
<b>Tabla 6</b> <i>Operacionalización de Variable Dependiente</i> .....	41
<b>Tabla 7</b> <i>Resultado de granulometría para el material fino La Victoria</i> .....	45
<b>Tabla 8</b> <i>Resultado de granulometría para el agregado grueso Pacherres</i> .....	46
<b>Tabla 9</b> <i>Resultado de ensayos físicos del agregado fino</i> .....	47
<b>Tabla 10</b> <i>Resultado de ensayos físicos del agregado grueso</i> .....	47
<b>Tabla 11</b> <i>Resultado del Ensayo de Densidad de la CBCA</i> .....	48
<b>Tabla 12</b> <i>Resultado del Ensayo para determinar el Índice Puzolánico</i> .....	48
<b>Tabla 13</b> <i>Resultado del Ensayo de Finura de la CBCA</i> .....	49
<b>Tabla 14</b> <i>Resultado del ensayo de contenido húmedo en la CBCA</i> .....	49
<b>Tabla 15</b> <i>Pérdida de masa por calcinación del bagazo de caña en bruto</i> .....	50
<b>Tabla 16</b> <i>Características Químicas de la CBCA</i> .....	50
<b>Tabla 17</b> <i>Resultado del Ensayo de Peso Específico del Cemento Tipo I</i> .....	51
<b>Tabla 18</b> <i>Dosificación de los materiales para la mezcla (Patrón) <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></i> .....	52
<b>Tabla 19</b> <i>Cantidad de material por tanda de 9 especímenes cilíndricos <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></i> .....	52
<b>Tabla 20</b> <i>Cantidad de material por tanda de 9 especímenes prismáticos <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></i> .....	52
<b>Tabla 21</b> <i>Dosificación de los materiales para la mezcla (Patrón) <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	53
<b>Tabla 22</b> <i>Cantidad de material por tanda de 9 especímenes cilíndricos <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	53
<b>Tabla 23</b> <i>Cantidad de material por tanda de 9 especímenes prismáticos <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	53
<b>Tabla 24</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 5 % <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></i> .....	54
<b>Tabla 25</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 10% <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	54
<b>Tabla 26</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 15% <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	55
<b>Tabla 27</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 20 % <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	55
<b>Tabla 28</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 5% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	56
<b>Tabla 29</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 10% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	56
<b>Tabla 30</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 15% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	56
<b>Tabla 31</b> <i>Dosificación de los materiales para la mezcla con 20% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	57
<b>Tabla 32</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 5% en <math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	57
<b>Tabla 33</b> <i>Dosificación de los materiales para la mezcla con 10% en <math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	57
<b>Tabla 34</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 15% en <math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	58
<b>Tabla 35</b> <i>Dosificación de los materiales para la mezcla con 20 % en <math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	58
<b>Tabla 36</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 5% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	59
<b>Tabla 37</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 10% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	59
<b>Tabla 38</b> <i>Dosificación de los materiales para mezcla con 15% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	59
<b>Tabla 39</b> <i>Dosificación de los materiales para la mezcla con 20% en <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	60
<b>Tabla 40</b> <i>Asentamiento en especímenes cilíndricos mezcla <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	60
<b>Tabla 41</b> <i>Asentamiento vs resistencia compresiva a 7 días de edad <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	61
<b>Tabla 42</b> <i>Asentamiento vs resistencia compresiva a 14 días de edad <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	61
<b>Tabla 43</b> <i>Asentamiento vs resistencia compresiva a 28 días de edad <math>f'c\ 280\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	62
<b>Tabla 44</b> <i>Asentamiento en especímenes cilíndricos mezcla <math>f'c\ 350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	63
<b>Tabla 45</b> <i>Asentamiento vs resistencia compresiva a 7 días de edad <math>f'c\ 350\text{ kg/cm}^2</math></i> .....	64

<b>Tabla 46</b> Asentamiento vs resistencia compresiva a 14 días de edad $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	64
<b>Tabla 47</b> Asentamiento vs resistencia compresiva a 28 días de edad $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	65
<b>Tabla 48</b> Asentamiento promedio muestras cilíndricas.....	66
<b>Tabla 49</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (0%) en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	67
<b>Tabla 50</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (5%) en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	68
<b>Tabla 51</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (10%) en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	69
<b>Tabla 52</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (15%) en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	69
<b>Tabla 53</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (20%) en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	70
<b>Tabla 54</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (0%) en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	70
<b>Tabla 55</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (5%) en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	71
<b>Tabla 56</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (10%) en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	71
<b>Tabla 57</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (15%) en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	72
<b>Tabla 58</b> Asentamiento vs Módulo Rotura (20%) en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	72
<b>Tabla 59</b> Asentamiento promedio muestras prismáticas.....	73
<b>Tabla 60</b> Peso unitario concreto fresco para un $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	74
<b>Tabla 61</b> Rendimiento en función del peso por tanda para $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	75
<b>Tabla 62</b> Peso unitario concreto fresco para un $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	75
<b>Tabla 63</b> Rendimiento en función del peso por tanda para $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	76
<b>Tabla 64</b> Temperatura promedio según dosificación en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	77
<b>Tabla 65</b> Lectura de la Temperatura en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	78
<b>Tabla 66</b> Resultados del Ensayo compresivo para diseño de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	79
<b>Tabla 67</b> Porcentaje alcanzado en función del diseño inicial $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	80
<b>Tabla 68</b> Resultados del Ensayo de compresión para un diseño de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	81
<b>Tabla 69</b> Porcentaje alcanzado en función del diseño inicial $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	82
<b>Tabla 70</b> Módulo de rotura según dosificación en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	84
<b>Tabla 71</b> Módulo de rotura según dosificación en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	86
<b>Tabla 72</b> Módulo Elástico según edades de curado en diseño de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	87
<b>Tabla 73</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 0% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	89
<b>Tabla 74</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 5% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	90
<b>Tabla 75</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 10% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	91
<b>Tabla 76</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 15% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	92
<b>Tabla 77</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 20% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	93
<b>Tabla 78</b> Módulo Elástico según edades de curado en diseño de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	94
<b>Tabla 79</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 0% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	96
<b>Tabla 80</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 5% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	97
<b>Tabla 81</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 10% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	98
<b>Tabla 82</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 15% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	99

<b>Tabla 83</b> Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 20% de sustitución del cemento según tiempo de curado $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	100
<b>Tabla 84</b> Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> (7días)..	101
<b>Tabla 85</b> Calificación estadística de calidad en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> (7 días). .....	101
<b>Tabla 86</b> Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> (14días)	102
<b>Tabla 87</b> Calificación estadística de calidad en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> (14 días). .....	103
<b>Tabla 88</b> Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> (28días)	104
<b>Tabla 89</b> Calificación estadística de calidad en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 días). .....	104
<b>Tabla 90</b> Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> (7días). .	105
<b>Tabla 91</b> Calificación estadística de calidad en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> (7 días). .....	106
<b>Tabla 92</b> Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> (14días). .....	107
<b>Tabla 93</b> Calificación estadística de calidad en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> (14 días). .....	107
<b>Tabla 94</b> Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> (28días). .....	108
<b>Tabla 95</b> Calificación estadística de calidad en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> (28 días). .....	109



## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Diagrama de Flujo de Procesos .....	43
<i>Figura 2</i> Curvatura granulométrica agregado fino La Victoria.....	45
<i>Figura 3</i> Curvatura granulométrica del agregado grueso .....	46
<i>Figura 4</i> Composición química de la CBCA.....	50
<i>Figura 5</i> Resistencia en función del asentamiento 7 días de edad $f'c$ 280 kg /cm <sup>2</sup> .....	61
<i>Figura 6</i> Resistencia en función del asentamiento 14 días de edad $f'c$ 280 kg /cm <sup>2</sup> .....	62
<i>Figura 7</i> Resistencia en función del asentamiento 28 días de edad $f'c$ 280 kg /cm <sup>2</sup> .....	63
<i>Figura 8</i> Resistencia en función del asentamiento 28 días de edad $f'c$ 350 kg /cm <sup>2</sup> .....	64
<i>Figura 9</i> Resistencia en función del asentamiento 14 días de edad $f'c$ 350 kg /cm <sup>2</sup> .....	65
<i>Figura 10</i> Resistencia en función del asentamiento 28 días de edad $f'c$ 350 kg /cm <sup>2</sup> .....	66
<i>Figura 11</i> Comparativo de lecturas del asentamiento muestras cilíndricas .....	67
<i>Figura 12</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 0% .....	68
<i>Figura 13</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 5% .....	68
<i>Figura 14</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 10% .....	69
<i>Figura 15</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 15% .....	69
<i>Figura 16</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 20% .....	70
<i>Figura 17</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 0% .....	70
<i>Figura 18</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 5% .....	71
<i>Figura 19</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 10% .....	71
<i>Figura 20</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 15% .....	72
<i>Figura 21</i> Resistencia en función del Asentamiento sustitución 20% .....	72
<i>Figura 22</i> Comparativo de lecturas del asentamiento muestras prismáticas.....	73
<i>Figura 23</i> Comparativo de la lectura de la Temperatura según dosificaciones.....	77
<i>Figura 24</i> Comparativo de la lectura de la Temperatura según dosificaciones.....	78
<i>Figura 25</i> Comparativo resistencia compresiva en un diseño $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	79
<i>Figura 26</i> Curvas de variación de la resistencia según dosificación $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	79
<i>Figura 27</i> Resultado compresivo según dosificaciones en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	81
<i>Figura 28</i> Curvas de variación de la resistencia según dosificación $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	82
<i>Figura 29</i> Diagrama de cargas y distancias sobre el ensayo a flexión. ....	84
<i>Figura 30</i> Módulo de rotura comparativo entre las edades de ensayo .....	85
<i>Figura 31</i> Módulo de rotura comparativo entre las edades de ensayo .....	87
<i>Figura 32</i> Módulo Elástico según dosificación y tiempo de curado $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	88
<i>Figura 33</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad segun días de curado. ....	89
<i>Figura 34</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad segun días de curado (5%). ....	90
<i>Figura 35</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad segun días de curado (10%). ...	91
<i>Figura 36</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad segun días de curado (15%). ..	92
<i>Figura 37</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad segun días de curado(20%). ....	93
<i>Figura 38</i> Módulo de Elasticidad según dosificación y tiempo de curado $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> ....	94
<i>Figura 39</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad segun días de curado(0%). ....	96
<i>Figura 40</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(5%). ....	97
<i>Figura 41</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(10%). ....	98
<i>Figura 42</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(15%). ....	99
<i>Figura 43</i> Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(20%). ..	100
<i>Figura 44</i> Desviación Estandar de la calidad del concreto en $f'c$ 280kg/cm <sup>2</sup> .....	102
<i>Figura 45</i> Desviación Estandar de la calidad del concreto en $f'c$ 280kg/cm <sup>2</sup> .....	103

<i>Figura 46</i> Desviación Estandar de la calidad del concreto en $f'c$ 280kg/cm <sup>2</sup> .....	105
<i>Figura 47</i> Desviación Estandar de la calidad del concreto en $f'c$ 350kg/cm <sup>2</sup> .....	106
<i>Figura 48</i> Desviación Estandar de la calidad del concreto en $f'c$ 350kg/cm <sup>2</sup> .....	108
<i>Figura 49</i> Desviación Estandar de la calidad del concreto en $f'c$ 350kg/cm <sup>2</sup> .....	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Granulometría Agregado Fino Cantera El Cinco .....	122
Anexo 2 Granulometría Agregado Fino Cantera La Victoria.....	123
Anexo 3 Granulometría Agregado Fino Cantera Tres Tomas .....	124
Anexo 4 Granulometría Agregado Fino Cantera Pachерres .....	125
Anexo 5 Granulometría Agregado Fino Cantera La Cría.....	126
Anexo 6 Granulometría Agregado Grueso Cantera Kamipao .....	127
Anexo 7 Granulometría Agregado Grueso Cantera La Victoria .....	128
Anexo 8 Granulometría Agregado Grueso Cantera Tres Tomas.....	129
Anexo 9 Granulometría Agregado Grueso Cantera Pachерres .....	130
Anexo 10 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera La Cría.....	131
Anexo 11 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Tres Tomas.....	132
Anexo 12 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera La Victoria.....	133
Anexo 13 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera Kamipao .....	134
Anexo 14 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera Pachерres.....	135
Anexo 15 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera El Cinco .....	136
Anexo 16 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera La Victoria.....	137
Anexo 17 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera Tres Tomas .....	138
Anexo 18 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera Pachерres.....	139
Anexo 19 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera La Victoria .....	140
Anexo 20 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera Tres Tomas.....	141
Anexo 21 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera Pachерres .....	142
Anexo 22 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera Kamipao .....	143
Anexo 23 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera La Cría.....	144
Anexo 24 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera El Cinco .....	145
Anexo 25 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera La Victoria.....	146
Anexo 26 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera Pachерres.....	147
Anexo 27 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera Tres Tomas .....	148
Anexo 28. Diseños de Mezclas para resistencia de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	149
Anexo 29 Diseños de Mezclas para resistencia de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	151
Anexo 30 Peso Específico del Cemento .....	153
Anexo 31 Peso Específico de la CBCA.....	154
Anexo 32 Contenido de Humedad de la CBCA .....	155
Anexo 33 Ensayo de la Finura de la CBCA .....	156
Anexo 34 Ensayo de Índice Puzolánico de la CBCA.....	157
Anexo 35 Informe del análisis químico a la CBCA .....	158
Anexo 36 Ensayo de Asentamiento del Hormigón Fresco en mezclas para vigas .....	159
Anexo 37 Ensayo de Asentamiento del Hormigón Fresco en mezclas cilíndricas.....	160
Anexo 38 Ensayo de Temperatura del Hormigón Fresco en muestras cilíndricas .....	161
Anexo 39 Ensayo de Temperatura del Hormigón Fresco en muestras Prismáticas .....	162
Anexo 40 Ensayo de Peso Unitario y rendimiento del Hormigón Fresco $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> ...	163
Anexo 41 Ensayo de Peso Unitario y rendimiento del Hormigón Fresco $f'c$ 350kg/cm <sup>2</sup> .....	164
Anexo 42 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 0% de sustitución en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	165
Anexo 43 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 5% de sustitución en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	166

Anexo 44 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 10% de sustitución en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	167
Anexo 45 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 15% de sustitución en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	168
Anexo 46 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 20% de sustitución en diseños de $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	169
Anexo 47 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 0% de sustitución en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	170
Anexo 48 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 5% de sustitución en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	171
Anexo 49 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 10% de sustitución en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	172
Anexo 50 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 15% de sustitución en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	173
Anexo 51 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 20% de sustitución en diseños de $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	174
Anexo 52 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con 0% de sustitución. ....	175
Anexo 53 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con 5% de sustitución. ....	176
Anexo 54 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con 10% de sustitución. ....	177
Anexo 55 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con 15% de sustitución. ....	178
Anexo 56 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con 20% de sustitución. ....	179
Anexo 57 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> con 0% de sustitución. ....	180
Anexo 58 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> con 5% de sustitución. ....	181
Anexo 59 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> con 10% de sustitución. ....	182
Anexo 60 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> con 15% de sustitución. ....	183
Anexo 61 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> con 20% de sustitución. ....	184
Anexo 62. Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 0% de sustitución en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	185
Anexo 63 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 5% de sustitución en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	186
Anexo 64 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 10% de sustitución en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	187
Anexo 65 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 15% de sustitución en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	188
Anexo 66 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 20% de sustitución en $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	189

Anexo 67 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 0% de sustitución en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	190
Anexo 68 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 5% de sustitución en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	191
Anexo 69 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 10% de sustitución en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	192
Anexo 70 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 15% de sustitución en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	193
Anexo 71 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 20% de sustitución en $f'c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> .....	194
Anexo 72 Panel Fotográfico .....	195

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El presente estudio analiza las distintas problemáticas en diferentes ámbitos.

#### 1.1.1. A Nivel Internacional

Los residuos provenientes de la combustión de corteza de caña de azúcar es inevitable en Filipinas debido a la gran producción de este cultivo, ante ello se viene evaluando alternativas que puedan reducir el efecto invernadero producidos por estos residuos, como afirman B.Jamora y otros:

La generación anual potencial de cenizas podría alcanzar ~ 366 kt, de los cuales ~ 125 kt son residuos de corteza de caña de azúcar [...] Su empleo reduciría las emanaciones al ~ 273 kt de CO<sub>2</sub>-eq anualmente. (B. Jamora *et al.* , 2019,p.1).

En Pakistán se producen millones de toneladas de desechos agrícolas como cenizas de bagazo, las cuales tienen uso limitado debido a la falta de conocimiento y falta de interés científico, ante ello la industria de la construcción pretende valerse de estos desechos como materiales puzolánicos debido a su alto contenido en dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>). (Farnaz , Arjumend , & Mehmood , 2019).

La India unos de los principales productores de caña de azúcar a nivel mundial y por ende generador de grandes cantidades de cenizas (casi 67,000 toneladas / día) las cuales son depositadas en basureros cercanos a la población generando problemas ambientales, a causa de lo cual se busca una alternativa para utilizar dichas cenizas en la fabricación de concreto debido a su gran acción puzolánica. (Manjunath & Rahul, 2019).

Hoy en día debido a la alta generación de gases producidos por la fabricación de cementos ,el sector construcción en la India viene proponiendo el uso de residuos industriales con alta capacidad puzolanica que mejoren las propiedades del concreto, no obstante se han identificado trabajos experimentales donde este tipo de material disminuye la trabajabilidad en el concreto fresco afectando sus valores de asentamiento y compactación debido al uso inadecuado de la mezcla. (Sounthararajan *et al.*, 2019).

La escasez de materias primas usadas para la producción del cemento en India ,han abierto el camino para buscar alternativas que puedan suplir esta carencia y han visto en la escoria de corteza de caña de azúcar un ingrediente aglutinante con elevado contenido en

óxido de silicio, la finura del tamaño de la partícula “contribuye a los efectos de los materiales de unión puzolánica y disminuye los tamaños de poro de las partículas en la masa de cemento Portland y además mejora la calidad del concreto” (Sounthararajan, Stalin , & Sivasankar, 2019).

En Brasil, el primer productor de caña de azúcar a nivel mundial urge la necesidad de realizar trabajos de investigación para el uso racional de los residuos que genera este sector azucarero, debido a que estudios realizados han concluido que dichos residuos poseen un alto contenido químico de SiO<sub>2</sub> y pueden ser usados como un aditivo mineral puzolánico en concretos debido a que se desarrolla de manera eficiente en la resistencia a compresión. (Berenguer *et al.*, 2018)

Vietnam, los residuos que se vienen generando de la fabricación del azúcar han hecho que muchos investigadores sugieran emplear cenizas de corteza de caña (SBA) como material alternativo de características puzolánicas, el cual puede usarse para acrecentar las propiedades del concreto debido a su composición química de partículas finas con alto contenido de sílice, no obstante “la acción puzolánica de la SBA obedece a la condición de combustión, relacionada con el proceso de calcinación”. (Duc, Yeong, & My Ngoc, 2018,p.138)

La gran cantidad de residuos generados en las industrias han aumentado de manera significativa en la India ,provocando gran contaminación ambiental y reducción de la superficie útil debido a la inadecuada gestión para eliminarlos, “varios estudios de investigación anteriores han informado sobre las excelentes características puzolánicas que otorgan las escorias de corteza de caña de azúcar al hormigón” (Deepika *et al.*, 2017,p.1)

El limitado uso de residuos de corteza de caña de azúcar con alto contenido en sílice, viene generando problemas ambientales en Brasil debido a los métodos de eliminación ya que mayormente estas cenizas terminan en basurales o en campos agrícolas como estabilizadores los cuales pueden generar un riesgo de re suspensión de partículas en el aire. “Por lo tanto, encontrar alternativas útiles de valor agregado podría aliviar los riesgos potenciales, al tiempo que beneficia a la industria de la caña de azúcar; Una utilización potencial es el uso como filler rico en sílice en el concreto.” (Arif, W. Clark, & Lake, 2017)

La industria azucarera juega un rol importante en la economía de Pakistán, no obstante carece de una buena gestión para el control y eliminación de sus residuos tal es el caso de escorias de bagazo de caña (SCBA), los cuales son arrojados en botaderos generando riesgos

al ambiente. La SCBA ha demostrado ser un buen componente puzolánico capaz de producir efectos en el comportamiento del concreto mejorando sus propiedades. (Sajjad *et al.*, 2017)

Según estadísticas del gobierno de los EE.UU que estimaron para el 2015 una producción de aproximadamente 4 mil 100 millones de ton. de cemento a nivel mundial y los efectos ambientales que podría esta industria originar, por ello proponen reemplazar de manera parcial el cemento a partir de residuos altamente desperdiciados por las industrias los cuales poseen importantes propiedades puzolánicas que pueden ser usadas en el concreto. (A. Joshaghani & Moeini, 2017)

Malasia, la alta producción de residuos de bagazo generados por las fábricas de azúcar necesitan una adecuada gestión para su eliminación, muchos investigadores ven en estos residuos un potencial alternativo para suplir al cemento debido a su buena composición química, “El principal beneficio se obtiene de la presencia de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) en alto contenido y el carácter mineralógico amorfo, que generalmente controla el desarrollo de la alta resistencia y estabilidad del producto final” (Nasir *et al.* , 2016)

La alta emanación de gases como dióxido de carbono producido por la industria del cemento han con llevado al aprovechar materiales de índole cemental que puedan reducir el efecto ambiental. La existencia de residuos industriales pueden ser empleados como materiales cementantes los cuales no necesitan ser tratados antes de ser usados en la mezcla de concretos o morteros. (Cabrera, Escalante, & Castro, 2016).

En Pakistan ignoran las nuevas tendencias e innovaciones con respecto a los materiales de desecho como la escoria de bagazo de azúcar y de cascarilla de arroz. en terminos de (Saleem *et al.*, 2016) “El uso de materiales de escoria en la producción de ladrillos de arcilla no solo es útil para la eliminación segura de los desechos, sino que también imparte propiedades útiles a los ladrillos de arcilla quemada.”(p.1), no obstante su incorporación produce resistencias bajas a la compresión y al módulo de Poisson pero satisface los requisitos mínimos para la fabricación de ladrillos.

#### 1.1.2. A nivel nacional

El Progreso en Pacasmayo es uno de los centros poblados que padece de la emisión de gases tóxicos como el CO<sub>2</sub> y alto en ruidos ocasionados por la fábrica de cemento ,(Chang, 2018), manifiesta que “En las actividades que generan la calcinación y el empleo del carbón para crear energía, se produce CO<sub>2</sub> hacia el aire, impactando nocivamente la



condición de la atmosfera y el entorno natural [...]. Por año emiten una cantidad de 500,000 toneladas de CO<sub>2</sub> al aire."

según (Diario Gestion, 2019) en su redaccion manifiesta que la Foreign Agricultural Service (FAS) de E.E.U.U con sede en Lima prevee para el 2019 una producción de aproximadamente 10.6 millones de toneladas metricas de caña de azucar lo que representa un crecimiento del 3% y que para el 2020 la produccion representara un 12 % con respecto al año 2019. Esta realidad nos hace suponer que la producción de bagazo aumentara y por ende generara grandes cantidades de cenizas provocando problemas ambientales.

(Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE), 2016), manifiesta su preocupación en relación al impacto que genera el consumo de energía en industria del cemento sobretodo en la producción del clínker, por ello proponen opciones de uso alternativo como los residuos generados de las industrias azucareras y puedan ser una influencia positiva para el ambiente en la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>. El uso de escorias como materias primas alternativas implica una menor necesidad de explotación de canteras, minorando con ello la huella ambiental. (p.42).

### 1.1.3. A nivel local

(La Industria , 2019), en su redacción el, Sr. José Antonio Lachira Fiestas, regidor y funcionario medioambiental de la Municipalidad Distrital de Tumbán, señaló que uno de las principales preocupaciones que genera la empresa azucarera es la contaminación, que en épocas de molienda afecta a más de mil pobladores de los sectores Barrio Antiguo, Los Pinos y Las Casuarinas I y II. [...]. La contaminación generada por la agroindustrial se da debido a los residuos que arroja desde la fábrica como ceniza y bagazo.

La industria cementera es una de las grandes productoras de gases contaminantes como el CO<sub>2</sub> , para ello se propone adherir al concreto residuos industriales provenientes de escorias de corteza de caña de azúcar , éstas generarían beneficios económicos y ambientales y además de poseer en su composición química oxido de silicio , "el cual es capaz de producir reacciones que superan las propiedades tanto mecánicas como de durabilidad en el concreto, en la estabilización de bloques de suelo compactados aumenta las propiedades de resistencia y durabilidad". (Farfán y Pastor, 2018,p.1)

(Mejia y Ordinola, 2017), manifiestan que: la compañía Agroindustrial Tumbán S.A.A, en el procedimiento de variación que sufre la caña de azúcar desde que ingresa a su ingenio hasta la obtención del producto final, va eliminando cantidad de residuos

sólidos donde se puede citar el bagazo y sus derivados como la ceniza, los cuales se encuentran esparcidos en zonas no adecuadas generando problemas ambientales.

(La Republica, 2017) Manifiesta en su publicación que la producción en el ingenio azucarero de Olmos supera las 5 mil toneladas por día y supone que podría incrementarse debido a que su capacidad es de 6 mil toneladas por día, esto se reflejaría en la alta disponibilidad en la producción de residuos como cenizas , y de no tener una adecuada gestión residual podrían originar graves problemas de índole ambiental, para evitar dichos daños es la propuesta de mi investigación utilizar las cenizas como reemplazante porcentual del cemento en el concreto.

## 1.2. Trabajos previos

### 1.2.1. A nivel internacional

(Altoé, Sales & Martins, 2019), En su trabajo de tipo experimental que lleva por titulo "**Waste tires and the burning of sugarcane bagasse in the manufacture of concreto pavers**" cuyo objetivo es evaluar el uso de residuo de caucho y escoria de bagazo de caña para reemplazar el inherente refinado en bloques de hormigón. Sus resultados son alentadores debido a que demostraron que el contenido optimo para la fabricacion de los bloques se da con la incorporacion del 27% en la mezcla de los cuales el 25% fue con escoria de corteza de caña de azucar y el otro 2% fueron residuos de los neumáticos quienes desarrollaron una resistencia mayor a la compresion.

Rajasekar *et al.* (2018) ,en su trabajo de investigacion de tipo experimental "**Durability characteristics of ultra high strength concrete with treated sugarcane bagasse ash**" discuten la viabilidad del uso de escorias de corteza de caña de azúcar para elaborar concretos que puedan mejorar sus propiedades,sus resultados muestran mejoría como “la trabajabilidad, la resistencia a la penetrabilidad de cloruro, a la compresión y disminuye la velocidad de absorción de agua.” (Rajasekar *et al.* ,2018,p.356) ,y que el porcentaje optimo fue del porcentaje de 15 % mostrando mejores desempeños ya que superaron a las otras muestras.

(Pawar *et al.*, 2018) en su trabajo de investigacion de tipo experimental "**Utilization of sugarcane bagasse ash and plastic aggregate**",proponen como objetivo mejorar las características del concreto adheriendo de manera parcial la escoria de corteza de caña de azúcar y plástico, concluyendo que dicha adherencia mejora la trabajabilidad ,la resistencia mecánica y tension ,su porcentaje optimo se da con la proporción al 12 % con

respecto al peso del cemento ,ademas el uso de las SCBA muestra mejores resultados en el concreto en comparacion con el plastico.

(Seyed , Farshad & Nasrollah , 2018), realizaron un trabajo de tipo experimental de título "**Microestructure strength and durability of eco-friendly concretes containing sugarcane bagasse ash**", En ella proponen una alternativa de solución para buscar reducir los impactos ambientales y es usar los materiales de desecho para reemplazarlo por el cemento. Para este propósito, el cemento fue parcialmente reemplazado con 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de cenizas de bagazo en tres tipos de concreto (i.e. ordinarios, ligeros y autocompactantes). Los resultados indicaron que la adherencia del 5% de estas cenizas en la mezcla, mejoró significativamente su resistencia mecánica.

(Lathamaheswari, Kalaiyarasan & Mohankumar, 2017),en su estudio de metodologia experimental de titulo "**Study on bagasse ash as partial replacement of cemento in concrete**", el objetivo es mostrar que los residuos de la corteza de caña puedan mejorar las características del hormigón ,concluyendo que a mayor incremento de la proporcion en el concreto ,la trabajabilidad se ve afectada , con respecto a su resistencia mecanica , la tension , módulo de elasticidad y la flexion han desarrollado mejores efectos en comparacion a mezclas sin la adiccion ,la muestra optima se dio en el porcentaje de 10%.

(Ríos *et al.*, 2017) ,en su investigación experimental y cuyo título es "**Characterization and use of an untreated Mexican sugarcane bagasse ash as supplementary material for the preparation of ternary concretes**" , su objetivo es evaluar los efectos que produce la adherencia de escorias de corteza de caña de azúcar y escorias volantes en cemento para elaborar hormigón ,para ello estudiaron las propiedades del concreto en sus dos estados donde concluyeron que si bien al adherir a la mezcla el 10% de cenizas no afectó de manera significativa la evolución en la resistencia a compresión, la adherencia de 20% afecta al concreto a edades tempranas mostrando resistencias menores sin embargo su resistencia aumenta a los 90 días de curado.

En su investigación de tipo experimental (Setayesh, Suresh & Bindiganavile, 2017) cuyo titulo es "**Sugar cane bagasse ash as a pozzolanic admixture in concrete for resistance to sustained elevated temperatures**" , cuyo objetivo es determinar el temple del concreto a elevadas temperaturas incorporando escorias de corteza de caña de azúcar (CBCA) a modo proporcional ,concluyendo que la incorporacion de CBCA proporciona a temperaturas elevadas resistencia al concreto.

(Lakshmi & Ragupathy, 2016) en su trabajo de tipo experimental de título "**Effect of sugarcane bagasse ash on strength properties of concrete**" proponen como objetivo reemplazar de manera porcentual al cemento en el concreto para mejorar sus propiedades, concluyendo que al añadir escoria de corteza de caña al hormigón muestra resistencias superiores hasta en un 20% y su porcentaje óptimo es al 10% en proporción a peso del cemento.

(Almeida *et al.*, 2015) ,en su investigación experimental de título "**Sugarcane bagasse ash sand (SBAS): Brazilian agroindustrial by product for use in mortar**" , cuyo objetivo es aplicar escorias de bagazo de caña a modo de agregado fino para mejorar propiedades en los morteros,sus resultados afirman que “en un contenido del 30%, puede conducir al mantenimiento de las propiedades mecánicas, la obstrucción de los microporos y la mejora de la durabilidad del mortero, en comparación con una mezcla de referencia ”.

En su trabajo de investigación experimental de (Shuaibu, Nyomboi, & Mutuku, 2015) de título "**Shear strength of reinforced sugarcane bagasse ash-laterised concrete beams**",su objetivo es comprobar el actuar del hormigón al medir su resistencia al corte en vigas adicionando cenizas de bagazo de caña acorde al porcentaje de reemplazo entre 0 y 40 % ,sus resultados concluyen que al adherir CBCA muestra resistencia menores a la compresión y al comportamiento de corte a medida que se elevaba el nivel de sustitución.

#### 1.2.2. A nivel nacional

(Araujo, 2019) Realiza su estudio de título "**Resistencia a la compresión del concreto adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino**", cuyo objetivo es evaluar la resistencia al hormigón adicionando escoria de bagazo de caña como agregado fino, concluye que la proporción de 10% obtuvo la resistencia más alta a compresión en un  $f'c$  de 294.74 kg / cm<sup>2</sup> para un tiempo de curado de 28 días.

(Mariano, 2019),en su investigación titulada "**Comparación de las resistencias a compresión y flexión del concreto adicionado con las cenizas de bagazo de caña de azúcar con el concreto normal  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**  ", propone comparar propiedades del concreto adicionado escorias de bagazo de caña teniendo como guía un hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>,sus conclusiones manifiestan que las proporciones propuestas no reflejaron aumentos a la resistencia ni para la flexión ni como para la compresión ,pero si logra superar la resistencia con un porcentaje del 5% a los 28 días.

(Apaza, 2018), Realizo su investigación cuyo título es **"Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos"**, cuyo objetivo analiza la durabilidad así como la resistencia del concreto al agregar escoria de bagazo de caña, obteniendo que para el ensayo de sulfatos las muestras no sufren ninguna alteración demostrando su durabilidad, el porcentaje óptimo para la resistencia mecánica fue al 15 % de sustitución del cemento en peso.

(Arana, 2018) en su investigación denominada **"Ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial de cemento portland en la elaboración de concreto  $f'_c=210$  kg/cm "**, su objetivo es inquirir en el comportamiento deseable de la escoria de bagazo de caña en las características del hormigón y analizar rentabilidad económica, sus resultados arrojan que la mezcla óptima es la de porcentaje de 8% de reemplazo, la cual muestra resistencias mayores y además dicha proporción redujo los costos de fabricación hasta en un 0.80 % con respecto a la muestra patrón.

(Acuña y Caballero, 2018) En su trabajo de investigación de título **"Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) – San Jacinto"**, plantean evaluar características mecánicas de resistencia en concretos estructurales adicionando escoria de corteza de caña de azúcar de manera proporcional, concluyeron que incorporar cenizas de bagazo en forma parcial no mejoran las características de resistencia en el hormigón ni a flexión ni como para la compresión.

### 1.2.3. A nivel local

(Vásquez, 2018), El trabajo de investigación con título **"Evaluación de las propiedades del concreto con puzolana obtenido del bagazo de caña de azúcar, Cayalti, Lambayeque. 2018"**, donde propone determinar características del hormigón y los beneficios económicos usando como puzolana la ceniza generada de la corteza de caña de azúcar, concluyendo que la proporción óptima de la mezcla se desarrolla al 5% de sustitución del cemento la cual muestra resistencias superiores a los 28 días de edad, además de ser un material de bajo costo.

(Idrogo, 2018), Realizó su investigación de título **"Estudio de la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm con ceniza de bagazo de caña de azúcar pimentel, chichlayo"**, cuyo objetivo es usar escorias de corteza de caña de azúcar en la producción de

concretos que mejoren su propiedad mecánica, los resultados fueron que el porcentaje óptimo se dio para la mezcla con adición del 8% de ceniza obteniendo una mayor resistencia a los 28 días, caso contrario sucedió para las proporciones con 10% y 15% muestran resistencias bajas.

(Cubas y Falen, 2016) en su investigación cuyo título es "**Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas**", cuya meta es determinar que las cenizas del carbón en el porcentaje adecuado sirva como aditivo puzolánico, obteniendo como resultado que la aplicación de la ceniza de carbón desarrolla características como la resistencia en suelos hasta en un 7% de adherencia.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### 1.3.1. Puzolanas

##### 1.3.1.1. Definición:

Según Agustí,

Puzolana, también conocida como ceniza puzolánica (lat. pulvis puteolanus) es un material natural silíceo aluminoso que reacciona con el hidrato de cal en contacto con agua a temperatura ambiente (reacción puzolánica), en esta reacción, se forma el silicato cálcico hidratado (CSH) insoluble y compuestos de hidrato de aluminato de calcio que poseen propiedades cementosas. (Agustí, 2018, p.29)

Según la Norma Internacional American Society for Testing and Materials ASTM es un componente silíceo y aluminoso carente de acción cementosa pero en forma refinada y en contacto con agua evoluciona de forma química con hidrato de cal a temperaturas usuales creando mezclas de características cementosas. (ASTM C125-13a, 2013, p.5).

##### 1.3.1.2. Clasificación:

Para Solórzano se clasifican en;

Dos categorías, las de origen natural subdivididas a la vez en las procedentes de material volcánico y otras derivadas de materias sedimentarias de procedencia animal o vegetal y el segundo grupo las artificiales que son el resultado del tratamiento térmico, de la subproducción industrial, escorias volátiles, humo de

silicio, marga natural, escoria de corteza de arroz, entre otros.  
(Solorzano,2014,p.13)

#### 1.3.1.2.1. Puzolanas Naturales

Son escorias volcánicas provenientes de rocas y minerales volcánicos, poseen un alto contenido sílico además de aluminio que pueden actuar similarmente a la cal, éstas a su vez se clasifica en cenizas volcánicas, zeolitas y diatomitas (Beltrán y Ccama, 2017).

Para la Norma Internacional ASTM es “un crudo o calcinado que ocurre naturalmente material que se comporta como una puzolana” (ASTM C125-13a, 2013,p.5).

#### 1.3.1.2.2. Puzolanas Artificiales

A decir de (Beltrán y Ccama, 2017) definen a este grupo como “la consecuencia de diversos técnicas industriales y agrícolas, genéricamente como subproductos y materiales tratados térmicamente” (p.7).

Esta clase de puzolana es ventajoso para el medio ambiente debido a que contribuyen a la regeneración de recursos naturales muchos de estos usados como materias primas en el cemento , para (Beltrán y Ccama, 2017) se pueden dividir en microsilice, cenizas volantes, arcillas térmicas, escorias de pajilla de arroz y corteza de caña de azúcar.

#### 1.3.2. Caña de Azúcar

Es un fruto de índole tropical persistente de craso tallo y abundante fibra que alcanza alturas de entre 2 y 6 metros, posee disacáridos como la sacarosa la cual es procesada para la obtención del azúcar.

Fruto perteneciente a la especie de las gramíneas, de tallo leñoso, tejido blando y dulce del que se saca el azúcar., puede superar los 2 m de alto; posee hojas alargadas, imberbes y flores purpúreas en forma de espiga piramidal.  
(PROCAÑA, 2020)

La caña de azúcar empieza su proceso de germinación a partir de la siembra de su tallo, el cual se desarrolla formándose en una planta alta de alargadas hojas alcanzando su edad de cosecha a los 18 meses, en varias regiones de nuestro país este cultivo es quemado antes de su cosecha generando problemas ambientales, luego son transportados a los ingenios donde pasan por un molino que extrae su jugo y deja residuos de su fibra las cuales son utilizadas como fuente de energía que al ser calcinadas a altas temperaturas generan la ceniza la cual se asientan en el fondo de caldera.

#### 1.3.3. Bagazo de caña de azúcar

KY Foo (2015) afirma que “Es un desecho fibroso resultante de los procesos de extracción y trituración” (Ali *et al.*, 2017).

Este material “se compone principalmente de fibra, sólidos insolubles, sólidos solubles y agua” (smartgreen, 2019).

#### 1.3.4. Ceniza Bagazo de caña de azúcar (SCBA)

Este material es consecuencia de calcinar la corteza de la caña, la cual se somete a un proceso de secado y es incinerado a elevadas temperaturas para producir energía en las plantas industriales, al término del proceso quedan asentadas al fondo de calderas y son extraídas para ser usadas en la agricultura y/o construcción. La actividad puzolánica (AP) de éstas depende mucho del grado de calcinación a las que son expuestas en hornos o calderas industriales, entiéndase por (AP) a la cualidad que adquiere un material para estabilizar el hidróxido de calcio a temperatura normal y crear mezclas de buenas características hidráulicas (Lorca, 2014,p.45).

Según (Tri & Suryadharma, 2019) define a la ceniza de bagazo como “un material de desecho no cohesivo que tiene una gravedad específica pequeña que es relativamente más pequeña que la del suelo normal, y se comporta como material puzolánico” (p.1).

En terminos de (Deepika *et al.*, 2017) define a la (SCBA) “como un subproducto industrial generado en grandes cantidades por las industrias azucareras que emplean el proceso de cogeneración” (p.1).

“La (SCBA) es adquirida mediante la quema controlada de la corteza de caña de azúcar que se produce en calderas como parte del proceso de producción” (Chulim, Yeladaqui & Trejo, 2019,p.87).

##### 1.3.4.1. Características Físicas

"La escoria de bagazo es un material puzolánico y muestra buenas propiedades puzolánicas. Se obtiene al quemar entre 800 y 1000 °c durante 20 min el bagazo, dichas características dependen de la técnica y eficacia en las centrales térmicas"(Chindaprasirt, Sujumnongtokul & Posi, 2019 ; Lorca, 2014,p.39).

##### **Humedad**

Esta propiedad se relaciona en función al tipo de variedad de la caña existente, y al modo de extracción y almacenamiento de las escorias.

##### **Densidad**

La densidad volumétrica de sus granos fluctúa dentro de 1,88 g/cm<sup>3</sup> y 2,84 g/cm<sup>3</sup> (Lorca, 2014,p.43)



### **Peso Específico**

Según (Meneses y Díaz, 2019) es la correlación de peso y volumen de un prototipo de agregado ", y se expresa como:

$$\gamma = \delta * g$$

donde:

$\delta$  = Densidad de la muestra.

g = Gravedad (Asumida como 9.81 m/s)

**Superficie específica (finura):** dígase a la cantidad de área superficial incluida en una cantidad de masa; simbolizada como cm<sup>2</sup>/g, las cenizas deben presentar superficies específicas aproximadas al cemento, para evitar variación física en las propiedades del hormigón, como la trabajabilidad (Lorca, 2014), la finura depende del grado de molienda del material.

### **Tamaño de la partícula**

“Este tipo de cenizas mayormente son aquellas que su tamaño de partícula es menor a 5 mm, y de formas en su mayoría irregulares” (Benavides, Luna & Montenegro, 2015,p.2), (Duc, Yeong, & My Ngoc, 2018).

### **Color**

Está asociado a la variedad de caña y al grado de calcinación de la fibra, pero regularmente adquiere un color gris oscuro y negro, rara vez toma tonos marrones ya que posee hierro en su composición. A decir de (Duc, Yeong, & My Ngoc, 2018) “Físicamente, es negro y altamente poroso”.

### **Temperatura**

Refiérase al grado de calcinación a la que fue expuesto y extraído el material.

**Tabla 1**

*Características Físicas de la CBCA*

<b>Características Físicas</b>	<b>SCBA (como se recoge)</b>	<b>SCBA procesado</b>	<b>Norma relevante</b>
Gravedad específica	1,91	2.12	IS4031-Parte 11 (BIS 1988b)
Superficie específica (Blaine)	145 m <sup>2</sup> /kg	300 m <sup>2</sup> /kg	ASTM C204-11 (ASTM 2011b)
Pérdida por ignición	21 %	6 %	IS 1727 (BIS 2004)
Consistencias	50%	40%	IS 4031 ,PARTE 4 (BIS 2005)

Tiempo de fraguado inicial	195 minutos	190 minutos	IS 4031 ,Parte 5 (BIS 1988a)
Tiempo de fraguado terminal	330 min	285 minutos	IS 4031, Parte 5 (BIS 1988a)

Fuente : (Deepika *et al.*, 2017)

#### 1.3.4.2. Características Químicas

“La escoria de bagazo crudo está compuesta principalmente de sílice (60–75%), CaO, K<sub>2</sub>O y otros óxidos menores, incluido Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.” (Bahurudeen *et al.*, 2016).

Calderón y Martínez (2017) manifiestan que su composición química depende de la variedad de caña y de su tiempo de maduración, así como de la calidad del suelo y del tipo de abono. Las condiciones climáticas influyen en la cantidad resultante de escorias, generalmente en climas bajos en precipitación varía entre el 2% y 4% de la corteza, pero un contenido del 5% se hace común para el uso de CBCA. (Calderón y Martínez, 2017, p.16)

**Tabla 2**

*Composición Química de la CBCA según autores*

N°	Autor y Ciudad	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub> / SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O	LOI
1	Abdolkarim and Amin, 2013(Iran)	44.70	2.90	2.40	14.9	3.5	N.A	4.40	16.7
2	Abdulkadir, et al., 2014 (Nigeria)	72.85	6.96	1.08	9.97	6.49	N.A	6.77	4.23
3	Asma et al., 2014(Sudan)	77.25	4.21	6.37	4.05	2.61	0.11	2.34	1.40
4	George, 2014 (Nigeria)	41.15	2.70	7.00	3.20	0.12	0.03	8.75	17.7

	Lathamaheswa								
5	ri,R.,Kalaiyarasan,VandMohan kumar,G	67.82	2.56	6.33	1.54	2.03	-	2.87	2.31
6	Flyash- F (Mettur, India)	54.40	11.32	25.60	2.03	0.92	1.70	0.73	1.32
7	Cement	20.24	4.61	2.89	66.7	1.63	2.31	0.29	1.43

Fuente : (Lathamaheswari, Kalaiyarasan & Mohankumar, 2017).

### 1.3.5. Concreto

#### 1.3.5.1. Definición

El material compuesto de mayor requerimiento en la construcción es el hormigón, debido a sus buenas características estructurales, de fácil fabricación y bajos costes.

Para el comité American Concrete Institute (ACI) el hormigón es la aleación entre el cemento portland con el agregado fino, grueso y agua, que puede llevar o no aditivos. (ACI 318-19, 2019,p.35).

"Es una roca artificial creada al combinar apropiadamente 4 elementos básicos: cemento, agregado fino, grueso, agua y eventualmente aditivos" (Mastropietro, 2019,p.13).

#### 1.3.5.2. Dosificación

Técnica para medir por peso o volumen a los componentes y su inclusion en la mezcladora para una cierta medida de hormigon, grout, mortero o revoque .(ASOCEM, 2015)

#### 1.3.5.3. Cemento

El material mezclado de mayor demanda en la construcción es el concreto, debido a sus excelentes características estructurales, de fácil fabricación y bajos costes, pero que necesita del cemento como producto principal.

A decir de (Alvarado, Andrade y Hernández, 2016) , Es un componente aglomerante poseedor de propiedades de adhesión y cohesión indispensable para juntar áridos inertes entre sí conformando una masa sólida que cumple ciertas características y propiedades.

#### 1.3.5.4. Agua

En términos de Montalvo es un componente esencial en la elaboración de hormigón, se relaciona directamente a la trabajabilidad, a la resistencia y a las características del hormigón en su estado endurecido (Montalvo, 2014).

Este esencial líquido se desenvuelve en las diferentes etapas del concreto a decir desde el estado fresco hasta lograr su estado endurecido, se usa al inicio de la mezcla luego se exterioriza a través de la hidratación y evaporación, está también retenida superficialmente (i.e. Agua de adsorción) y en los poros capilares de la pasta.

#### 1.3.5.5. Agregados

También denominados áridos, es un conglomerado de partículas de procedencia natural o vegetal que pueden ser examinadas y su tamaño depende de su tipología es decir grueso o fino. (NTP.400.037, 2014)

##### 1.3.5.5.1. Agregado Fino

En términos de la Norma Técnica Peruana (NTP.400.037, 2014)

Es un compuesto proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa la malla normalizada N° 3/8 pulg (9,5 mm) y es retenido en la malla normalizada N° 200 (74 µm).

##### 1.3.5.5.2. Agregado Grueso

A decir de la (NTP.400.037, 2014), es un compuesto que se retiene en la malla normalizada N° 4 (4,75 mm) procedente de la disgregación natural o mecánica de la piedra.

##### 1.3.5.5.3. Propiedades Físicas

modulo de fineza : Indicador cercano del tamaño medio del agregado, si dicho valor resulta bajo se interpreta que el material es fino y si resulta lo contrario el agregado es grueso. (Montalvo, 2014,p.17)

peso especifico : Resultado que se genera de la division entre el peso y volumen de las particulas obviando los vacios. (Coila y Loayza, 2015)

peso unitario : Resultado que se genera de la división entre el peso y volumen de las partículas incorporando los vacíos. (Coila y Loayza, 2015)

contenido de humedad: Cantidad de agua exterior que una partícula del agregado puede retener en un determinado momento. (Coila y Loayza, 2015)

absorcion : Cualidad del agregado para colmar de agua los vacíos presentes en las partículas, dicho proceso se realiza por capilaridad, este fenómeno no permite colmar completamente los poros debido a que siempre queda aire atrapado. (Coila y Loayza, 2015)

porcentaje de vacío: Medición del volumen que se expresa en porcentaje de los espacios entre las partículas de los agregados. (Coila y Loayza, 2015)

Porosidad : "Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados" (Coila y Loayza, 2015,p.51).

tamaño máximo: Llámese a la muestra de material grueso que pasa por completo el tamiz de menor abertura. (NTP.400.037, 2014)

tamaño máximo nominal: Es el primer retenido del material en la malla menor y esta entre el 5% y 10%. (NTP.400.037, 2014,p.6)

#### 1.3.5.6. Propiedades del concreto

De manera general se consideran 2 propiedades, una referida a la densidad del componente en su estado fresco y la otra referida al grado de solidificación o el alcance de resistencia que puede lograr el hormigón. (Porrero S.*et al.*, 2014,p.36)

##### 1.3.5.6.1. En Estado Fresco

A decir de (Porrero S. *et al.*, 2014) proceso de transición del material desde que se encuentra en su estado fluido (i.e. desde el mezclado inicial) hasta el inicio de la solidificación de la masa.

###### A. Consistencia

Según el ACI es el movimiento relativo o la capacidad que tiene el hormigón o mortero fresco de fluir, el indicador para el hormigón es el asentamiento, para el mortero es el flujo y para la masa cementicia pura es la resistencia a la penetración. (ACI -116, 2016)

###### B. Trabajabilidad

Propiedad que define el esfuerzo necesario para manipular una mezcla fresca de hormigón con mínima pérdida de uniformidad. (ASTM C125-13a, 2013)

###### C. Segregación

Desprendimiento no intencional de los componentes del hormigón o molécula de un compuesto provocando una falta de homogeneidad en su distribución. (ASTM C125-13a, 2013)

###### D. Cohesividad

Propiedad referida al trabajo conjunto y a la forma de adherencia de los componentes del hormigón en su fase flexible, la cual se ve perjudicada debido a la proporción de los agregados y el agua, ya que al elevar el contenido de agua la consistencia disminuye y por ende puede fisurarse. (Alvarado, Andrade y Hernández, 2016)

###### E. Tiempo de Fraguado.

“El tiempo que transcurre a partir de la adición de mezclar agua con cemento hasta que la mezcla alcanza un grado específico de rigidez medido por un procedimiento específico” (ASTM C125-13a, 2013).

#### F. Exudación

Para el ACI la exudación es un componente líquido o denso parecido a un gel el cual aflora de un poro, grieta o hendidura en la superficie de concreto. (ACI -116, 2016).

#### G. Contenido de aire.

En términos del ACI es el "volumen de vacíos de aire en la pasta cementicia, mortero u hormigón, excluyendo el espacio de los poros en las partículas de los agregados; generalmente se expresa como un porcentaje del volumen total de la pasta, mortero u hormigón" (ACI -116, 2016).

#### H. Calor de Hidratación

Según (Coila y Loayza, 2015) lo definen como el calor liberado mientras se produce el proceso de catálisis entre el agua y el cemento a plena fricción, dicha propiedad se cumple aun si el agua de la mezcla se muestra en estado gaseoso.

#### I. Contracción

Llámesse al proceso de transformación del volumen en sus distintas fases, a partir de la aleación entre el agua y el cemento, seguido del fraguado, endurecido y por último el secado, está en función de la pérdida gradual de agua en la composición y la resistencia física y química de la mezcla de sus componentes. (Coila y Loayza, 2015)

#### J. Peso Unitario

Resultado que se genera de la división entre el peso y volumen de las partículas incorporando los vacíos. (Coila y Loayza, 2015)

#### 1.3.5.6.2. En Estado Endurecido.

Dígase a la capacidad del hormigón de formarse en una roca artificial, la cual alcanza este estado debido a la catálisis entre el agua y el cemento, dicha catálisis interna puede suceder bajo condiciones de sumergibilidad en agua. (Porrero S.*et al.*, 2014)

#### A. Resistencia

Dígase al máximo esfuerzo que puede soportar el hormigón sin agrietarse. (Róman & Pilpinto, 2016,p.23).

#### B. Resistencia a la Compresión.

(Benavides, 2014) afirma que “es una guía para caracterizar los concretos y una manera de relacionarla con el desempeño y la durabilidad”(p.64), dicha cualidad se logra en función de ciertos parámetros como es el periodo del material, la dimensión y estructura de testigos, el tipo de curado y las condiciones a la que fue expuesto el ensayo.

Para (Montalvo, 2014) es la presión límite que soporta un cuerpo previo a la rotura, es expresado como la relación de Kgf por área de  $\text{cm}^2$ .

#### C. Resistencia a la Flexión.

Conocido también como Módulo de Rotura, es la medida del esfuerzo que se produce en la línea de influencia de tensión que se genera al imponer una viga a la flexión. (Cárdenas y Lozano, 2019)

Para la comunidad ARGOS 360 (2013) es la medición de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de hormigón no reforzada ,expresado en  $\text{MPa} - \text{kg.f/cm}^2$ " (Comunidad 360 en concreto ARGOS, 2013)

#### D. Módulo de Elasticidad.

Es el vínculo existente entre su deformación unitaria y el esfuerzo al que es sometido el material, i.e. interpreta la firmeza del material ante una carga forzada sobre el mismo (Comunidad 360 en concreto ARGOS, 2020).

#### E. Extensibilidad

Consiste en la cualidad del hormigón de alterarse sin producir grietas, en términos de (Acuña y Caballero ,2018) es la máxima deformación unitaria que asume el hormigón sin llegar a agrietarse.

#### F. Permeabilidad

“Esta propiedad consiste en la filtración de agua y/o aire en el hormigón” (Bulnes , 2018).

#### G. Durabilidad.

Es la cualidad de la mezcla en estado Endurecido de resistir los impactos generados principalmente por los agresores del hormigón dígase de los agentes físicos y químicos, sin poder deteriorarse o envejecer tanto superficial como internamente. (Benavides, 2014)

ASOCEM en su boletín técnico lo define como la cualidad del hormigón, mortero, grout o revoque de cemento Portland de soportar la acción de la intemperie y otras condiciones de servicio, como embate químico, congelación-deshielo y abrasión. (ASOCEM, 2015,p.6).

H. Curado.

"Condición usada para sostener los requisitos de humedad y temperatura en una aleación de cemento recién colocada para permitir hidratación hidráulica y puzolánica de modo que permitan desarrollar las propiedades potenciales de la mezcla" (ASTM, 2013).

A decir de Benavides (2014), es sostener los requisitos de humedad y temperatura en el material que puedan asegurar su completa hidratación y aseguren el correcto desarrollo de su resistencia potencial (Benavides, 2014).

#### **1.4. Formulación del problema**

En qué medida la ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades físico – mecánicas de un concreto estructural.

#### **1.5. Justificación del problema**

El presente estudio apoya su justificación en 4 argumentos elementales;

##### **1.5.1. Justificación Ambiental**

Las empresas azucareras vienen generando estragos ambientales contaminando suelos y afectando la salud de las personas debido a la falta de gestión con respecto al proceso de eliminación de las escorias resultantes del proceso de fabricación del azúcar, las cuales muchas veces son arrojadas en vertederos y campos agrícolas sin ningún tipo de control y cercano a la población. Esta propuesta de investigación pretende dar factibilidad de uso a las escorias de la corteza de caña como material puzolánico en reemplazo de cemento en la elaboración de concretos mejorados, no sólo con el fin de mitigar los efectos que producen éstas en su eliminación, sino que también debido a los escasos de materias primas debido a la sobreexplotación y altas emanaciones de CO<sub>2</sub> que genera la producción de cemento , "estos materiales brindan numerosos beneficios ecológicos, como la reducción del costo de los vertederos, la conservación de energía y la atmósfera contra la contaminación" (M.Vijayalakshmi & S.Shameem,2017).

##### **1.5.2. Justificación Social**

Esta investigación pretende afianzar conocimientos referidos a materiales nuevos que puedan servir a la sociedad civil y estudiantil, además de servir como punto de inicio para futuras investigaciones y de manera general pueda servir como un producto constructivo de diferente índole.

##### **1.5.3. Justificación económica**

Estos residuos son producidos en forma abundante en los ingenios azucareros y son eliminados sin prever algún costo, dichas escorias pretenden ser usadas como reemplazante



porcentual del cemento en la fabricación de concreto que pueda mejorar significativamente sus propiedades, ya que al disminuir proporcionalmente el peso del cemento en la mezcla reduciría el costo de fabricación.

#### 1.5.4. Justificación técnica

Este estudio pretende usar las escorias de bagazo de caña de azúcar como reemplazante del cemento y estimar una dosificación óptima que sea resistente, sostenible en el tiempo y amigable al medio ambiente, alrededor del mundo sobre todo en países con alta producción de escorias provenientes de la industria azucarera vienen realizando estudios mucho más amplios con respecto a la utilización de dichos materiales en el sector construcción, los cuales proporcionan mejoras sustanciales en sus productos en especial en el concreto.

#### 1.6. Hipótesis

La incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejoraría las propiedades físicas mecánicas del concreto Estructural.

#### 1.7. Objetivos

##### 1.7.1. Objetivo General

Evaluar de forma experimental el uso de ceniza del bagazo de la caña de azúcar (CBCA) como reemplazo puzolánico porcentual en la fabricación de concreto estructural.

##### 1.7.2. Objetivos Específicos

- Inquirir las propiedades geotécnicas de los agregados provenientes de las canteras cercanas a la zona de estudio.
- Evaluar las características puzolánicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- Producir mezclas de concreto de calidad patrón y adhiriendo de manera porcentual ceniza de bagazo en proporción de 5%, 10 %, 15% y 20% para diseños de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .
- Estimar la dosificación óptima a partir de ensayos al concreto en estado fresco y endurecido adhiriendo ceniza de bagazo de caña según proporción.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Tipo y diseño de Investigación

#### 2.1.1. Tipo de Investigación

El presente estudio estructuralmente se enmarca dentro de una investigación analítica- descriptiva, debido a que se desarrolló una diagnosis sobre la caracterización de todos los componentes que forman parte en la fabricación del concreto.

#### 2.1.2. Diseño de la Investigación

El diseño a utilizar es de carácter experimental, debido a que busca una dosificación óptima a través de agregados adecuados en la fabricación de concreto.

### 2.2. Población y Muestra

#### 2.2.1. Población

Refiérase al conjunto de especímenes cilíndricos y prismáticos de resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$  con y sin porcentaje de adición de escoria de corteza de caña y que cumplen con la normatividad vigente.

El presente estudio realizó especímenes cilíndricos de diámetro 15 cm y altura de 30 cm para los ensayos de resistencia y cajas rectangulares de 15 cm de ancho, 15 cm de altura y 50 cm de largo para viguetas que serán usadas en los ensayos de flexión.

#### 2.2.2. Muestra

El proyecto de investigación usó materiales residuales provenientes del proceso del bagazo de caña de azúcar, con características puzolánicas, para este caso escoria presente en el ingenio azucarero Pomalca S.A.A, los agregados utilizados son provenientes de las canteras cercanas a la zona de estudio en el departamento de Lambayeque y el tipo de cemento es de Tipo I, para lo cual se realizaron un conjunto de probetas para un diseño de concreto estructural de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$ .

Para buscar el objetivo de la investigación se realizaron indistintamente 90 probetas cilíndricas y 60 viguetas rectangulares, las cuales pasaron un proceso de aleación.

**Tabla 3***Distribución de probetas cilíndricas según dosificación*

f'c	%Ceniza	N° DE DIAS DE CURADO		
		7 días	14 días	28 días
280	Patrón	3	3	3
	5%	3	3	3
	10%	3	3	3
	15%	3	3	3
	20%	3	3	3
	Patrón	3	3	3
350	5%	3	3	3
	10%	3	3	3
	15%	3	3	3
	20%	3	3	3
				90

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4***Distribución de probetas prismáticas según dosificación*

f'c	%Ceniza	N° días Curado	
		7 días	28 días
280	0%	3	3
	5%	3	3
	10%	3	3
	15%	3	3
	20%	3	3
	0%	3	3
350	5%	3	3
	10%	3	3
	15%	3	3
	20%	3	3
TOTAL			60

Fuente: Elaboración Propia

**2.3. Variables ,Operacionalización**

Independiente: Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Dependiente: Fabricación de Concreto.

**Tabla 5***Operacionalización de Variable Independiente*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítem</b>	<b>Técnica e instrumento de Recolección de datos</b>
<b>Ceniza de bagazo de caña de azúcar</b>	Propiedades Físicas	Color	-	Observación Revisión documentaria Ficha técnica Equipos de laboratorio de ensayos de materiales
		Temperatura	°C	
		Finura	%	
		humedad	ml	
		Índice puzolánico	%	
		Pérdida por Calcinación	%	
	Dosificación	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	Cotización
		Porcentaje en Peso	Kg	
	Evaluación Económica	Costo de Material	Tn	Cotización
		Costo de Transporte	Tn	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 6***Operacionalización de Variable Dependiente*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Item</b>	<b>Técnica e instrumento de Recolección de datos</b>
<b>Fabricación de Concreto</b>	Cemento	Tipo I	kg	Observación Revisión documentaria Ficha técnica Equipos de laboratorio de ensayos de materiales
	Agua	Acidez	ph	
		Peso Unitario	g/cm <sup>3</sup>	
		Peso Especifico	g/cm <sup>3</sup>	
	Propiedad de Agregado: Fino y Grueso	contenido de Humedad	ml	
		Absorción	%	
		Módulo de Fineza	-	
		Tamaño Máximo Nominal	cm	
		Consistencia	cm	
		Trabajabilidad	-	
	Propiedades Físicas	Peso Unitario	g/cm <sup>3</sup>	
		Contracción	cm	
		Temperatura	°C	
		Resistencia a la Compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	
	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Flexión	Mpa	
	Módulo de Elasticidad	Kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos , validez y confiabilidad**

### 2.4.1. Técnica de recolección de datos.

Para la realización del procedimiento se obtuvo datos a partir de la observación, entrevista y material bibliográfico referente al tema, los cuales nos permitió identificar, procesar y resolver interrogantes para luego proponer soluciones.

### 2.4.2. Instrumentos

Para lograr el objetivo se emplearon guías de observación y análisis en donde se apuntaron los datos y resultados obtenidos a partir de los ensayos correspondientes ejecutados en el laboratorio así como datos obtenidos de las visitas a canteras y empresas agroindustriales que proporcionaron los insumos.

### 2.4.3. Validez y Confiabilidad

#### 2.4.3.1. Validez

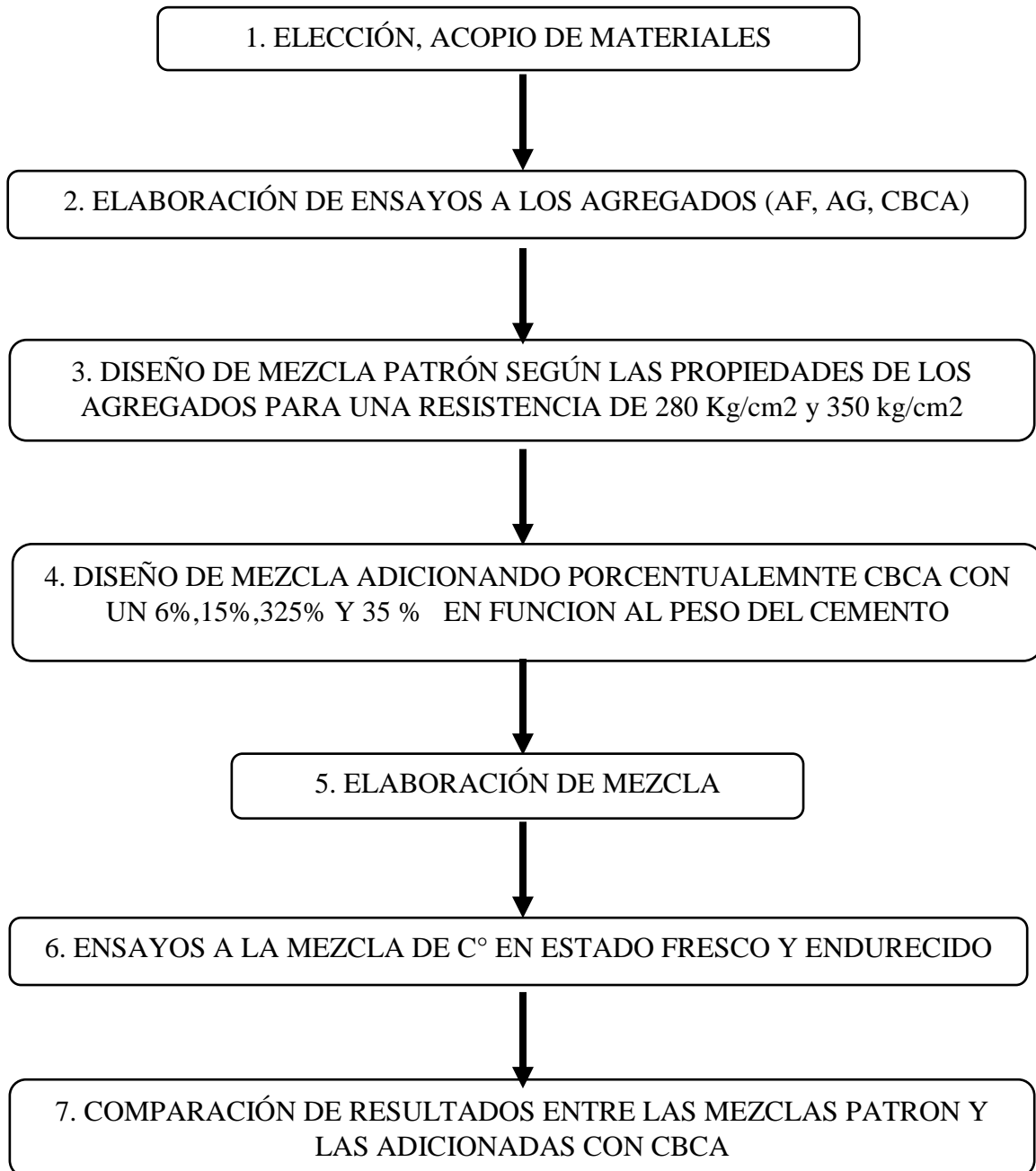
Se enmarco dentro de una adecuada metodología para la obtención de datos que acreditaron un estudio de calidad respetando parámetros establecidos para investigaciones de este tipo.

#### 2.4.3.2. Confiabilidad

El estudio se desarrolló tomando como referencia trabajos anteriores así como normatividad vigente los cuales fueron discutidos y analizados con la ayuda de profesional técnico competente.

## **2.5. Procedimientos de análisis de datos.**

### 2.5.1. Flujo de Procesos



*Figura 1* Diagrama de Flujo de Procesos

**Fuente:** Elaboración Propia.

Dicho proceso se enmarca dentro de los parámetros establecidos en la normatividad vigente.

## **2.6.Criterios Éticos**

### 2.6.1. Éticos Científicos

El presente trabajo se desarrolló tomando como referencia el código de Ética del Ingeniero Civil ,el cual define los criterios que conducen a alcanzar su conducta profesional y de no ser el caso estará sujeto a sanciones .

### 2.6.2. Ética Profesional

Dígase de la capacidad moral, al conglomerado de normas y valores que permiten el desarrollo ético - moral del profesional los cuales hacen mejorar el desarrollo en sus actividades. La realización profesional podrá alcanzar los objetivos de la investigación sin amañar resultados a favor de su conveniencia.

## **2.7. Criterios de Rigor Científico**

### 2.7.1. Validez

Según el proceso en la metodología y la interpretación de manera adecuada de los resultados adquiridos se podrá comprobar si dicha investigación es válida o no.

### 2.7.2. Fiabilidad

De acuerdo a la validación de la investigación incurrirá la confiabilidad de los resultados obtenidos y de los ensayos realizados en esta tesis.

## **III. RESULTADOS**

Este capítulo exhibe los resultados secuenciales desarrollados en el laboratorio, desde los ensayos a los agregados pétreos, la ceniza y los resultados de los ensayos realizados al concreto tanto en estado fresco como en endurecido.

## **3.1. Resultados en tablas y Gráficas**

### 3.1.1. Granulometría

Se muestran los resultados granulométricos de los agregados pétreos, se escogieron los que más se acercan a los requisitos mínimos de aceptación de la Norma Técnica de Perú (N.T.P.400.012, 2013), para este estudio se consideró los resultados de la Cantera La Victoria en agregado fino y de la Cantera Pacherras para el agregado grueso por ser estos los que cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma.



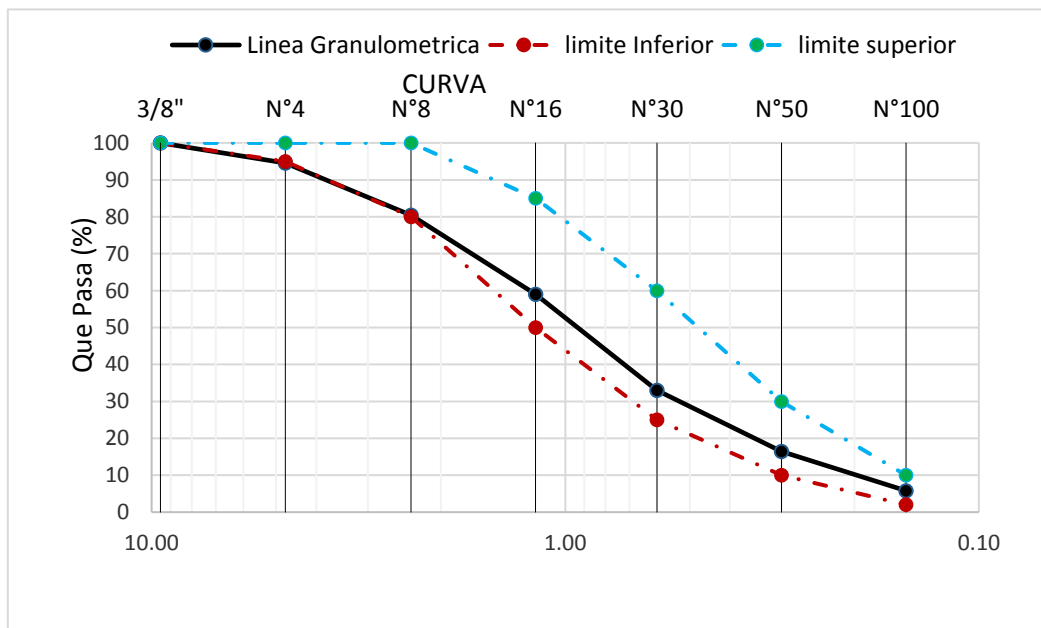
**Tabla 7**

*Resultado de granulometría para el material fino La Victoria*

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	"C"
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
N° 4	4.750	5.4	5.4	95	95 - 100
N° 8	2.360	14.2	19.6	80.4	80 - 100
N° 16	1.180	21.4	41.0	59.0	50 - 85
N° 30	0.600	26.0	67.0	33.0	25 - 60
N° 50	0.300	16.6	83.6	16.4	10 - 30
N° 100	0.150	10.6	94.2	5.8	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.11</b>

Fuente: Estudio de canteras (LEMS W&C, 2021)

La Tabla 7 muestra el resultado para obtener el módulo de fineza el cual es 3.11



*Figura 2* Curvatura granulométrica agregado fino La Victoria

Fuente: Estudio de canteras (LEMS W&C, 2021).

La figura 2 muestra el comportamiento granulométrico del agregado fino, el cual está dentro de los parámetros establecidos en la normatividad vigente.

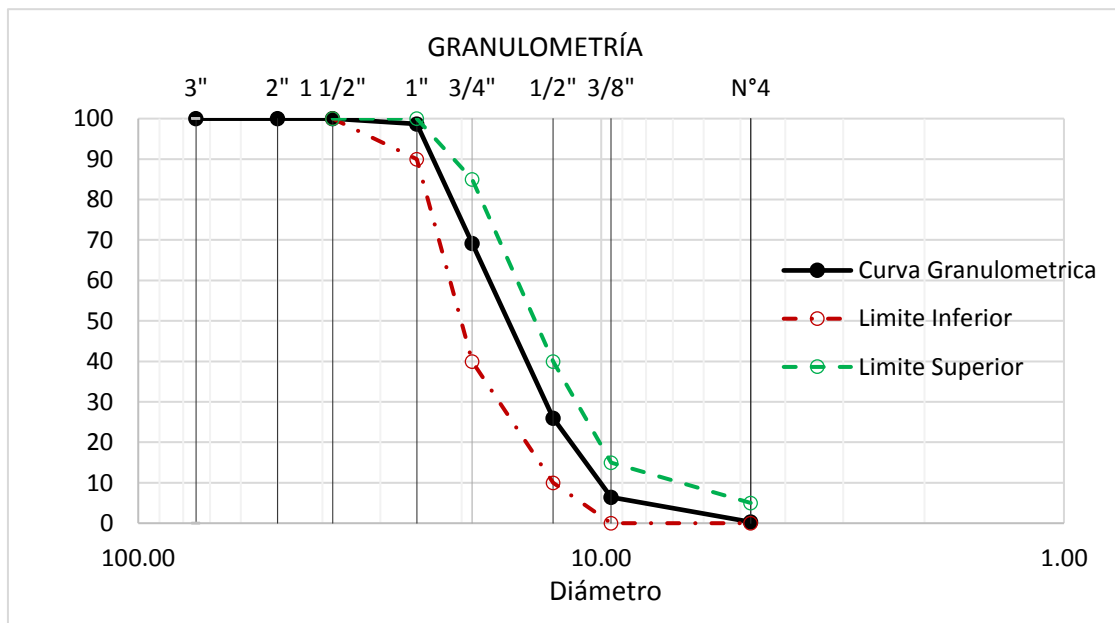
**Tabla 8**

*Resultado de granulometría para el agregado grueso Pacherres*

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO		
					56		
2"	50.00	0.0	0.0	100.0			
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100		
1"	25.00	1.3	1.3	98.7	90	-	100
3/4"	19.00	29.5	30.8	69.2	40	-	85
1/2"	12.70	43.2	74.0	26.0	10	-	40
3/8"	9.52	19.6	93.6	6.4	0	-	15
N°4	4.75	6.1	99.7	0.3	0	-	5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>		

Fuente: Estudio de canteras (LEMS W&C, 2021).

Se determinó el Tamaño Máximo Nominal para el agregado grueso el cual fue de 3/4" este resultado se muestra en la Tabla 8.



*Figura 3* Curvatura granulométrica del agregado grueso

Fuente: Estudio de canteras (LEMS W&C, 2021).

La figura 3 se aprecia el desempeño granulométrico del agregado grueso cumpliendo los límites establecidos en las normas arriba mencionadas.

### 3.1.2. Propiedades físicas de los agregados.

**Tabla 9**

*Resultado de ensayos físicos del agregado fino*

<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>PROPIEDAD MECÁNICA</b>	<b>VALOR</b>	<b>UND</b>	<b>Norma Aplicada</b>
Módulo de Finura	3.11	-	N.T.P. 400.012
Peso Unitario Suelto	1623	gr/cm <sup>3</sup>	N.T.P. 400.017
Peso Unitario Compactado	1766	gr/cm <sup>3</sup>	N.T.P. 400.017
Peso Específico	2.53	gr/cm <sup>3</sup>	N.T.P. 400.022
Contenido de Humedad	0.30	%	N.T.P. 400.012
Absorción	0.56	%	N.T.P. 400.021

Fuente: Estudio de canteras (LEMS W&C, 2021).

**Tabla 10**

*Resultado de ensayos físicos del agregado grueso*

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PROPIEDAD MECÁNICA</b>	<b>VALOR</b>	<b>UND</b>
Tamaño Máximo Nominal	3/4	pulg
Peso Unitario Suelto	1426	gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1548	gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico	2.65	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.49	%
Absorción	1.31	%

Fuente: Estudio de canteras (LEMS W&C, 2021).

La Tabla 9 y Tabla 10 muestran de manera resumida los resultados para los agregados pétreos los cuales fueron analizados y permitieron elaborar los diseños propuestos.

### 3.1.3. Propiedades Físicas de la CBCA

#### 3.1.3.1. Densidad

Ensayo realizado de acuerdo a la norma (ASTM C-188-95 , 2007), la cual se obtiene como resultado que la densidad de la CBCA es de 2.19 g/cm<sup>3</sup> y se muestra a continuación.

**Tabla 11**

*Resultado del Ensayo de Densidad de la CBCA*

Peso de CBCA (gr)	50
Temperatura (°C)	20
w Frasco Le Chatelier.(gr)	121.51
Vol. inicial kerosene (ml)	0
Vol. final kerosene (ml)	22.8
densidad (CBCA) (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.19</b>
Densidad de kerosene (g/cm <sup>3</sup> )	0.8
peso específico relativo	<b>2.74</b>

Fuente: Estudio de CBCA (LEMS W&C, 2021).

La Tabla 11 muestra el resultado que se obtuvo de la realización del Ensayo de la Densidad de la CBCA el cual es 2.19 g/ml y un peso específico relativo de 2.74.

#### 3.1.3.2. Índice Puzolánico

Ensayo realizado de acuerdo a la Norma ( N.T.P 334.006, 2011) y la (ASTM C109).

**Tabla 12**

*Resultado del Ensayo para determinar el Índice Puzolánico.*

MUESTRAS	% CBCA	f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) 7 d	f'c(prom)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) 28 d	f'c(prom)	IP(%) 7D	IP(%) 28D
Muestras del grupo Experimental	20	153.51364	128.811	188.67221	181.81706		
<b>MUESTRAS A</b>		99.711158		198.07206		65.39	75.88
Muestras del grupo Control	0	202.22669	196.999	225.18103	249.763		
<b>MUESTRAS B</b>		171.06695		268.28533			

Fuente: Estudio de CBCA (LEMS W&C, 2021).

Los resultados sobre el índice puzolánico (IP) son mostrados en la Tabla 12, el cual refleja que el IP para 7 días de curado es de 65.39 % y para los 28 días es de 75.88 %.

### 3.1.3.3.Finura

El análisis de la finura realizado a la escoria CBCA es mostrado en la Tabla 13 el cual nos muestra un porcentaje de 33.28%, se tomó como referencia la norma (N.T.P.334-045, 2010).

**Tabla 13**

*Resultado del Ensayo de Finura de la CBCA*

Muestra	Cemento Portland Tipo I
Cantidad	1000 gr
Residuo sobre el Tamiz # 325	12.00 % *
Residuo medido el Tamiz # 325	273.5 gr
Residuo medido el Tamiz # 325 (%)	27.35 %
Factor de Corrección	-15.35 %
<b>*Especificación Técnica para Cemento Portland Tipo I</b>	
Muestra	<b>CBCA</b>
Cantidad	1000 gr
Residuo sobre el Tamiz # 325	486.3 gr
Residuo medido el Tamiz # 325 (%)	48.63 %
Residuo Corregido para Cenizas	33.28 %

Fuente: Estudio de CBCA (LEMS W&C, 2021).

### 3.1.3.4.Humedad

El presente ensayo se realiza con referencia la Norma (ASTM C-311, 2018) y su resultado se muestra en la Tabla 14

**Tabla 14**

*Resultado del ensayo de contenido húmedo en la CBCA*

Muestra	CBCA(s.seca)
Peso masa recibida (A)	100 gr
Peso del molde(tara)	49.1 gr
tiempo en horno (110°C)(hrs)	24.0 hr
Peso neto de la masa + molde	148 gr
Peso de la masa	98.90 gr
Pérdida de masa (B)	1.10 gr
Contenido de Humedad	<b>1.10 %</b>

Fuente: Estudio de CBCA (LEMS W&C, 2021).

### 3.1.3.5. Pérdida por Calcinación

Para determinar la pérdida por calcinación del material en bruto, se ha sometido a una muestra de bagazo a quema a unos 718.33°C por un lapso de tiempo (variable) de 3.10 horas, dando como resultado lo siguiente:

**Tabla 15**

*Pérdida de masa por calcinación del bagazo de caña en bruto*

MATERIAL	Cantidad
Bagazo de caña	16.60 (kg)
Resultado de la calcinación CBCA	2.2 (kg)
Pérdida de Masa en la calcinación	14.4 (kg)
Pérdida de Masa por calcinación (%)	86.74 %

Fuente: Estudio de CBCA (LEMS W&C, 2021).

La Tabla 15 muestra el porcentaje de pérdida al ser incinerado el bagazo en fibra para luego convertirse en ceniza.

### 3.1.4. Características Químicas

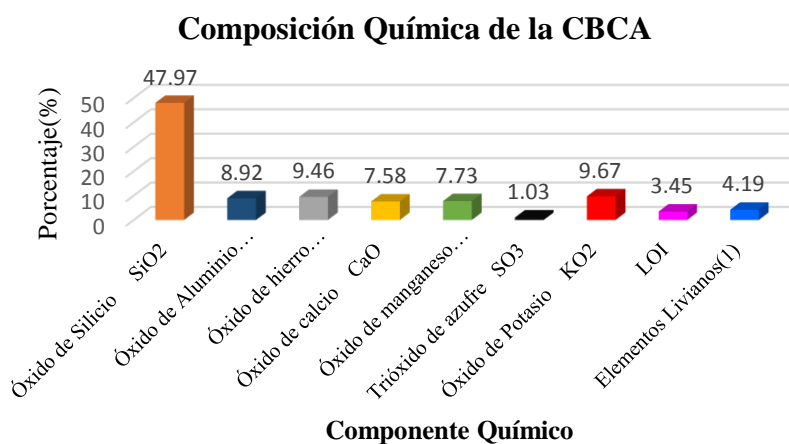
La Tabla 16 muestra en forma desagregada la composición química de la ceniza usada.

**Tabla 16**

*Características Químicas de la CBCA*

Componente Químico	Óxido de Silicio SiO <sub>2</sub>	Óxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de calcio CaO	Óxido de manganeso MnO	Trióxido de azufre SO <sub>3</sub>	Óxido de Potasio KO <sub>2</sub>	LOI	Elementos Livianos <sup>(1)</sup>
%	47.97	8.92	9.46	7.58	7.73	1.03	9.67	3.5	4.19

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 4* Composición química de la CBCA

### 3.1.5. Característica Química del Cemento Portland Tipo I

#### 3.1.5.1. Peso Específico del Cemento Tipo I

Para determinar un diseño que se ajuste a los parámetros de calidad, no sólo es garantizar la calidad de los agregados pétreos sino también con que especificaciones cuenta el aglomerante.

Para determinar el resultado se consideró como referencia la Norma (ASTM C-188-95 , 2007), éstos son mostrados en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Resultado del Ensayo de Peso Específico del Cemento Tipo I*

Peso de Cemento Tipo I	(gr)	64
Temperatura	(C°)	20.1
W Frasco Le Chatelier.	(gr)	121.51
Vol. inicial kerosene	(ml)	0
Vol. final kerosene	(ml)	20.6
densidad (CTI)	(g/ml)	<b>3.11</b>

Fuente: Laboratorio (LEMS W&C, 2021).

### 3.1.6. Concreto-Diseño de Mezcla

Los diseños fueron realizados acorde al Comité 211 de American Concrete Institute, para resistencias de  $f'c$  de 280 Kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  de 350 kg/cm<sup>2</sup> para muestras cilíndricas y prismáticas.

#### 3.1.6.1. Mezclas Patrón

Los diseños de la mezcla fueron realizados en función de las características de los agregados y el cemento con el uso de agua potable proporcionada de la red pública, fueron realizados para alcanzar resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> y 350 kg/cm<sup>2</sup> tanto para especímenes cilíndricos que serán usados para el ensayo a compresión y elasticidad, como para los de molde prismático los cuales serán ensayados para determinar el ensayo a flexión (MR).

**Tabla 18***Dosificación de los materiales para la mezcla (Patrón)  $f'c=280\text{kg/cm}^2$* 

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	CBCA
457.20 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	0.00
<b>Dosificación en pesos</b>				
1	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0
<b>Dosificación en Volumen</b>				
1	1.84	1.69	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0

Fuente: Laboratorio (LEMS W&amp;C, 2021).

Se muestra en la Tabla 18 la dosificación en peso y volumen necesario para la mezcla con 0% de sustitución del cemento y alcance una resistencia de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

La Tabla 19 muestra la cantidad de materiales por tanda para 9 probetas cilíndricas (15cm x 15 cm x 30 cm) con un 5 % de desperdicio para una resistencia  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

**Tabla 19***Cantidad de material por tanda de 9 especímenes cilíndricos  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .*

Material	1m <sup>3</sup>	vol. Tanda(m <sup>3</sup> )	9 PROBETAS	9 Prob+5% desp.
<b>Cemento</b>	457.20 Kg	0.005475	22.53 Kg	23.65 Kg
<b>Agua</b>	226.85 Lt		11.18 Lt	11.74 Lt
<b>Arena</b>	908.65 Kg		44.77 Kg	47.01 Kg
<b>Grava</b>	730.40 Kg		35.99 Kg	37.79 Kg

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 20***Cantidad de material por tanda de 9 especímenes prismáticos  $f'c=280\text{kg/cm}^2$* 

Material	1m <sup>3</sup>	vol. Tanda(m <sup>3</sup> )	9 PROBETAS	9 Prob+5% desp.
<b>Cemento</b>	457.20 Kg	0.006750	27.77 Kg	29.16 Kg
<b>Agua</b>	226.85 Lt		13.78 Lt	14.47 Lt
<b>Arena</b>	908.65 Kg		55.20 Kg	57.96 Kg
<b>Grava</b>	730.40 Kg		44.37 Kg	46.59 Kg

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 20 muestra la cantidad a necesitar para el muestro en 9 moldes prismáticos de dimensiones (15cm x 15 cm x 50 cm).



**Tabla 21**

*Dosificación de los materiales para la mezcla (Patrón)  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
549.20 Kg/m <sup>3</sup>	822.63 Kg/m <sup>3</sup>	725.44 Kg/m <sup>3</sup>	225.84 lt/m <sup>3</sup>	0.00
<b>Dosificación en pesos</b>				
1	1.50	1.32	17.48 lt/m <sup>3</sup>	0
<b>Dosificación en Volumen</b>				
1	1.39	1.39	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 21 muestra la cantidad necesaria en peso de los materiales para una resistencia de  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 22**

*Cantidad de material por tanda de 9 especímenes cilíndricos  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Material</b>	<b>1m<sup>3</sup></b>	<b>vol. Tanda(m3)</b>	<b>9 PROBETAS</b>	<b>9 Prob+5% desp.</b>
Cemento	549.20 Kg	0.005475	27.06 Kg	28.42 Kg
Agua	225.84 Lt		11.13 Kg	11.68 Lt
Arena	822.63 Kg		40.53 Kg	42.56 Kg
Grava	725.44 Kg		35.75 Kg	37.53 Kg

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 22 muestra los resultados para una tanda de 9 especímenes cilíndricos adicionando un 5% de desperdicio.

**Tabla 23**

*Cantidad de material por tanda de 9 especímenes prismáticos  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Material</b>	<b>1m<sup>3</sup></b>	<b>vol. Tanda(m3)</b>	<b>9 PROBETAS</b>	<b>9 Prob+5% desp.</b>
Cemento	579.07 Kg	0.006750	35.18 Kg	36.94 Kg
Agua	268.97 Lt		16.34 Lt	17.16 Lt
Arena	702.66 Kg		42.69 Kg	44.82 Kg
Grava	772.40 Kg		46.92 Kg	49.27 Kg

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 23 detalla la proporción en peso de los materiales usados para una tanda de 9 especímenes prismáticos con adición del 5% de desperdicio en una  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.1.6.2. Mezclas con Dosificación de CBCA (Cilíndricas $f'c$ 280 kg/cm<sup>2</sup>)

Para el diseño de las mezclas con diferentes proporciones 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución en peso del cemento para resistencias de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> para ensayos a compresión y se muestran a continuación:

**Tabla 24**

*Dosificación de los materiales para mezcla con 5 %  $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
434.34 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	22.86 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.95	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0.05
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
21.40 Kg/m <sup>3</sup>	44.77 Kg/m <sup>3</sup>	35.99 Kg/m <sup>3</sup>	11.18 lt/m <sup>3</sup>	1.13 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
22.47 Kg/m <sup>3</sup>	47.01 Kg/m <sup>3</sup>	37.79 Kg/m <sup>3</sup>	11.74 lt/m <sup>3</sup>	1.18 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 24 muestra las dosificaciones en peso y en volumen de los agregados con una sustitución del 5% en peso del cemento para una resistencia de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, además de la cantidad de materiales para ser usado en la realización de 9 probetas cilíndricas con un 5% de desperdicio.

**Tabla 25**

*Dosificación de los materiales para mezcla con 10%  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
411.48 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	45.72 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.9	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0.10
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
20.28 Kg/m <sup>3</sup>	44.77 Kg/m <sup>3</sup>	35.99 Kg/m <sup>3</sup>	11.18 lt/m <sup>3</sup>	2.25 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
21.29 Kg/m <sup>3</sup>	47.01 Kg/m <sup>3</sup>	37.79 Kg/m <sup>3</sup>	11.74 lt/m <sup>3</sup>	2.37 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 25 refleja la dosificación de la mezcla para 1 m<sup>3</sup> y por tanda.

**Tabla 26***Dosificación de los materiales para mezcla con 15% f'c 280 kg/cm2*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
388.62 Kg/m3	908.65 Kg/m3	730.40 Kg/m3	226.85 lt/m3	68.58 Kg/m3
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.85	1.99	1.60	21.09 Lt/pie3	0.15
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
19.15 Kg/m3	44.77 Kg/m3	35.99 Kg/m3	11.18 lt/m3	3.38 Kg/m3
con 5% de Desperdicio				
20.11 Kg/m3	47.01 Kg/m3	37.79 Kg/m3	11.74 lt/m3	3.55 Kg/m3

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 26 muestra la dosificación en peso y volumen para la mezcla con una sustitución del 15% en peso del cemento y la cantidad necesaria para el número de cilindros a muestrear con el porcentaje de desperdicio.

**Tabla 27***Dosificación de los materiales para mezcla con 20 % f'c 280 kg/cm2*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
365.76 Kg/m3	908.65 Kg/m3	730.40 Kg/m3	226.85 lt/m3	91.44 Kg/m3
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.8	1.99	1.60	21.09 Lt/pie3	0.20
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
18.02 Kg/m3	44.77 Kg/m3	35.99 Kg/m3	11.18 lt/m3	4.51 Kg/m3
con 5% de Desperdicio				
18.92 Kg/m3	47.01 Kg/m3	37.79 Kg/m3	11.74 lt/m3	4.73 Kg/m3

Fuente: Elaboración Propia.

Se aprecia en la Tabla 27 la dosificación en peso y volumen para 1 m<sup>3</sup> de concreto con una sustitución del 20% en un diseño de resistencia f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.1.6.3. Mezclas con Dosificación de CBCA (Cilíndricas f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>)

Para el diseño de las mezclas con diferentes proporciones 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución en peso del cemento para resistencias de f'c 350 kg/cm<sup>2</sup> para ensayos a compresión y se muestran a continuación:

**Tabla 28***Dosificación de los materiales para mezcla con 5% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
521.74 Kg/m <sup>3</sup>	822.63 Kg/m <sup>3</sup>	725.44 Kg/m <sup>3</sup>	225.84 lt/m <sup>3</sup>	27.46 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.95	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.05
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
25.71 Kg/m <sup>3</sup>	40.53 Kg/m <sup>3</sup>	35.75 Kg/m <sup>3</sup>	11.13 lt/m <sup>3</sup>	1.35 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
26.99 Kg/m <sup>3</sup>	42.56 Kg/m <sup>3</sup>	37.53 Kg/m <sup>3</sup>	11.68 lt/m <sup>3</sup>	1.42 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 28 muestra el resultado de la dosificación en peso y volumen para una sustitución del 5% del cemento para una resistencia de diseño de 350 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 29***Dosificación de los materiales para mezcla con 10% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
494.28 Kg/m <sup>3</sup>	822.63 Kg/m <sup>3</sup>	725.44 Kg/m <sup>3</sup>	225.84 lt/m <sup>3</sup>	54.92 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.9	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.1
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
24.36 Kg/m <sup>3</sup>	40.53 Kg/m <sup>3</sup>	35.75 Kg/m <sup>3</sup>	11.13 lt/m <sup>3</sup>	2.71 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
25.57 Kg/m <sup>3</sup>	42.56 Kg/m <sup>3</sup>	37.53 Kg/m <sup>3</sup>	11.68 lt/m <sup>3</sup>	2.84 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 30***Dosificación de los materiales para mezcla con 15% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
466.82 Kg/m <sup>3</sup>	822.63 Kg/m <sup>3</sup>	725.44 Kg/m <sup>3</sup>	225.84 lt/m <sup>3</sup>	82.38 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.85	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.15
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
23.00 Kg/m <sup>3</sup>	40.53 Kg/m <sup>3</sup>	35.75 Kg/m <sup>3</sup>	11.13 lt/m <sup>3</sup>	4.06 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
24.15 Kg/m <sup>3</sup>	42.56 Kg/m <sup>3</sup>	37.53 Kg/m <sup>3</sup>	11.68 lt/m <sup>3</sup>	4.26 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 31***Dosificación de los materiales para la mezcla con 20% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>.*

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	CBCA
439.36 Kg/m <sup>3</sup>	822.63 Kg/m <sup>3</sup>	725.44 Kg/m <sup>3</sup>	225.84 lt/m <sup>3</sup>	109.84 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.8	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.2
<b>Dosificación por Tanda(9 Probetas)(0.005475 m<sup>3</sup>)</b>				
21.65 Kg/m <sup>3</sup>	40.53 Kg/m <sup>3</sup>	35.75 Kg/m <sup>3</sup>	11.13 lt/m <sup>3</sup>	5.41 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
22.73 Kg/m <sup>3</sup>	42.56 Kg/m <sup>3</sup>	37.53 Kg/m <sup>3</sup>	11.68 lt/m <sup>3</sup>	5.68 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.6.4. Mezclas con Dosificación de CBCA (Prismáticas  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>)

Seguidamente se muestran las dosificaciones correspondientes para las mezclas que se evaluaron en especímenes de viguetas rectangulares para resistencia de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y para  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del cemento en 5%, 10%, 15% y 20%.

**Tabla 32***Dosificación de los materiales para mezcla con 5% en  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.*

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	CBCA
434.34 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	22.86 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.95	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0.05
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
26.39 Kg/m <sup>3</sup>	55.20 Kg/m <sup>3</sup>	44.37 Kg/m <sup>3</sup>	13.78 lt/m <sup>3</sup>	1.39 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
27.71 Kg/m <sup>3</sup>	57.96 Kg/m <sup>3</sup>	46.59 Kg/m <sup>3</sup>	14.47 lt/m <sup>3</sup>	1.46 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 33***Dosificación de los materiales para la mezcla con 10% en  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.*

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	CBCA
411.48 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	45.72 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.9	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0.10
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
25.00 Kg/m <sup>3</sup>	55.20 Kg/m <sup>3</sup>	44.37 Kg/m <sup>3</sup>	13.78 lt/m <sup>3</sup>	2.78 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
26.25 Kg/m <sup>3</sup>	57.96 Kg/m <sup>3</sup>	46.59 Kg/m <sup>3</sup>	14.47 lt/m <sup>3</sup>	2.92 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

En las Tablas 32 y Tabla 33 se muestran los resultados de la dosificación en peso y volumen para una sustitución de 5% y 10% respectivamente para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34**

*Dosificación de los materiales para mezcla con 15% en  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
388.62 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	68.58 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.85	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0.15
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
23.61 Kg/m <sup>3</sup>	55.20 Kg/m <sup>3</sup>	44.37 Kg/m <sup>3</sup>	13.78 lt/m <sup>3</sup>	4.17 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
24.79 Kg/m <sup>3</sup>	57.96 Kg/m <sup>3</sup>	46.59 Kg/m <sup>3</sup>	14.47 lt/m <sup>3</sup>	4.37 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 35**

*Dosificación de los materiales para la mezcla con 20 % en  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
365.76 Kg/m <sup>3</sup>	908.65 Kg/m <sup>3</sup>	730.40 Kg/m <sup>3</sup>	226.85 lt/m <sup>3</sup>	91.44 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.8	1.99	1.60	21.09 Lt/pie <sup>3</sup>	0.20
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
22.22 Kg/m <sup>3</sup>	55.20 Kg/m <sup>3</sup>	44.37 Kg/m <sup>3</sup>	13.78 lt/m <sup>3</sup>	5.55 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
23.33 Kg/m <sup>3</sup>	57.96 Kg/m <sup>3</sup>	46.59 Kg/m <sup>3</sup>	14.47 lt/m <sup>3</sup>	5.83 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

En las Tablas 34 y Tabla 35 se muestran los resultados de la dosificación en peso y volumen para una sustitución de 15% y 20% respectivamente para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.1.6.5. Mezclas con Dosificación de CBCA (Prismáticas $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup>)

De igual forma se calcularon las dosificaciones según sustitución del cemento para viguetas prismáticas para un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36***Dosificación de los materiales para mezcla con 5% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
550.12 Kg/m <sup>3</sup>	702.66 Kg/m <sup>3</sup>	772.40 Kg/m <sup>3</sup>	268.97 lt/m <sup>3</sup>	28.95 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.95	1.21	1.33	19.74 Lt/pie <sup>3</sup>	0.05
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
33.42 Kg/m <sup>3</sup>	42.69 Kg/m <sup>3</sup>	46.92 Kg/m <sup>3</sup>	16.34 lt/m <sup>3</sup>	0.00 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
35.09 Kg/m <sup>3</sup>	44.82 Kg/m <sup>3</sup>	49.27 Kg/m <sup>3</sup>	17.16 lt/m <sup>3</sup>	0.00 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 37***Dosificación de los materiales para mezcla con 10% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
521.16 Kg/m <sup>3</sup>	702.66 Kg/m <sup>3</sup>	772.40 Kg/m <sup>3</sup>	268.97 lt/m <sup>3</sup>	57.91 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.9	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.1
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
31.66 Kg/m <sup>3</sup>	42.69 Kg/m <sup>3</sup>	46.92 Kg/m <sup>3</sup>	16.34 lt/m <sup>3</sup>	4.06 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
33.24 Kg/m <sup>3</sup>	44.82 Kg/m <sup>3</sup>	49.27 Kg/m <sup>3</sup>	17.16 lt/m <sup>3</sup>	5.41 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

En las Tablas 36 y Tabla 37 se muestran los resultados de la dosificación en peso y volumen para una sustitución de 5% y 10% respectivamente para un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 38***Dosificación de los materiales para mezcla con 15% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
492.21 Kg/m <sup>3</sup>	702.66 Kg/m <sup>3</sup>	772.40 Kg/m <sup>3</sup>	268.97 lt/m <sup>3</sup>	86.86 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.85	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.15
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
29.90 Kg/m <sup>3</sup>	42.69 Kg/m <sup>3</sup>	46.92 Kg/m <sup>3</sup>	16.34 lt/m <sup>3</sup>	5.28 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
31.40 Kg/m <sup>3</sup>	44.82 Kg/m <sup>3</sup>	49.27 Kg/m <sup>3</sup>	17.16 lt/m <sup>3</sup>	5.54 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 39**

*Dosificación de los materiales para la mezcla con 20% en  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>CBCA</b>
439.36 Kg/m <sup>3</sup>	702.66 Kg/m <sup>3</sup>	772.40 Kg/m <sup>3</sup>	268.97 lt/m <sup>3</sup>	109.84 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Dosificación en pesos</b>				
0.8	1.50	1.32	17.48 Lt/pie <sup>3</sup>	0.2
<b>Dosificación por Tanda(9 Viguetas)(0.006750 m<sup>3</sup>)</b>				
28.14 Kg/m <sup>3</sup>	42.69 Kg/m <sup>3</sup>	46.92 Kg/m <sup>3</sup>	16.34 lt/m <sup>3</sup>	7.04 Kg/m <sup>3</sup>
con 5% de Desperdicio				
29.55 Kg/m <sup>3</sup>	44.82 Kg/m <sup>3</sup>	49.27 Kg/m <sup>3</sup>	17.16 lt/m <sup>3</sup>	7.39 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 39 muestra la dosificación en peso y volumen que será necesario para la elaboración de la mezcla para  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> con una sustitución de un 20% en función del peso del cemento.

### 3.1.7. Propiedades en estado Fresco

#### 3.1.7.1. Consistencia o Asentamiento.

Se pudo determinar la solidez de la mezcla a través del ensayo SLUMP tomando en consideración la (N.T.P.339.035, 2009), a partir del ensayo de lectura se determinó una relación final de a/c de 0.496 para mezcla de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y de 0.411 para la mezcla de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> las cuales se mantuvieron constantes.

A. Asentamiento para resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> en muestras cilíndricas.

**Tabla 40**

*Asentamiento en especímenes cilíndricos mezcla  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.*

<b>Dosificación</b>	<b>Asentamiento (plg)</b>
0%	4
5%	3.8
10%	3.5
15%	3
20%	2

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 40 muestra la lectura del asentamiento medido en laboratorio para mezclas cilíndricas con distintas dosificaciones de fabricación en el diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.



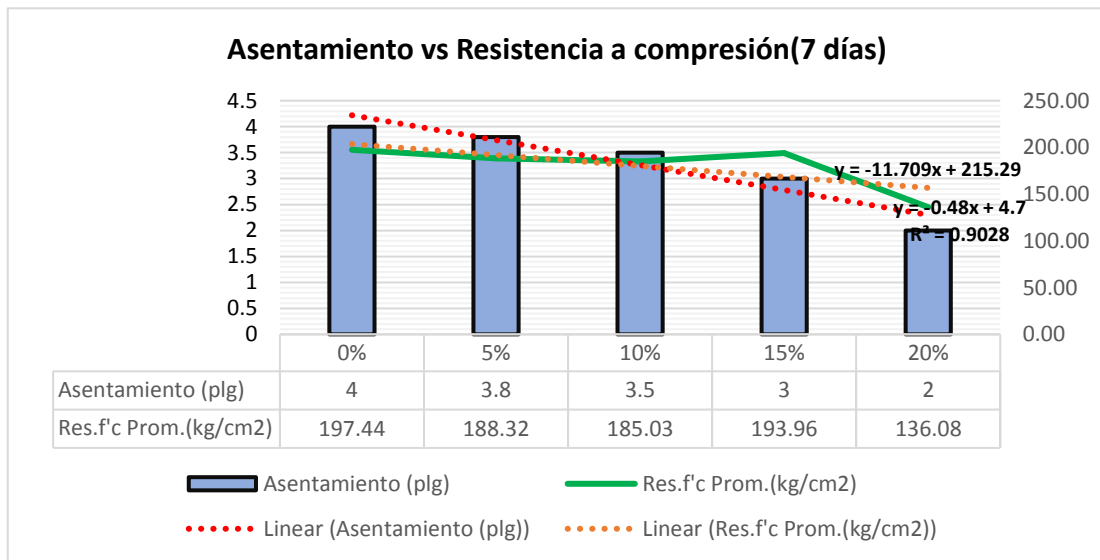
**Tabla 41**

*Asentamiento vs resistencia compresiva a 7 días de edad f'c 280 kg/cm2.*

Dosificación	Asentamiento (plg)	Res.f'c Prom.(kg/cm2)
0%	4	197.44
5%	3.8	188.32
10%	3.5	185.03
15%	3	193.96
20%	2	136.08

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 41 refleja la lectura del asentamiento y su influencia en la resistencia compresiva a los 7 días de curado en diseño de f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 5 Resistencia en función del asentamiento 7 días de edad f'c 280 kg /cm2.*

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 5 refleja la tendencia lineal decreciente del asentamiento y su efecto sobre la resistencia compresiva a los 7 días de curado para diseño f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>.

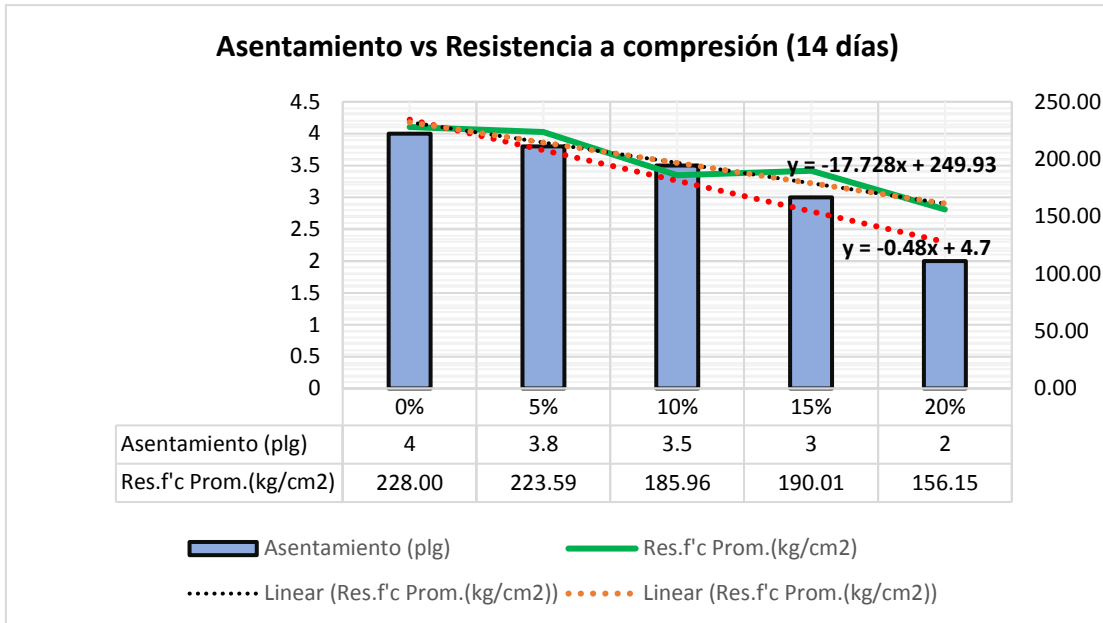
**Tabla 42**

*Asentamiento vs resistencia compresiva a 14 días de edad f'c 280 kg/cm2.*

Dosificación	Asentamiento (plg)	Res.f'c Prom.(kg/cm2)
0%	4	228.00
5%	3.8	223.59
10%	3.5	185.96
15%	3	190.01
20%	2	156.15

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 42 refleja la lectura del asentamiento y su influencia en la resistencia compresiva a los 14 días de curado en diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 6* Resistencia en función del asentamiento 14 días de edad  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 6 refleja la tendencia lineal decreciente del asentamiento y su efecto sobre la resistencia compresiva a los 14 días de curado para diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

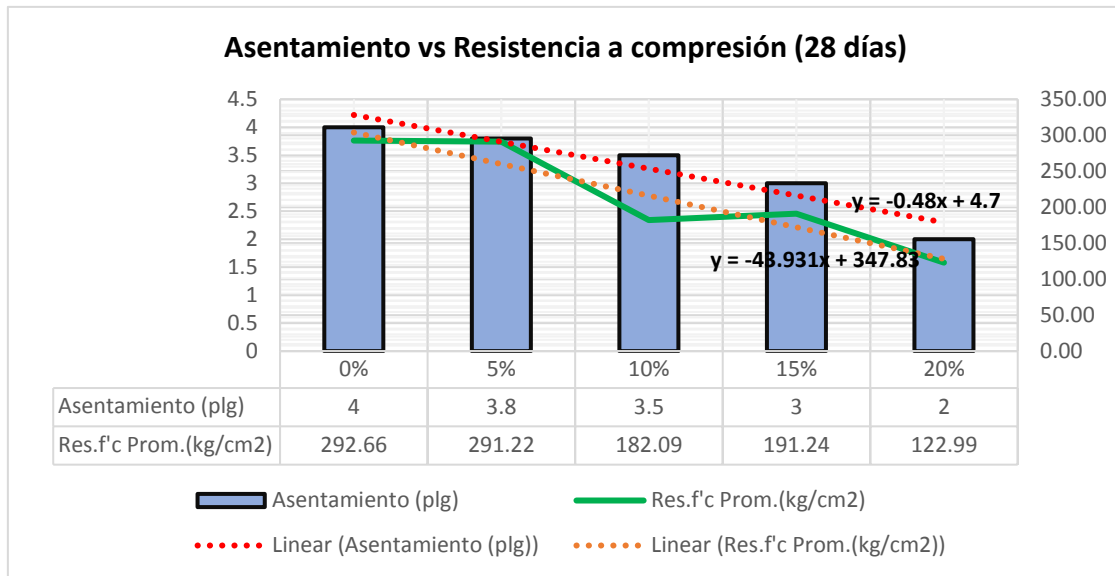
**Tabla 43**

*Asentamiento vs resistencia compresiva a 28 días de edad  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.*

Dosificación	Asentamiento (plg)	Res.f'c Prom.(kg/cm <sup>2</sup> )
0%	4	292.66
5%	3.8	291.22
10%	3.5	182.09
15%	3	191.24
20%	2	122.99

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 43 refleja la lectura del asentamiento y su influencia en la resistencia compresiva a los 28 días de curado en diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 7* Resistencia en función del asentamiento 28 días de edad f'c 280 kg /cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 7 refleja la tendencia lineal decreciente del asentamiento y su efecto sobre la resistencia compresiva a los 28 días de curado para diseño f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>.

B. Asentamiento para resistencia f'c 350 kg/cm<sup>2</sup> en muestras cilíndricas.

De igual manera se ha procedido a ser el análisis del asentamiento para un diseño de resistencia f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>, el cual se detalla a continuación:

**Tabla 44**

*Asentamiento en especímenes cilíndricos mezcla f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Dosificación	Asentamiento (plg)
0%	4
5%	4
10%	3.5
15%	2.6
20%	1.9

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 44 muestra la lectura del asentamiento medido en laboratorio para mezclas cilíndricas con distintas dosificaciones de fabricación en el diseño de f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.

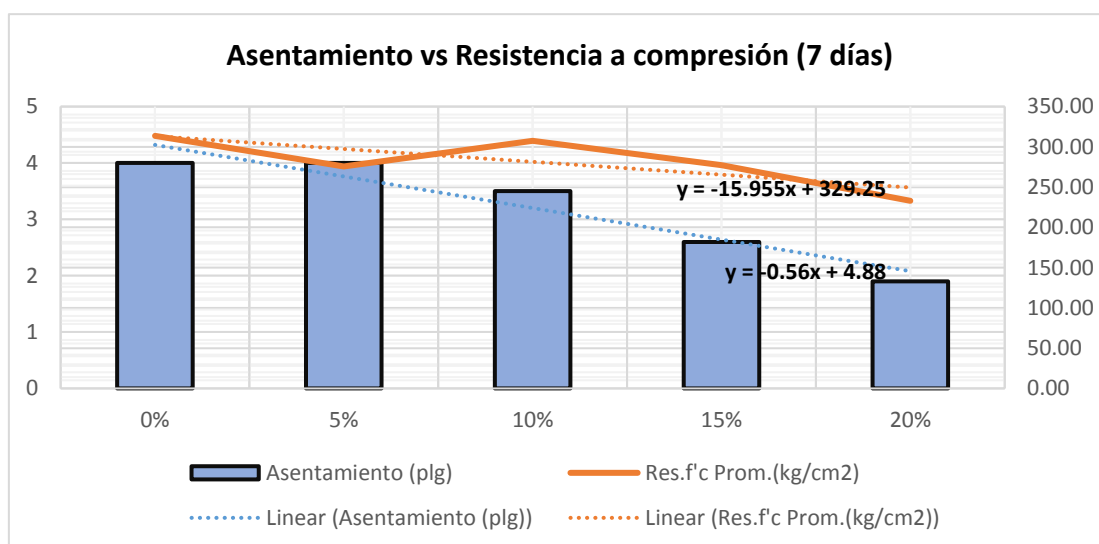
**Tabla 45**

*Asentamiento vs resistencia compresiva a 7 días de edad f'c 350 kg/cm2.*

Dosificación	Asentamiento (plg)	Res.f'c Prom.(kg/cm2)
0%	4	313.61
5%	4	275.61
10%	3.5	307.43
15%	2.6	277.31
20%	1.9	232.98

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 45 refleja la lectura del asentamiento y su influencia en la resistencia compresiva a los 7 días de curado en diseño de f'c 350 kg/cm2.



*Figura 8 Resistencia en función del asentamiento 28 días de edad f'c 350 kg /cm2.*

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 8 refleja la tendencia lineal decreciente del asentamiento y su efecto sobre la resistencia compresiva a los 7 días de curado para diseño f'c 350 kg/cm2.

**Tabla 46**

*Asentamiento vs resistencia compresiva a 14 días de edad f'c 350 kg/cm2.*

Dosificación	Asentamiento (plg)	Res.f'c Prom.(kg/cm2)
0%	4	366.34
5%	4	303.71
10%	3.5	323.29
15%	2.6	293.03
20%	1.9	186.07

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 46 refleja la lectura del asentamiento y su influencia en la resistencia compresiva a los 14 días de curado en diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

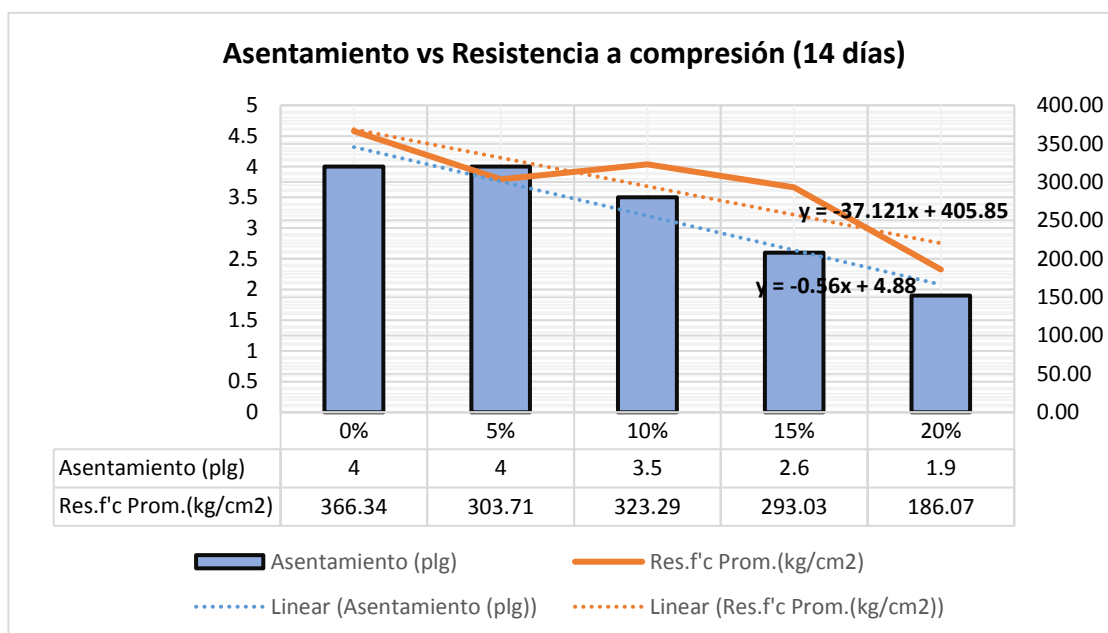


Figura 9 Resistencia en función del asentamiento 14 días de edad  $f'c$  350 kg /cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 9 refleja la tendencia lineal decreciente del asentamiento y su efecto sobre la resistencia compresiva a los 14 días de curado para diseño  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

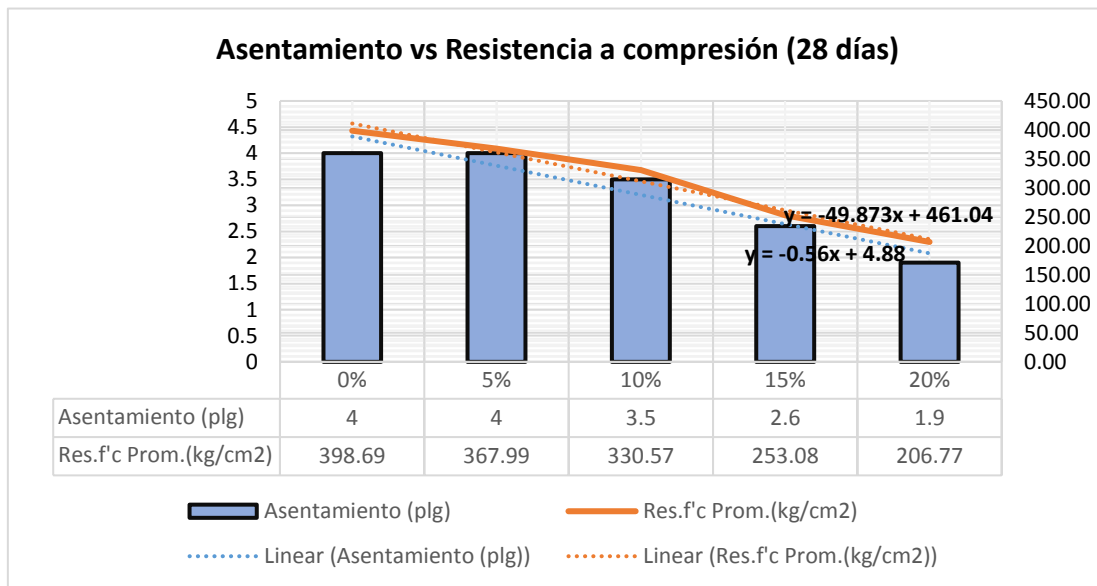
**Tabla 47**

*Asentamiento vs resistencia compresiva a 28 días de edad  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Dosificación	Asentamiento (plg)	Res.f'c Prom.(kg/cm <sup>2</sup> )
0%	4	398.69
5%	4	367.99
10%	3.5	330.57
15%	2.6	253.08
20%	1.9	206.77

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 47 refleja la lectura del asentamiento y su influencia en la resistencia compresiva a los 28 días de curado en diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 10* Resistencia en función del asentamiento 28 días de edad  $f'c$  350 kg /cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 10 refleja la tendencia lineal decreciente del asentamiento y su efecto sobre la resistencia compresiva a los 28 días de curado para diseño  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

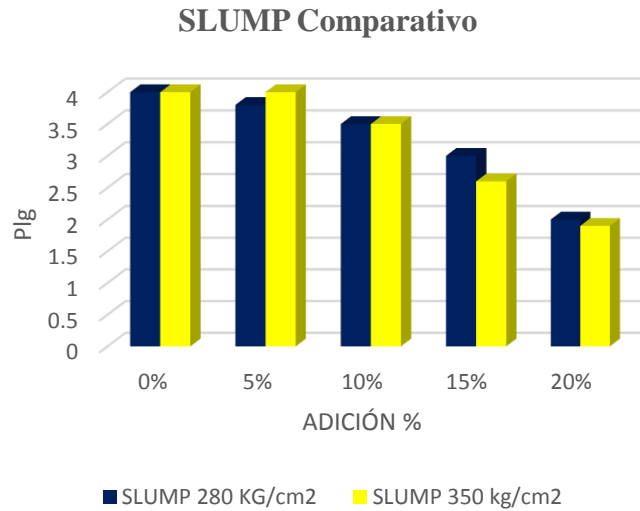
**Tabla 48**

*Asentamiento promedio muestras cilíndricas.*

Adición	slump (plg)	slump (plg)
	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	4	4
5%	3.8	4
10%	3.5	3.5
15%	3	2.6
20%	2	1.9

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 48 muestra los resultados de la lectura del asentamiento promedio medido a las mezclas en estado fresco para las diferentes dosificaciones de sustitución para dos diseños de resistencia.



*Figura 11* Comparativo de lecturas del asentamiento muestras cilíndricas

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 11 refleja el resultado del asentamiento para las distintas dosificaciones en muestras cilíndricas.

C. Asentamiento para resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> en muestras prismáticas.

**Tabla 49**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (0%) en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
4.2	7	6.025
4.2	28	6.614

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 49 podemos apreciar la lectura del asentamiento de la mezcla para especímenes prismáticos un diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y muestra el desempeño de las resistencia del hormigón con una sustitución del 0% en peso del cemento.

### Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 0% de sustitución

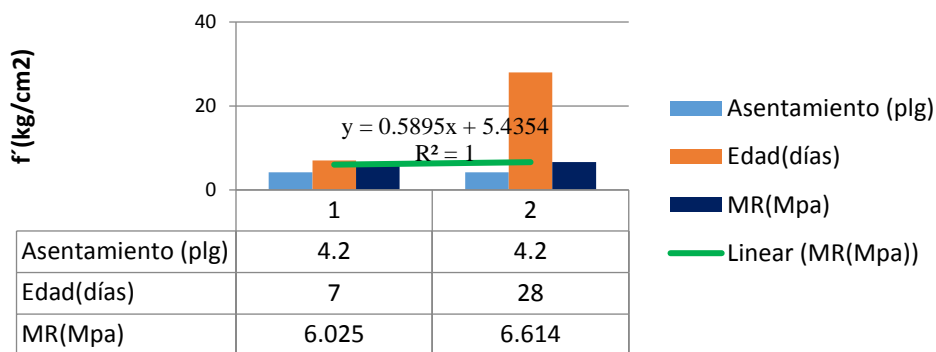


Figura 12 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 0%

Fuente: Elaboración Propia.

### Tabla 50

Asentamiento vs Módulo Rotura (5%) en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

Asentamiento (plg)	Edad (días)	MR (Mpa)
4	7	4.404
4	28	4.368

Fuente: Elaboración Propia.

### Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 5% de sustitución

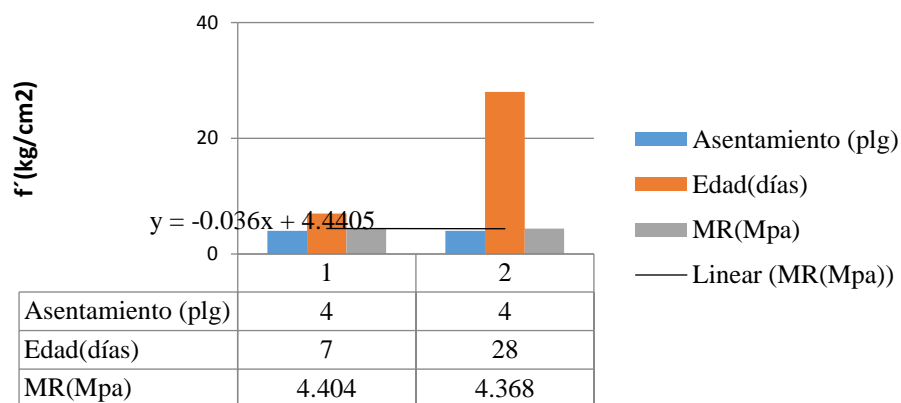


Figura 13 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 5%

Fuente: Elaboración Propia.



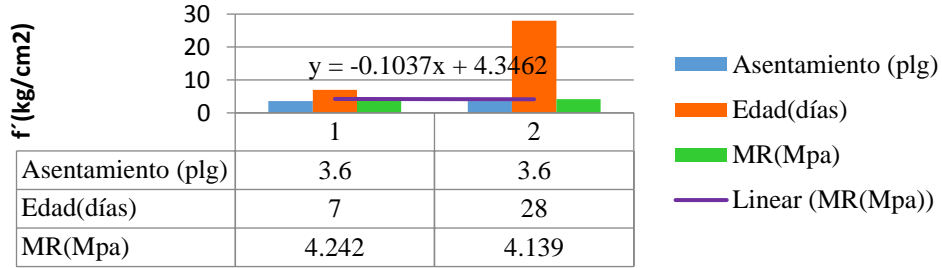
**Tabla 51**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (10%) en f'c 280 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
3.6	7	4.242
3.6	28	4.139

Fuente: Elaboración Propia.

**Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 10% de sustitución**



*Figura 14 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 10%*

Fuente: Elaboración Propia.

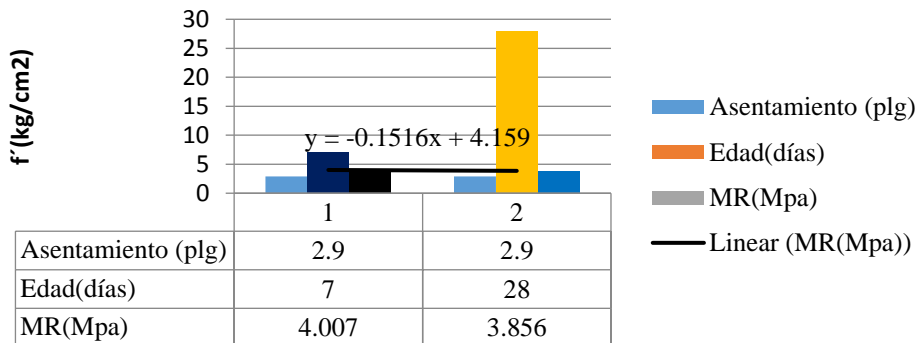
**Tabla 52**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (15%) en f'c 280 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
2.9	7	4.007
2.9	28	3.856

Fuente: Elaboración Propia.

**Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 15% de sustitución**



*Figura 15 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 15%*

Fuente: Elaboración Propia.

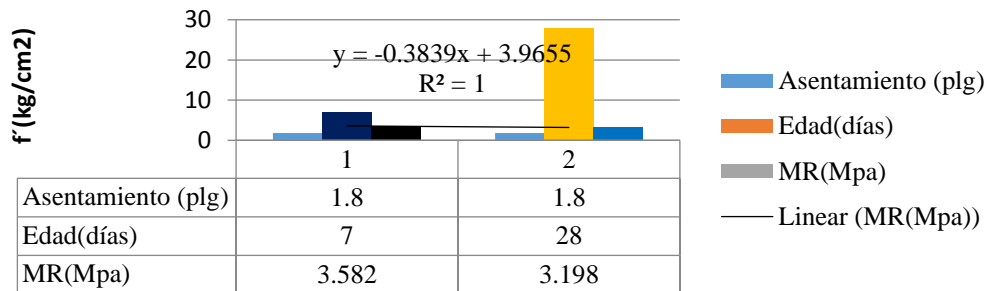
**Tabla 53**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (20%) en f'c 280 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
1.8	7	3.582
1.8	28	3.198

Fuente: Elaboración Propia.

**Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado  
20% de sustitución**



*Figura 16 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 20%*

Fuente: Elaboración Propia.

**D. Asentamiento para resistencia f'c 350 kg/cm2 en muestras prismáticas.**

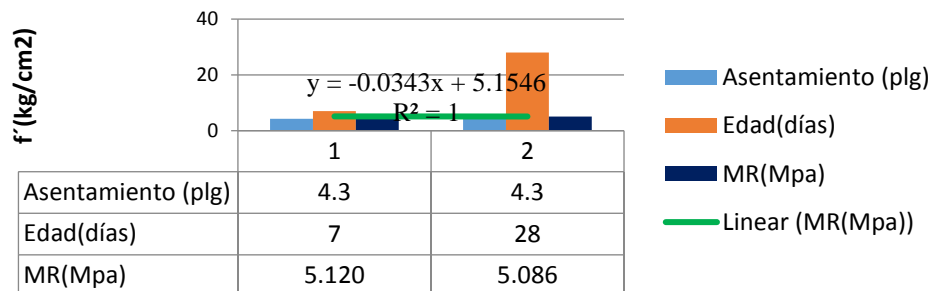
**Tabla 54**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (0%) en f'c 350 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
4.3	7	5.120
4.3	28	5.086

Fuente: Elaboración Propia.

**Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 0% de sustitución f'c 350 kg/cm2**



*Figura 17 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 0%*

Fuente: Elaboración Propia.

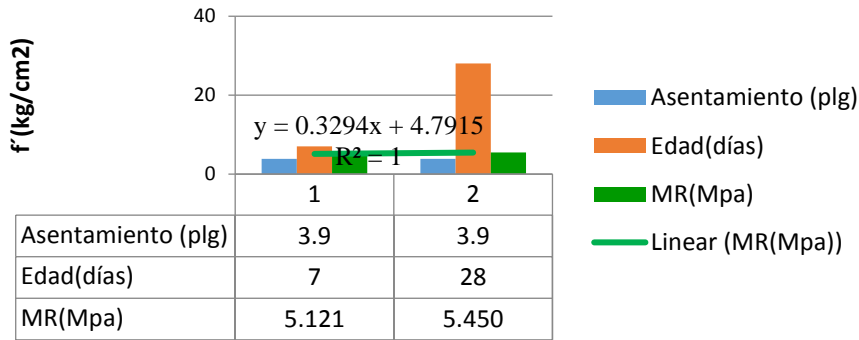
**Tabla 55**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (5%) en f'c 350 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
3.9	7	5.121
3.9	28	5.450

Fuente: Elaboración Propia.

**Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 5% de sustitución f'c 350 kg/cm2**



*Figura 18 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 5%*

Fuente: Elaboración Propia.

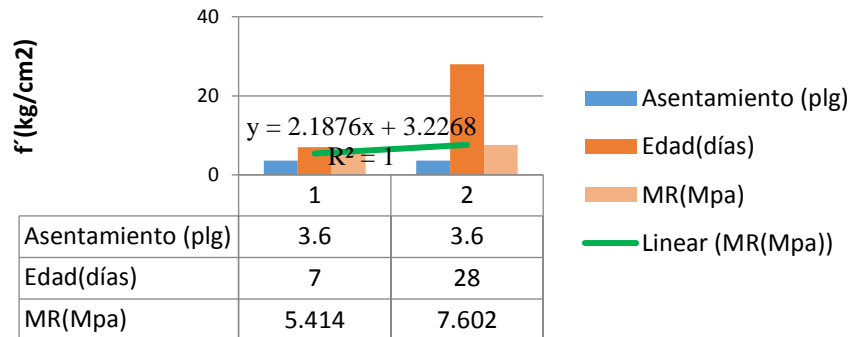
**Tabla 56**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (10%) en f'c 350 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
3.6	7	5.414
3.6	28	7.602

Fuente: Elaboración Propia.

**Asentamiento vs. Resistencia en función de días de curado 10% de sustitución f'c 350 kg/cm2**



*Figura 19 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 10%*

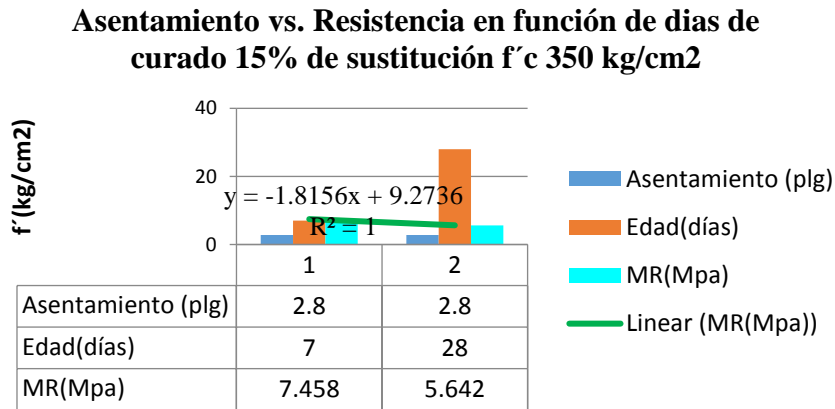
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 57**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (15%) en f'c 350 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
2.8	7	7.458
2.8	28	5.642

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 20 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 15%*

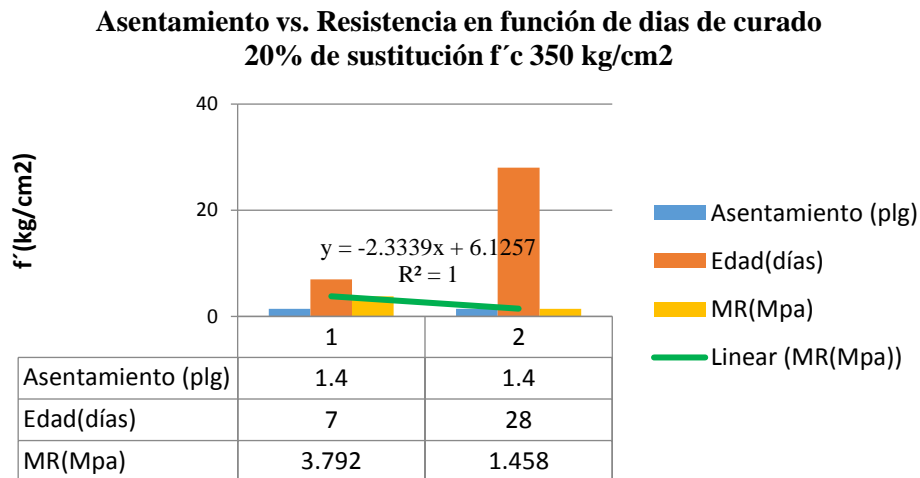
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 58**

*Asentamiento vs Módulo Rotura (20%) en f'c 350 kg/cm2.*

Asentamiento (plg)	Edad(días)	MR(Mpa)
1.4	7	3.792
1.4	28	1.458

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 21 Resistencia en función del Asentamiento sustitución 20%*

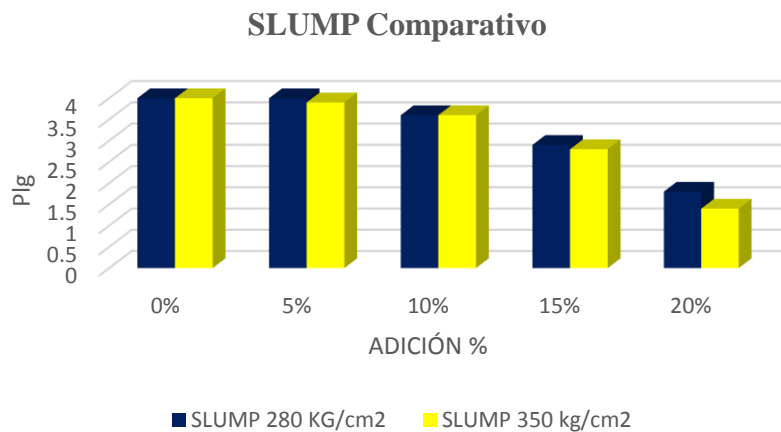
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 59**

*Asentamiento promedio muestras prismáticas.*

Adición	slump (plg)	slump (plg)
	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	4.2	4.3
5%	4	3.9
10%	3.6	3.6
15%	2.9	2.8
20%	1.8	1.4

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 22 Comparativo de lecturas del asentamiento muestras prismáticas*

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.7.2. Peso Unitario y Producción del hormigón

Los resultados para hallar la densidad de hormigón en estado fresco se establecieron a través de las fórmulas establecidas en la (N.T.P.339.046, 2008). El cual resulta en promedio 2.36 gr/cm<sup>3</sup> para f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y de 2.38 gr/cm<sup>3</sup> para f'c 350 kg/cm<sup>2</sup> en lo que respecta al rendimiento resulto 0.98 para ambos diseños.

**Tabla 60***Peso unitario concreto fresco para un  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición (%)	$f'c = 280 \text{kg/cm}^2$				
	P.Unit(gr)	vol.(cm <sup>3</sup> )	P.U.(gr/cm <sup>3</sup> )	P.U.Prom(gr/cm <sup>3</sup> )	
0%	12219	5301.438	2.30		
	12490	5301.438	2.36		
	12625	5266.154	2.40		
	12578	5292.602	2.38		
	12500	5301.438	2.36	2.36	
	12577	5319.109	2.36		
	12452	5301.438	2.35		
	12613	5301.438	2.38		
	12576	5372.359	2.34		
	12586	5283.766	2.38		
	12474	5301.438	2.35		
	12629	5301.438	2.38		
	12546	5301.438	2.37		
	12405	5301.438	2.34	2.36	
5%	12626	5283.707	2.39		
	12635	5319.109	2.38		
	12615	5443.752	2.32		
	12485	5372.359	2.32		
	12648	5372.359	2.35		
	12629	5372.359	2.35		
	12607	5319.109	2.37		
	12511	5372.359	2.33		
	12566	5301.438	2.37	2.35	
	12676	5301.438	2.39		
	12484	5301.438	2.35		
	12483	5443.752	2.29		
	12556	5301.438	2.37		
	12676	5287.31	2.40		
10%	12626	5301.438	2.38		
	12620	5301.438	2.38		
	12588	5301.438	2.37		
	12598	5292.602	2.38	2.36	
	12504	5292.602	2.36		
	12468	5319.109	2.34		
	12580	5443.752	2.31		
	12459	5372.359	2.32		
	12592	5301.438	2.38		
	12675	5301.438	2.39		
	12515	5301.438	2.36		
	12616	5301.438	2.38		
	15%	12574	5390.267	2.33	2.36
		12491	5372.359	2.33	
12500		5297.903	2.36		
12356		5301.438	2.33		
20%		12610	5230.987	2.41	

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 60 muestra los resultados calculados para obtener el peso unitario del Hormigón para sus distintas dosificaciones en un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 61**

*Rendimiento en función del peso por tanda para  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición (%)	P.U.Prom(gr/cm <sup>3</sup> )	Peso	
		Tanda(gr/cm <sup>3</sup> )	Rendimiento para 1m <sup>3</sup>
0	2.36	2.323	0.985
5	2.36	2.323	0.985
10	2.35	2.323	0.987
15	2.36	2.323	0.984
20	2.36	2.323	0.983

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 61 muestra el resultado del cálculo del rendimiento del hormigón para las distintas dosificaciones establecidas en un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 62**

*Peso unitario concreto fresco para un  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición (%)	$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$			
	P.Unit(gr)	vol.(cm <sup>3</sup> )	P.U.(gr/cm <sup>3</sup> )	P.U.Prom(gr/cm <sup>3</sup> )
0%	12929	5336.839	2.42	2.40
	12864	5443.752	2.36	
	12914	5372.359	2.40	
	12922	5408.175	2.39	
	12930	5301.438	2.44	
	12878	5372.359	2.40	
	12896	5443.752	2.37	
	12779	5372.359	2.38	
	12740	5319.109	2.40	
	12758	5443.752	2.34	
	12451	5301.438	2.35	
	12697	5319.109	2.39	
	12725	5389.795	2.36	
	12608	5222.269	2.41	
5%	12744	5213.08	2.44	2.39
	12720	5354.451	2.38	
	12718	5301.438	2.40	
	12780	5319.109	2.40	
	12611	5372.359	2.35	
	12898	5372.359	2.40	
	12716	5319.109	2.39	
	12895	5372.359	2.40	
	12809	5301.438	2.42	
	12880	5301.438	2.43	
10%	12716	5301.438	2.40	2.39
	12616	5443.752	2.32	

	12728	5301.438	2.40	
	12630	5301.438	2.38	
	12624	5336.543	2.37	
	12552	5301.438	2.37	
	12598	5336.781	2.36	
<b>15%</b>	12685	5301.438	2.39	2.38
	12878	5372.359	2.40	
	12610	5372.359	2.35	
	12630	5301.438	2.38	
	12776	5319.109	2.40	
	12210	5319.109	2.30	
	12327	5283.766	2.33	
	11874	5301.438	2.24	
	12779	5319.109	2.40	
<b>20%</b>	12825	5354.451	2.40	2.36
	12598	5372.359	2.34	
	12495	5301.438	2.36	
	12626	5301.438	2.38	
	12874	5230.987	2.46	

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 62 muestra los resultados calculados para obtener el peso unitario para sus distintas dosificaciones en un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 63

*Rendimiento en función del peso por tanda para  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición (%)	P.U.Prom(gr/cm <sup>3</sup> )	Peso	
		Tanda(gr/cm <sup>3</sup> )	Rendimiento para 1m <sup>3</sup>
0	2.40	2.323	0.970
5	2.39	2.323	0.973
10	2.39	2.323	0.972
15	2.38	2.323	0.977
20	2.36	2.323	0.986

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 63 muestra los resultados calculados para obtener el peso unitario para sus distintas dosificaciones en un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.1.7.3. Temperatura.

Para determinar los resultados obtenidos a partir de la lectura de la temperatura sobre el hormigón en estado fresco recién mezclado se tuvo como referencia la norma (ASTM C-1064, 2012).

#### A. Lecturas de Temperatura para especímenes cilíndricos



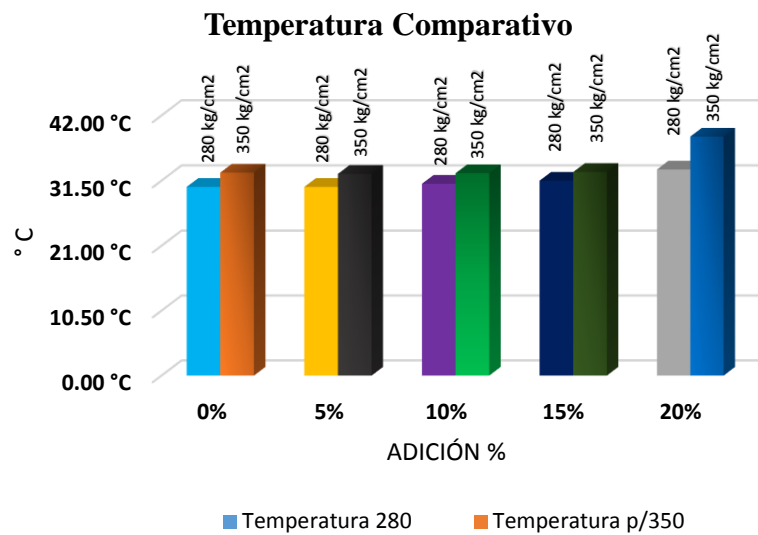
**Tabla 64**

*Temperatura promedio según dosificación en f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición	Temp(°C)	Temp(°C)
	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	30.5	32.8
5%	30.5	32.6
10%	31	32.7
15%	31.5	32.9
20%	33.3	38.6

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 64 muestra los resultados de la lectura de la Temperatura promedio del concreto fresco para las diferentes dosificaciones de sustitución para dos diseños de resistencia en muestras cilíndricas.



*Figura 23 Comparativo de la lectura de la Temperatura según dosificaciones*

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 23 muestra el resultado de la temperatura para las distintas dosificaciones en las resistencias de diseño.

**B. Lecturas de Temperatura para especímenes Prismáticos**

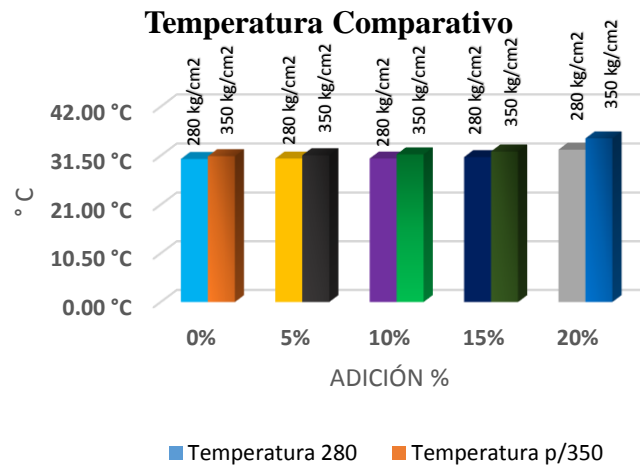
**Tabla 65**

*Lectura de la Temperatura en f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>*

Adición	Temp(°C)	Temp(°C)
	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>
0%	30.8	31.4
5%	30.9	31.6
10%	30.9	31.8
15%	31.2	32.4
20%	32.8	35.2

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 65 muestra los resultados de la lectura de la Temperatura promedio medido al concreto fresco para las diferentes dosificaciones de sustitución para dos diseños de resistencia en muestras prismáticas.



*Figura 24* Comparativo de la lectura de la Temperatura según dosificaciones

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.8. Propiedades en estado Endurecido

Se evaluaron a partir de ensayos a la mezcla en estado endurecido, los cuales mostraron las resistencias a la flexión, compresión de las muestras con y sin sustitución sobre el peso del cemento, además el módulo de elasticidad para dos tipos de diseño f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 350kg/cm<sup>2</sup> a 3 edades distintas de curado (7, 14 y 28 días).

#### 3.1.8.1. Ensayo a la Compresión para f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>

Los resultados obtenidos fueron analizados según lo estipula la (N.T.P.339.034, 2008), referente a la resistencia a compresión en muestras de forma cilíndrica.

**Tabla 66**

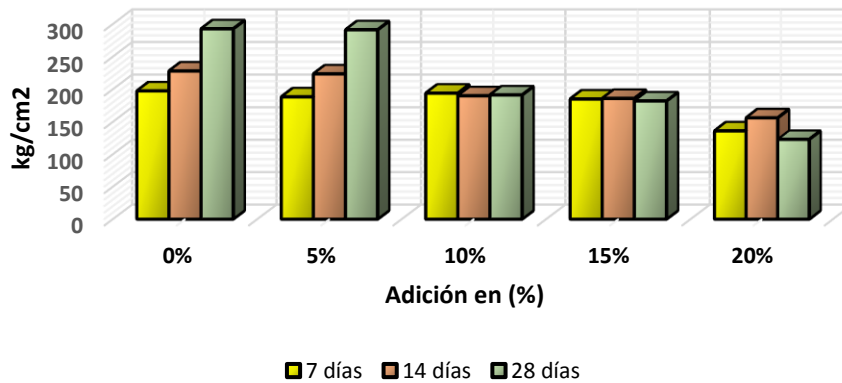
*Resultados del Ensayo compresivo para diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>*

DIAS	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) según adición (%)				
	0%	5%	10%	15%	20%
7	197.4388	188.3221	193.9633	185.0322	136.0757
14	228.0027	223.5853	190.0128	185.9641	156.1512
28	292.66	291.2152	191.2445	182.0863	122.9909

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 66 muestra los resultados obtenidos en el ensayo compresivo para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> para las distintas dosificaciones según tiempo de curado.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO  
(kg/cm<sup>2</sup>)**

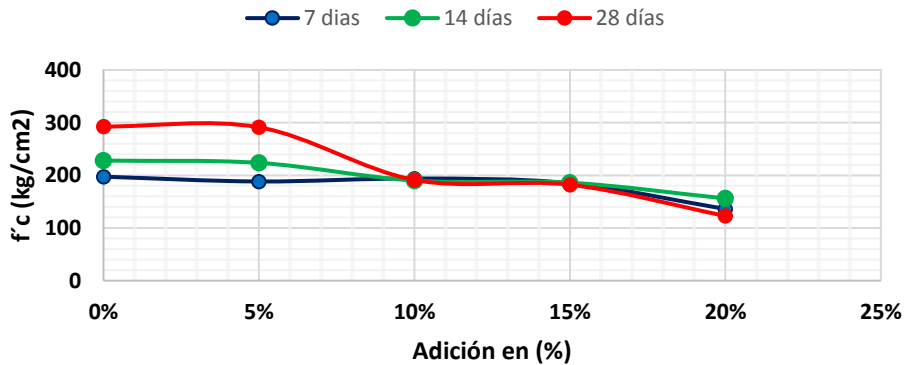


*Figura 25 Comparativo resistencia compresiva en un diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>*

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 25 refleja el desarrollo de la resistencia según el tiempo de curado según dosificaciones de sustitución de CBCA en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

**CURVAS DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA  
PROMEDIO (280 kg/cm<sup>2</sup>)**



*Figura 26 Curvas de variación de la resistencia según dosificación  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>*

Fuente: Elaboración Propia.

La figura refleja el desarrollo de la resistencia compresiva según dosificaciones en función del tiempo para  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 67**

*Porcentaje alcanzado en función del diseño inicial  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>*

Sustitución	Edad de ensayo (días)	Resistencia		Prom	
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)		
0%	7	205.22	73.29%	70.51%	
	7	187.88	67.10%		
	7	199.22	71.15%		
	14	236.65	84.52%	81.43%	
	14	222.30	79.39%		
	14	225.05	80.38%		
	28	295.72	105.61%	104.52%	
	28	294.32	105.11%		
	28	287.94	102.84%		
	10%	7	191.64	68.44%	79.85%
		7	184.05	65.73%	
		7	189.27	67.60%	
		14	231.52	82.68%	104.01%
		14	223.05	79.66%	
14		216.19	77.21%		
28		276.25	104.96%	104.01%	
28		280.45	102.33%		
28		291.13	104.73%		
15%		7	194.53	69.47%	69.27%
		7	189.93	67.83%	
		7	197.43	70.51%	
		14	197.45	70.52%	67.86%
		14	191.10	68.25%	
	14	181.49	64.82%		
	28	183.87	65.67%	68.30%	
	28	197.87	70.67%		
	28	191.99	68.57%		
	20%	7	179.98	64.28%	66.08%
		7	185.13	66.12%	
		7	189.99	67.85%	
		14	181.57	64.85%	66.42%
		14	188.64	67.37%	
14		187.68	67.03%		
28		180.36	64.41%	65.03%	
28		178.20	63.64%		
28		187.70	67.03%		
20%		7	137.71	49.18%	48.60%
		7	140.17	50.06%	
		7	130.35	46.55%	
		14	157.15	56.13%	55.77%
		14	151.27	54.02%	
	14	160.03	57.15%		
	28	123.67	44.17%	43.93%	

28	127.11	45.40%
28	118.19	42.21%

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 67 refleja el porcentaje obtenido del ensayo compresivo según el tiempo de curado.

### 3.1.8.2. Ensayo a la Compresión para $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 68**

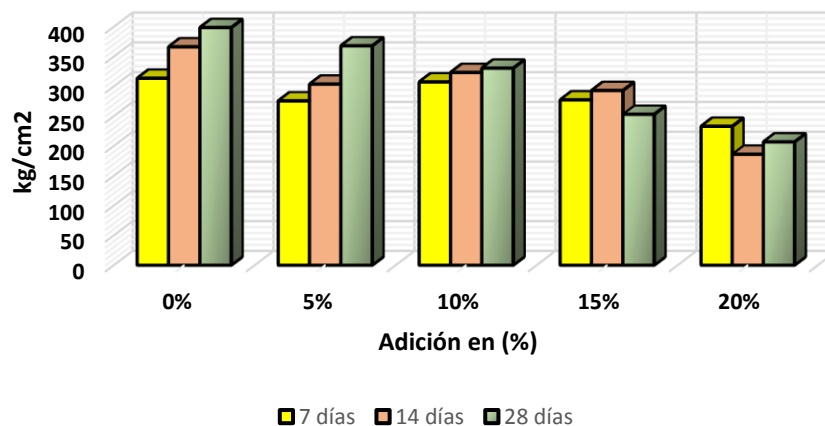
*Resultados del Ensayo de compresión para un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>*

DIAS	$f'c$ (350 Kg/cm <sup>2</sup> ) según adición (%)				
	0%	5%	10%	15%	20%
7	313.6076	275.6081	307.428	277.3098	232.9806
14	366.3396	303.7055	323.2864	293.0308	186.0724
28	398.6858	367.9926	330.5748	253.083	206.7739

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 68 muestra los resultados obtenidos en el ensayo compresivo para un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> para las distintas dosificaciones según tiempo de curado.

**Resistencia a la Compresión promedio (350 kg/cm<sup>2</sup>) en función del % de sustitución**



*Figura 27* Resultado compresivo según dosificaciones en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 27 muestra el desarrollo de la resistencia según el tiempo de curado para las distintas dosificaciones de sustitución de CBCA en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

**CURVA DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA  
PROMEDIO (350 kg/cm<sup>2</sup>) EN FUNCIÓN DEL  
TIEMPO**

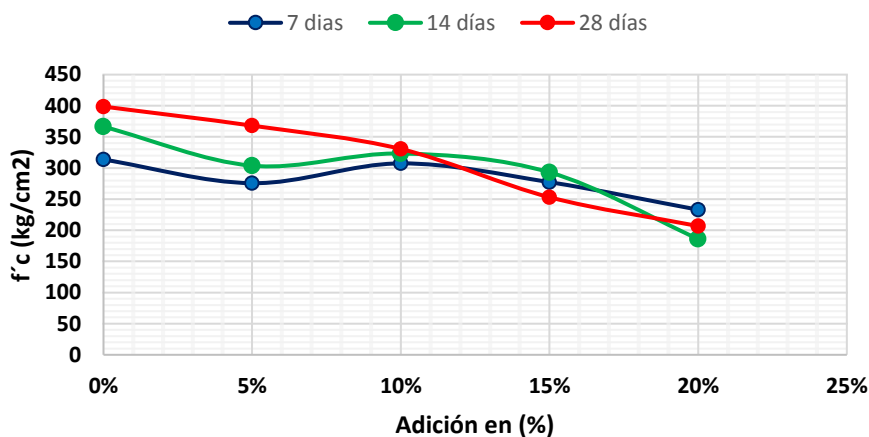


Figura 28 Curvas de variación de la resistencia según dosificación f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 28 refleja los resultados del desarrollo del ensayo compresivo según dosificaciones establecidas en función del tiempo para f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 69**

*Porcentaje alcanzado en función del diseño inicial f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Sustitución	Edad de ensayo (días)	Resistencia		
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	(%)Prom
0%	7	327.38	93.54%	
	7	302.44	86.41%	89.60%
	7	311.00	88.86%	
	14	378.25	108.07%	
	14	359.10	102.60%	104.67%
	14	361.67	103.33%	
	28	410.35	117.24%	
	28	386.30	110.37%	113.91%
5%	7	278.56	79.59%	
	7	261.41	74.69%	78.75%
	7	286.85	81.96%	
	14	306.12	87.46%	
	14	316.98	90.56%	86.77%
	14	288.03	82.29%	
10%	28	378.72	108.21%	
	28	365.97	104.56%	105.14%
	28	359.28	102.65%	
	7	320.92	91.69%	87.84%

	7	303.52	86.72%	
	7	297.85	85.10%	
	14	332.50	95.00%	
	14	330.27	94.36%	92.37%
	14	307.08	87.74%	
	28	334.81	95.66%	
	28	329.44	94.12%	94.45%
	28	327.48	93.56%	
	7	291.56	83.30%	
	7	264.92	75.69%	79.23%
	7	275.45	78.70%	
	14	307.07	87.74%	
<b>15%</b>	14	281.82	80.52%	83.72%
	14	290.20	82.91%	
	28	246.61	70.46%	
	28	266.79	76.23%	72.31%
	28	245.84	70.24%	
	7	235.97	67.42%	
	7	238.13	68.04%	66.57%
	7	224.84	64.24%	
	14	196.49	56.14%	
<b>20%</b>	14	187.90	53.68%	53.16%
	14	173.83	49.67%	
	28	214.42	61.26%	
	28	196.13	56.04%	59.08%
	28	209.77	59.94%	

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 69 refleja los resultados obtenidos del ensayo compresivo donde se detalla el porcentaje alcanzado por la resistencia según el tiempo de curado.

### 3.1.8.3. Ensayo a Flexión.

Para la realización de este ensayo se tomó como referencia la (N.T.P. 339.078, 2012), en vigas simplemente apoyadas a los tercios del tramo, para diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> en edades de 7 y 28 días de curado.

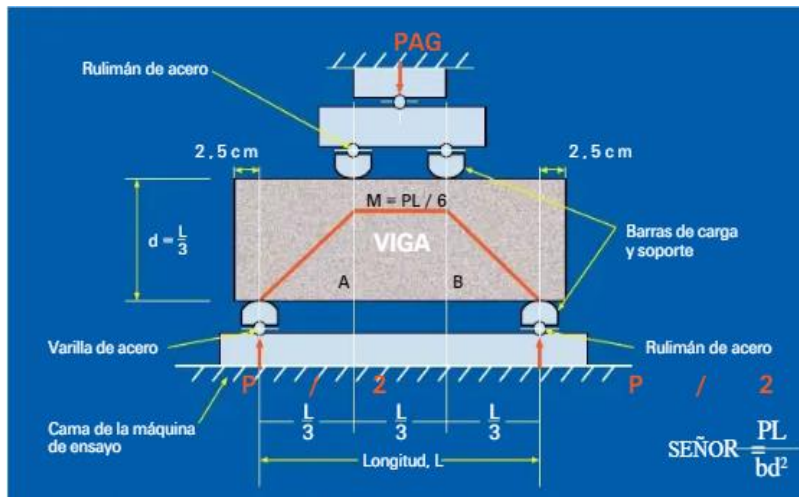


Figura 29 Diagrama de cargas y distancias sobre el ensayo a flexión.

Fuente: (INECYC, 2009)

A. Ensayos en especímenes de resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 70**

Módulo de rotura según dosificación en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Adición (%)	Edad(días)	P(N)	Mr(Mpa)	Mr. Prom(Mpa)
0	7	40123	5.94	6.02
		41360	6.13	
		40520	6.00	
	28	43780	6.49	6.61
		45180	6.69	
		44980	6.66	
5	7	29820	4.42	4.40
		30010	4.45	
		29360	4.35	
	28	29250	4.33	4.37
		30060	4.45	
		29150	4.32	
10	7	28670	4.25	4.24
		28230	4.18	
		29010	4.30	
	28	28010	4.15	4.14
		27940	4.14	
		27860	4.13	
15	7	27020	4.00	4.01
		27210	4.03	



		26920	3.99	
		26050	3.86	
	28	26110	3.87	3.86
		25920	3.84	
		24320	3.60	
	7	24250	3.59	3.58
		23958	3.55	
20		21080	3.12	
	28	21670	3.21	3.20
		22005	3.26	

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 70 se aprecia el resultado del ensayo a flexión para las distintas vigas prismáticas según dosificación para 7 y 28 días de curado para una resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

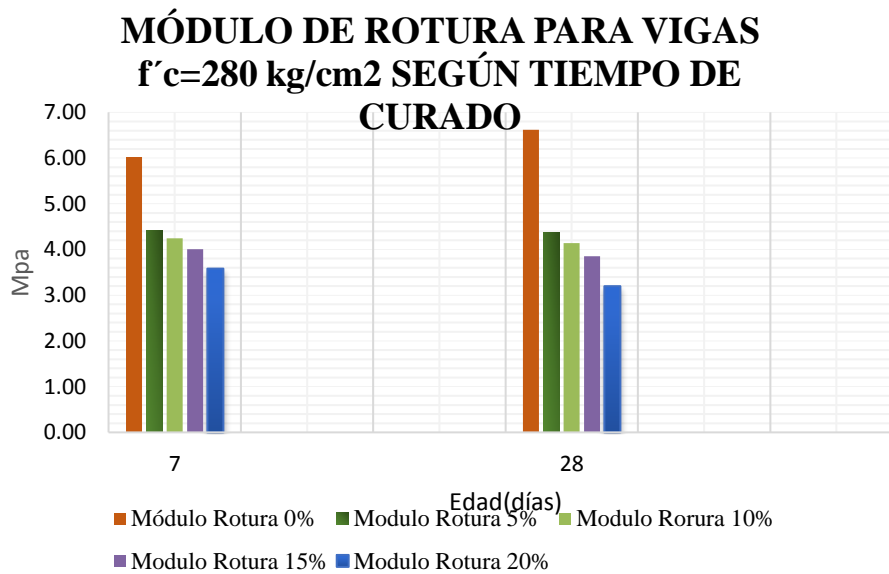


Figura 30 Módulo de rotura comparativo entre las edades de ensayo

Fuente: Elaboración Propia.

### B. Ensayos en especímenes de resistencia $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup>

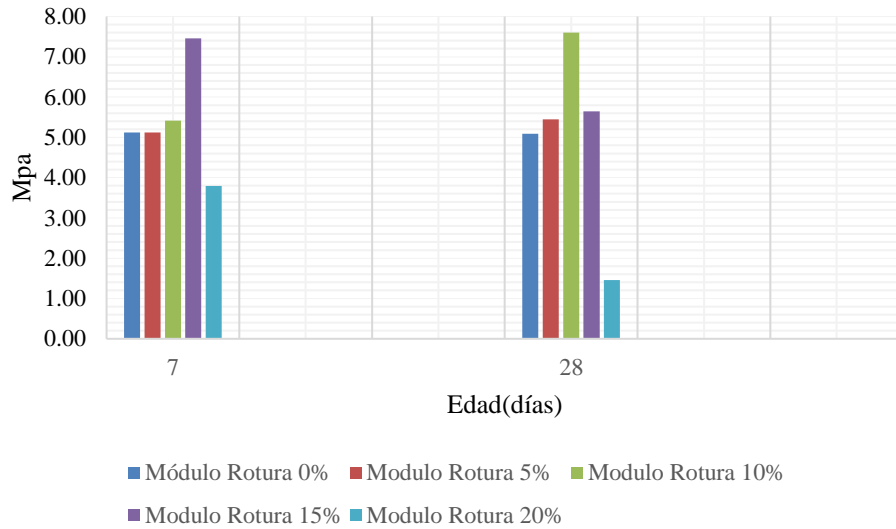
**Tabla 71***Módulo de rotura según dosificación en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>*

<b>Adición (%)</b>	<b>Edad(días)</b>	<b>P(N)</b>	<b>Mr(Mpa)</b>	<b>Mr. Prom(Mpa)</b>
0	7	35126	5.08	5.12
		36490	5.20	
		35689	5.08	
	28	34940	4.97	5.09
		35860	5.14	
		36130	5.14	
5	7	35580	5.07	5.12
		36150	5.06	
		35680	5.23	
	28	39750	5.89	5.45
		36580	5.38	
		34280	5.08	
10	7	36500	5.21	5.41
		37520	5.56	
		37050	5.47	
	28	51470	7.63	7.60
		50320	7.45	
		52150	7.73	
15	7	50060	7.42	7.46
		51360	7.61	
		49605	7.35	
	28	39100	5.64	5.64
		37586	5.57	
		38596	5.72	
20	7	25390	3.71	3.79
		26370	3.91	
		25360	3.76	
	28	9850	1.40	1.46
		10251	1.47	
		10569	1.50	

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 71 se aprecia el resultado del ensayo a flexión para las distintas vigas prismáticas según dosificaciones para 7 y 28 días de curado para una resistencia  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

**MÓDULO DE ROTURA PARA VIGAS  $f'c=350$   
kg/cm<sup>2</sup> SEGÚN TIEMPO DE CURADO**



*Figura 31* Módulo de rotura comparativo entre las edades de ensayo

Fuente: Elaboración Propia.

**3.1.8.4. Módulo de Elasticidad**

Las tablas y gráficas que se exhiben a continuación, reflejan los resultados medidos de la resistencia a compresión del concreto acorde a lo establecido en la norma Internacional (ASTM C-469, 2002).

**A. Módulo de Elasticidad para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>**

A continuación se muestran los resultados de los ensayos para el cálculo del Módulo de Elasticidad para una resistencia de diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 72**

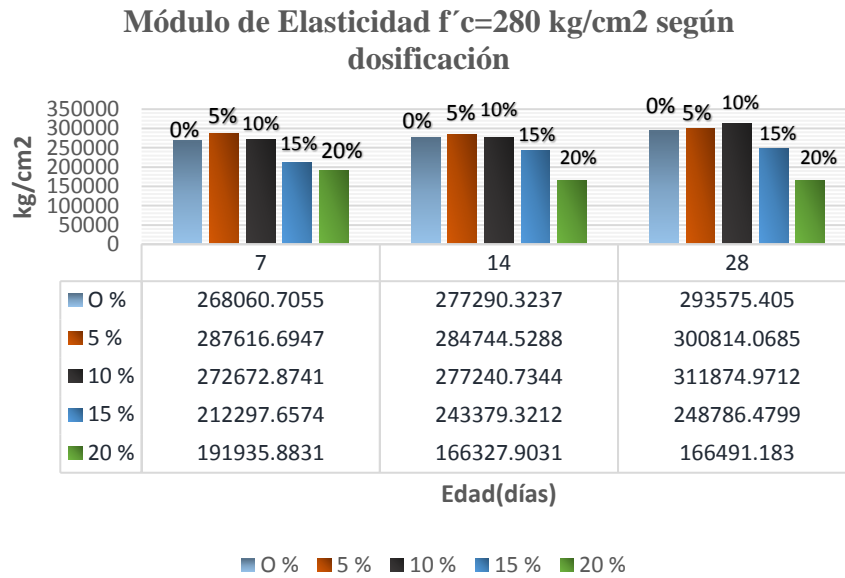
*Módulo Elástico según edades de curado en diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición %	Edad(días)	Ec Prom
		Kg/cm <sup>2</sup>
0	7	268060.71
	14	277290.32
	28	293575.41
	7	287616.70
5	14	284744.53
	28	300814.07
	7	272672.87
	10	277240.73
10	28	311874.97
	7	212297.66
	15	243379.32
	28	248786.48
20	7	191935.88

14	166327.90
28	166491.18

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica N° 1



*Figura 32* Módulo Elástico según dosificación y tiempo de curado  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 72 muestran los resultados obtenidos del cálculo del módulo de Elasticidad para una resistencia de diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> según el tiempo de curado y según dosificación.

**Tabla 73**

Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 0% de sustitución del cemento según tiempo de curado  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta	$\phi$ (cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Área cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_c$ Prom Kg/cm <sup>3</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	0	7	M-1	15	205.08	82.03	13.96	0.00050715	176.71	148915.06	
26/02/2021	05/03/2021	280	0	7	M-2	15	187.75	75.10	12.78	0.00022137	176.71	363676.93	268060.71
26/02/2021	05/03/2021	280	0	7	M-3	14.95	197.76	79.10	13.55	0.00027482	175.54	291590.13	
27/02/2021	13/03/2021	280	0	14	M-16	15	236.49	94.60	16.09	0.00037147	176.71	244198.45	
27/02/2021	13/03/2021	280	0	14	M-17	15	222.15	88.86	15.12	0.00027708	176.71	324746.52	277290.32
27/02/2021	13/03/2021	280	0	14	M-18	15	224.90	89.96	15.30	0.00033394	176.71	262926.00	
01/03/2021	29/03/2021	280	0	28	M-31	15	295.51	118.21	20.11	0.00041376	176.71	269677.37	
01/03/2021	29/03/2021	280	0	28	M-32	15	294.12	117.65	20.01	0.00035460	176.71	320530.85	293575.41
01/03/2021	29/03/2021	280	0	28	M-33	15.1	287.74	115.10	19.58	0.00037878	179.08	290517.99	

Fuente: Elaboración Propia.

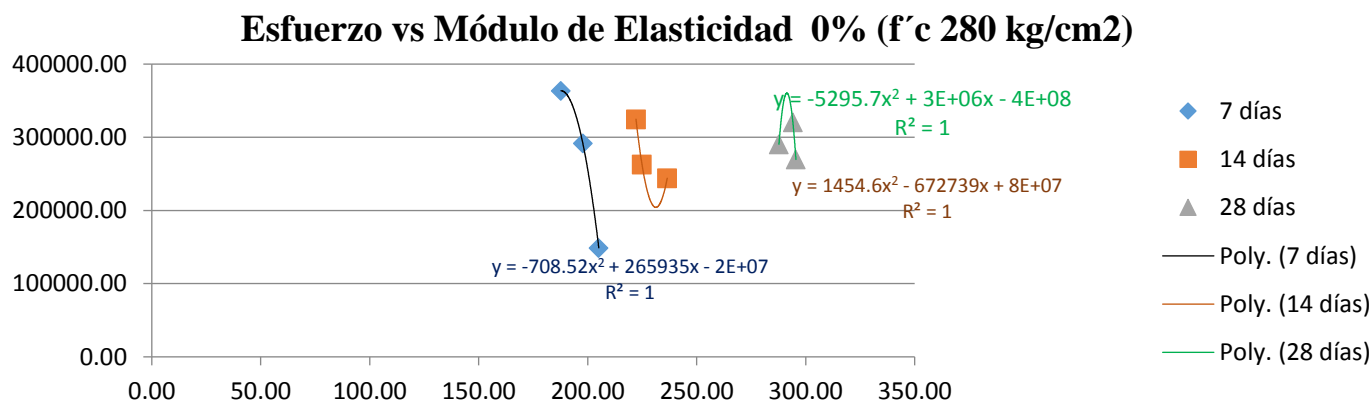


Figura 33 Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado.

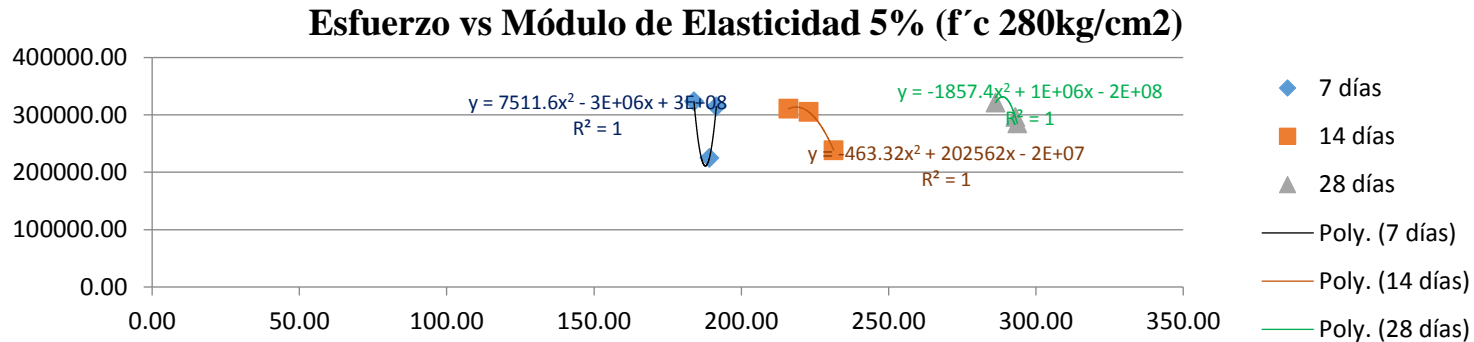
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 74**

*Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 5% de sustitución del cemento según tiempo de curado f'c 280 kg/cm2.*

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad	Probeta	φ (cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c Prom</sub> Kg/cm <sup>3</sup>
				días									
26/02/2021	05/03/2021	280	5	7	M-4	15	191.51	76.60	13.03	0.00025196	176.71	314780.15	
26/02/2021	05/03/2021	280	5	7	M-5	15	183.92	73.57	12.52	0.00023874	176.71	323476.05	287616.69
26/02/2021	05/03/2021	280	5	7	M-6	15	189.14	75.66	12.87	0.00032956	176.71	224593.89	
27/02/2021	13/03/2021	280	5	14	M-19	15	231.36	92.54	15.74	0.00037226	176.71	238317.81	
27/02/2021	13/03/2021	280	5	14	M-20	15	222.90	89.16	15.17	0.00029245	176.71	305188.69	284744.53
27/02/2021	13/03/2021	280	5	14	M-21	14.95	216.04	86.42	14.70	0.00028080	175.54	310727.09	
01/03/2021	29/03/2021	280	5	28	M-34	15	293.69	117.48	18.79	0.00039645	176.71	284864.30	
01/03/2021	29/03/2021	280	5	28	M-35	15.2	286.32	114.53	19.07	0.00034711	181.46	321281.24	300814.07
01/03/2021	29/03/2021	280	5	28	M-36	15.1	293.04	117.21	19.80	0.00037878	179.08	296296.67	

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 34* Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado (5%).

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 75**

Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 10% de sustitución del cemento según tiempo de curado f'c 280 kg/cm2.

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta	φ (cm)	L(cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Prom Kg/cm <sup>3</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	10	7	M-8	15.1	30	189.80	75.92	13.09	0.00029092	179.08	260797.36	272672.87
26/02/2021	05/03/2021	280	10	7	M-9	15	30.1	197.30	78.92	13.60	0.00029798	176.71	263380.61	
27/02/2021	13/03/2021	280	10	14	M-22	15.1	30	197.31	78.93	13.61	0.00031951	179.08	242362.12	
27/02/2021	13/03/2021	280	10	14	M-23	15	30	190.97	76.39	12.97	0.00024720	176.71	321595.51	277240.73
27/02/2021	13/03/2021	280	10	14	M-24	15	30	181.36	72.55	12.31	0.00027495	176.71	267764.57	
01/03/2021	29/03/2021	280	10	28	M-37	15	30	183.75	73.50	12.56	0.00025519	176.71	296991.30	
01/03/2021	29/03/2021	280	10	28	M-38	15.2	30	197.74	79.09	13.46	0.00025441	181.46	321121.34	311874.97
01/03/2021	29/03/2021	280	10	28	M-39	15	30	194.42	77.77	13.06	0.00025382	176.71	317512.27	

Fuente: Elaboración Propia

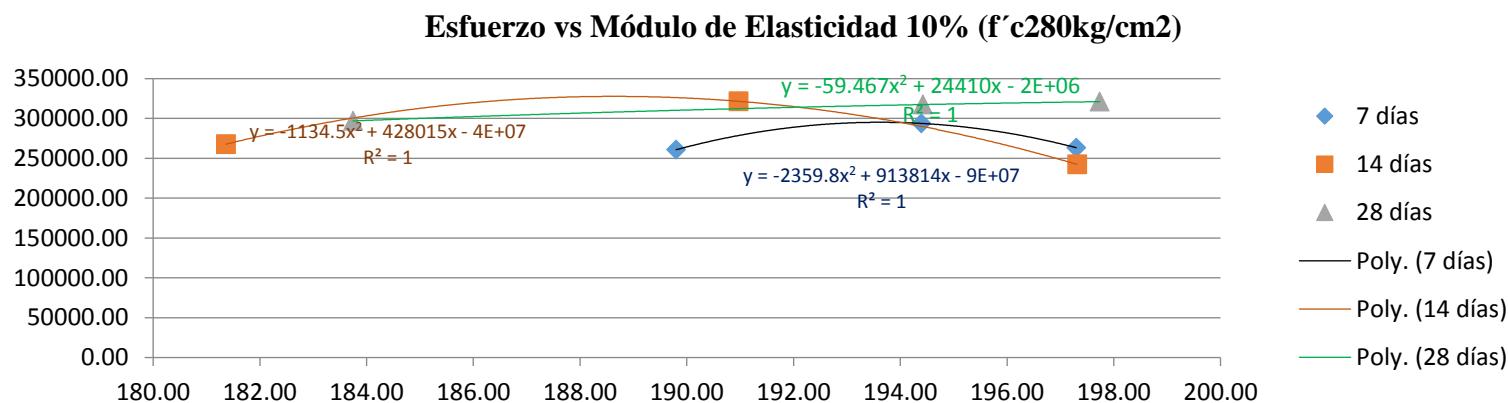


Figura 35 Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado (10%).

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 76**

Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 15% de sustitución del cemento según tiempo de curado  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta	$\phi$ (cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Prom Kg/cm <sup>3</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	15	7	M-10	14.98	179.86	71.94	12.08	0.00035872	176.24	193915.75	
26/02/2021	05/03/2021	280	15	7	M-11	15	185.00	74.00	12.59	0.00038655	176.71	182471.84	212297.66
26/02/2021	05/03/2021	280	15	7	M-12	15	189.86	75.94	12.92	0.00029193	176.71	260505.39	
27/02/2021	13/03/2021	280	15	14	M-25	15	181.45	72.58	12.35	0.00029449	176.71	246365.95	
27/02/2021	13/03/2021	280	15	14	M-26	15	188.51	75.40	12.83	0.00035421	176.71	205702.55	243379.32
27/02/2021	13/03/2021	280	15	14	M-27	15	187.55	75.02	12.76	0.00027389	176.71	278069.47	
01/03/2021	29/03/2021	280	15	28	M-40	15	180.23	72.09	12.26	0.00027901	176.71	261253.02	
01/03/2021	29/03/2021	280	15	28	M-41	15.2	178.08	71.23	12.12	0.00031791	181.46	220654.74	248786.48
01/03/2021	29/03/2021	280	15	28	M-42	15.1	187.57	75.03	12.76	0.00028545	179.08	264451.68	

Fuente: Elaboración Propia

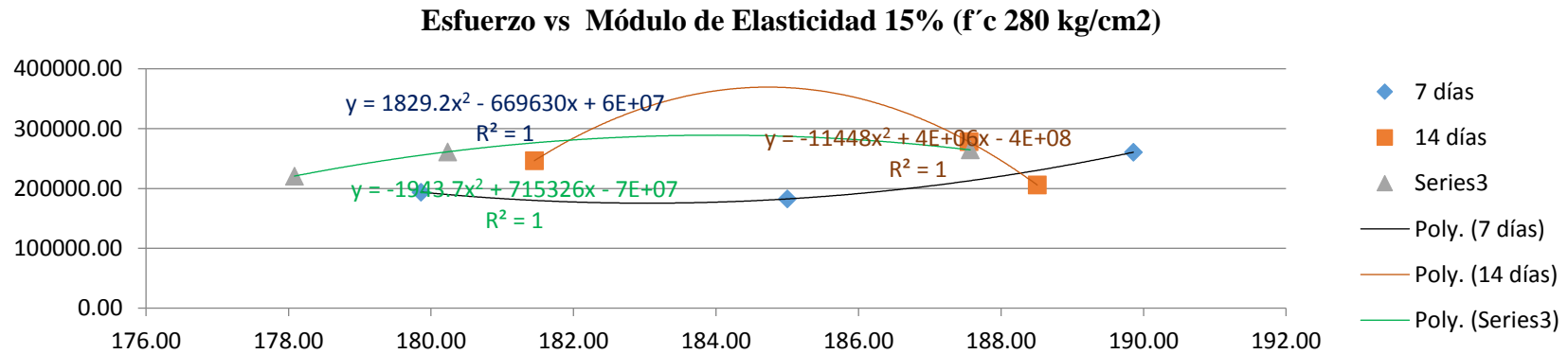


Figura 36 Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado (15%).

Fuente: Elaboración Propia

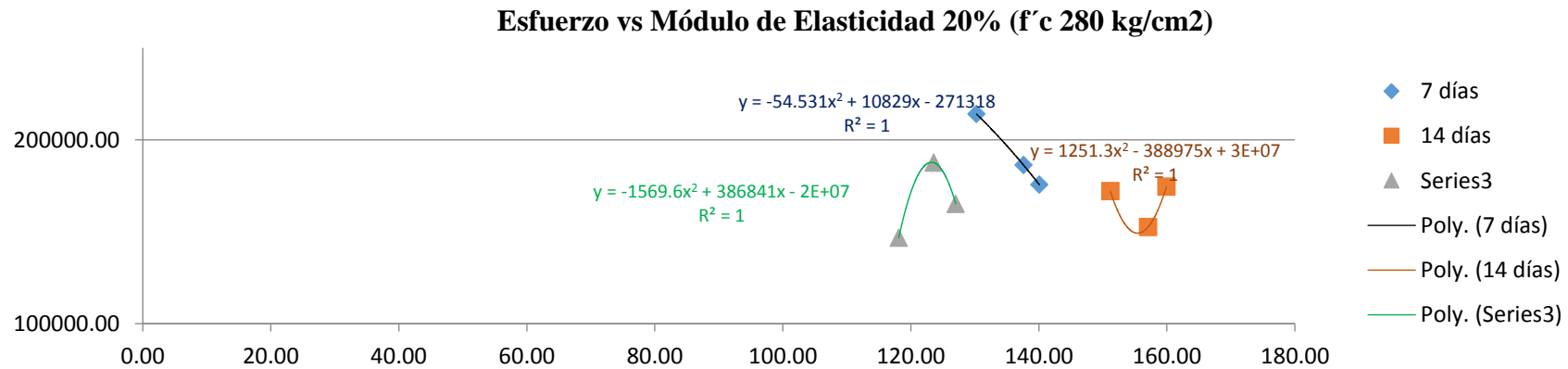


**Tabla 77**

*Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 20% de sustitución del cemento según tiempo de curado f'c 280 kg/cm2.*

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta	f(cm)	L(cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Prom Kg/cm <sup>3</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	20	7	M-14	15	30	140.08	56.03	9.60	0.00	176.71	175588.25	191935.88
26/02/2021	05/03/2021	280	20	7	M-15	15	30	130.26	52.10	8.86	0.00	176.71	214009.67	
01/03/2021	15/03/2021	280	20	14	M-28	15	30	157.05	62.82	16.69	0.00	176.71	152482.48	
01/03/2021	15/03/2021	280	20	14	M-29	15.1	30.1	151.16	60.46	17.09	0.00	179.08	172020.99	166327.90
01/03/2021	15/03/2021	280	20	14	M-30	15.1	30	159.92	63.97	15.71	0.00	179.08	174480.24	
01/03/2021	29/03/2021	280	20	28	M-43	15	29.98	123.58	49.43	8.41	0.00	176.71	187569.37	
01/03/2021	29/03/2021	280	20	28	M-44	15	30	127.02	50.81	8.64	0.00	176.71	165162.86	166491.18
01/03/2021	29/03/2021	280	20	28	M-45	14.9	30	118.11	47.25	8.04	0.00	174.37	146741.32	

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 37* Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(20%).

Fuente: Elaboración Propia

B. Módulo de Elasticidad para un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>

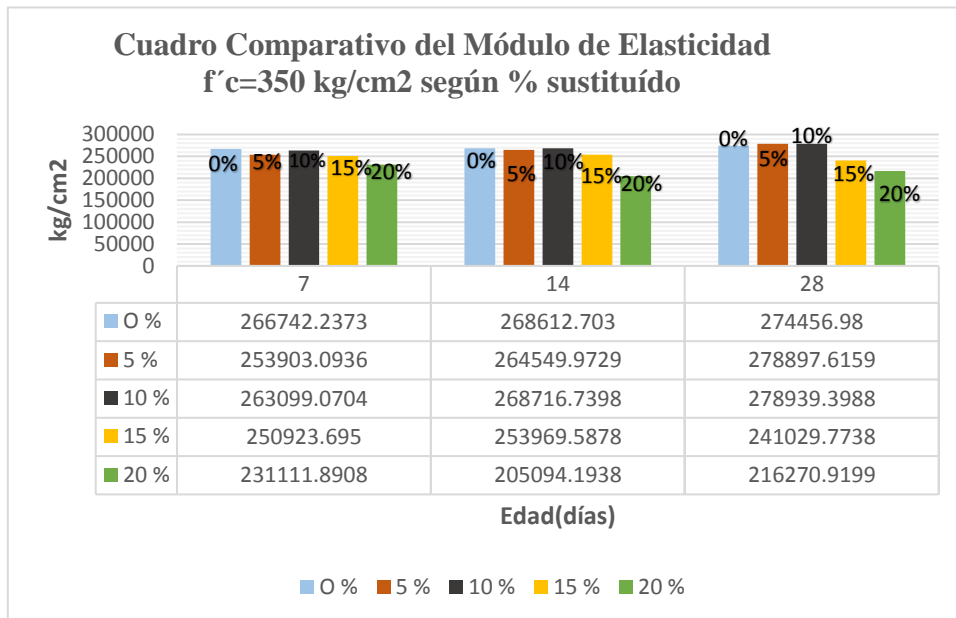
A continuación se muestran los resultados de los ensayos para el cálculo del Módulo de Elasticidad para una resistencia de diseño  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 78**

*Módulo Elástico según edades de curado en diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Adición %	Edad(días)	Ec Prom
		Kg/cm <sup>2</sup>
0	7	266742.24
	14	268612.70
	28	274456.98
5	7	253903.09
	14	264549.97
	28	278897.62
10	7	263099.07
	14	268716.74
	28	278939.40
15	7	250923.70
	14	253969.59
	28	241029.77
20	7	231111.89
	14	205094.19
	28	216270.92

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 38* Módulo de Elasticidad según dosificación y tiempo de curado  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 78 muestra los resultados obtenidos del cálculo del módulo de Elasticidad para una resistencia de diseño  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> según el tiempo de curado y según dosificación.

**Tabla 79**

Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 0% de sustitución del cemento según tiempo de curado  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/c m <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad		Probeta	φ (cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Área cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Prom Kg/cm <sup>2</sup>
				días										
23/01/2021	30/01/2021	350	0	7		M-1	15.05	327.16	130.86	49.03	0.00035069	177.89	272128.08	
23/01/2021	30/01/2021	350	0	7		M-2	15.2	302.23	120.89	45.36	0.00033755	181.46	262685.53	266742.24
23/01/2021	30/01/2021	350	0	7		M-3	15.1	310.79	124.32	41.43	0.00036227	179.08	265413.10	
23/01/2021	06/02/2021	350	0	14		M-16	15	377.99	151.20	54.98	0.00037816	179.08	293187.36	
23/01/2021	06/02/2021	350	0	14		M-17	15	358.85	143.54	55.12	0.00043051	176.71	232389.99	268612.70
23/01/2021	06/02/2021	350	0	14		M-18	15	361.42	144.57	54.20	0.00037243	179.08	280260.76	
25/01/2021	22/02/2021	350	0	28		M-31	15.2	410.07	164.03	56.65	0.00045095	181.46	267820.39	
25/01/2021	22/02/2021	350	0	28		M-32	15.1	386.03	154.41	51.69	0.00042901	179.08	271043.25	274456.98
25/01/2021	22/02/2021	350	0	28		M-33	15	399.14	159.65	56.62	0.00041213	176.71	284507.30	

Fuente: Elaboración Propia.

**Esfuerzo vs Módulo Elástico 0% f'c 350kg/cm<sup>2</sup>**

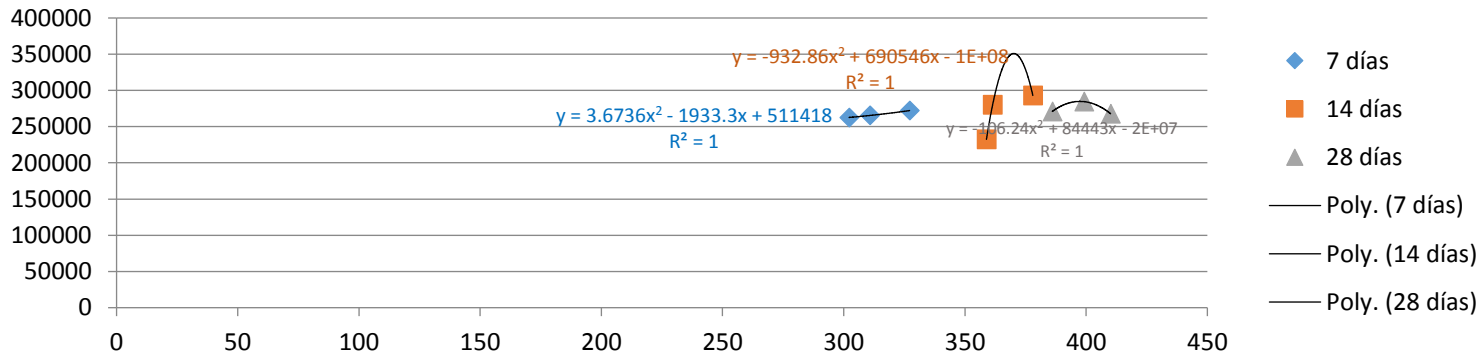


Figura 39 Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(0%).

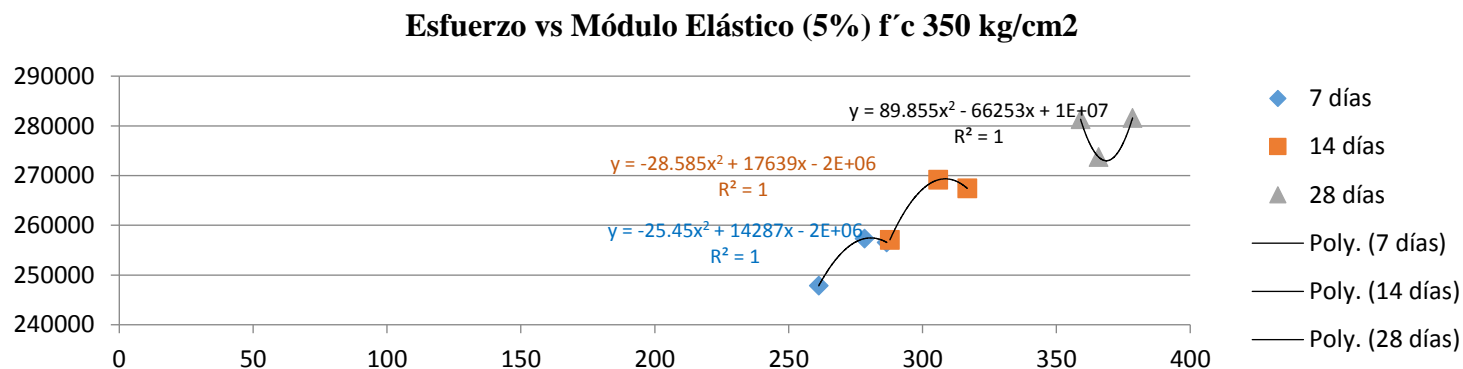
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 80**

*Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 5% de sustitución del cemento según tiempo de curado f'c 350 kg/cm2.*

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta	φ (cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Prom Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	5	7	M-4	15.2	278.3659082	111.3463633	43.7874063	0.000312543	181.4583917	257325.0078	253903.09
23/01/2021	30/01/2021	350	5	7	M-5	15	261.2334264	104.4933706	37.41732255	0.000320656	176.7145868	247827.7238	
23/01/2021	30/01/2021	350	5	7	M-6	15	286.6573095	114.6629238	37.53864314	0.000350613	176.7145868	256556.5491	
23/01/2021	06/02/2021	350	5	14	M-19	15	305.9054207	122.3621683	42.79279639	0.000345634	176.7145868	269148.001	264549.97
23/01/2021	06/02/2021	350	5	14	M-20	14.9	316.7576247	126.7030499	47.38864839	0.000346599	174.3662463	267413.053	
23/01/2021	06/02/2021	350	5	14	M-21	15	287.8278807	115.1311523	40.40074084	0.000340679	176.7145868	257088.8648	
25/01/2021	22/02/2021	350	5	28	M-34	15.1	378.4633991	151.3853596	58.13046015	0.000381152	179.0786352	281607.5465	278897.62
25/01/2021	22/02/2021	350	5	28	M-35	15	365.7198774	146.2879509	56.29556931	0.00037872	176.7145868	273765.8556	
25/01/2021	22/02/2021	350	5	28	M-36	15	359.0366656	143.6146663	62.56737166	0.000338097	176.7145868	281319.4457	

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 40* Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(5%).

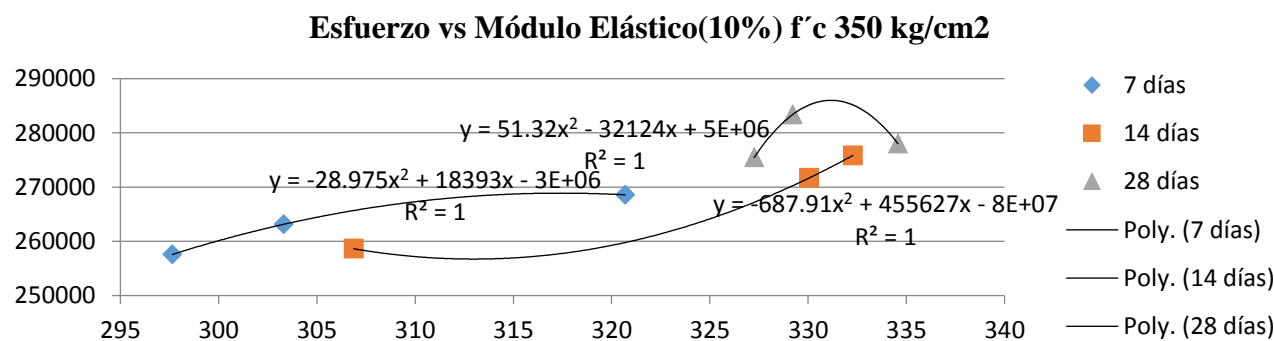
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 81**

*Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 10% de sustitución del cemento según tiempo de curado f'c 350 kg/cm2.*

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad	Probeta	φ (cm)	σ <sub>u</sub>	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ε unitaria	Area	E <sub>c</sub>	E <sub>c</sub> Prom
				días			(Kg/cm <sup>2</sup> )	(40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	(0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	10	7	M-7	15.1	320.696106	128.278442	46.1459459	0.00035581	179.078635	268573.631	
23/01/2021	30/01/2021	350	10	7	M-8	15.1	303.30674	121.322696	46.1302193	0.00033576	179.078635	263136.021	263099.07
23/01/2021	30/01/2021	350	10	7	M-9	15	297.647993	119.059197	44.6843165	0.00033874	176.714587	257587.559	
23/01/2021	06/02/2021	350	10	14	M-22	15.1	332.27574	132.910296	50.6488953	0.00034822	179.078635	275837.294	
23/01/2021	06/02/2021	350	10	14	M-23	15	330.043405	132.017362	49.0372199	0.00035544	176.714587	271671.733	268716.740
23/01/2021	06/02/2021	350	10	14	M-24	15	306.874169	122.749668	55.1183237	0.00031148	176.714587	258641.192	
25/01/2021	22/02/2021	350	10	28	M-37	15	334.581531	133.832612	58.166776	0.00032219	176.714587	277989.483	
25/01/2021	22/02/2021	350	10	28	M-38	15.2	329.209663	131.683865	51.0076247	0.0003347	181.458392	283368.271	278939.399
25/01/2021	22/02/2021	350	10	28	M-39	15	327.252487	130.900995	55.8822858	0.00032234	176.714587	275460.442	

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 41* Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(10%).

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 82**

Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 15% de sustitución del cemento según tiempo de curado  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad	Probeta	Ø(cm)	$\sigma_u$	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	$\epsilon$ unitaria	Area	E <sub>c</sub>	E <sub>c</sub> Prom
				días			(Kg/cm <sup>2</sup> )	(40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	(0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	15	7	M-10	15	291.356893	116.542757	37.6961511	0.00035719	176.714587	256670.283	
23/01/2021	30/01/2021	350	15	7	M-11	15.1	264.738309	105.895323	35.1223873	0.00033635	179.078635	247156.177	250923.695
23/01/2021	30/01/2021	350	15	7	M-12	15	275.262981	110.105193	37.8558072	0.00034022	176.714587	248944.625	
23/01/2021	06/02/2021	350	15	14	M-25	15	306.862636	122.745055	44.8580161	0.0003446	176.714587	264385.133	
23/01/2021	06/02/2021	350	15	14	M-26	15	281.623277	112.649311	39.3471917	0.00034029	176.714587	252509.356	253969.588
23/01/2021	06/02/2021	350	15	14	M-27	15.1	290.002964	116.001186	55.1183237	0.00029849	179.078635	245014.274	
25/01/2021	22/02/2021	350	15	28	M-40	15.1	246.444194	98.5776778	27.6170982	0.00034711	179.078635	238834.375	
25/01/2021	22/02/2021	350	15	28	M-41	15	266.607674	106.64307	33.4765828	0.00034368	176.714587	249134.565	241029.774
25/01/2021	22/02/2021	350	15	28	M-42	15	245.675786	98.2703144	40.0300287	0.0002977	176.714587	235120.382	

Fuente: Elaboración Propia.

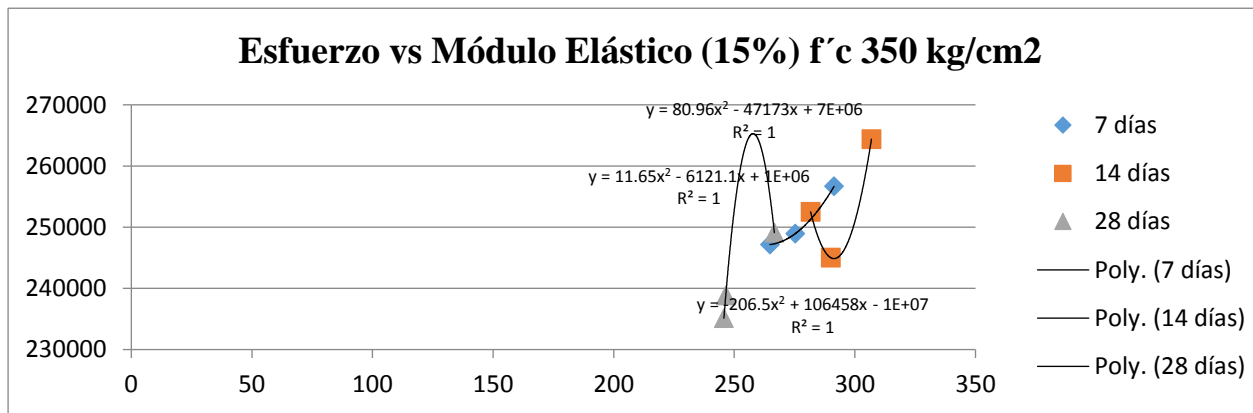


Figura 42 Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(15%).

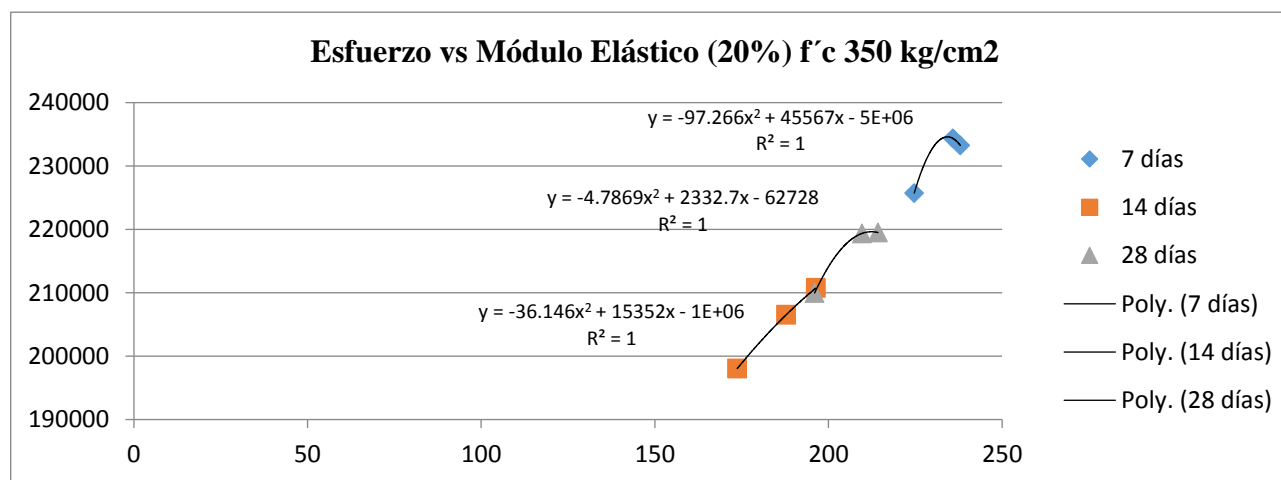
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 83**

*Resultado de la medida del Módulo de Elasticidad para 20% de sustitución del cemento según tiempo de curado f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.*

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta	Ø(cm)	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Prom Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	20	7	M-13	15	94.3238173	21.426751	0.00036104	176.714587	234362.554	231111.891
23/01/2021	30/01/2021	350	20	7	M-14	15	95.1864648	31.6286232	0.00032249	176.714587	233252.39	
23/01/2021	30/01/2021	350	20	7	M-15	15	89.8744936	38.4479119	0.00027783	176.714587	225720.729	
23/01/2021	06/02/2021	350	20	14	M-28	15	78.5424421	16.7467593	0.00034323	176.714587	210744.372	205094.194
23/01/2021	06/02/2021	350	20	14	M-29	15.1	75.1065853	15.2223267	0.00033999	179.078635	206501.821	
23/01/2021	06/02/2021	350	20	14	M-30	15.1	69.4846305	11.095269	0.00034484	179.078635	198036.388	
25/01/2021	22/02/2021	350	20	28	M-43	15	85.7088748	20.0611225	0.00034908	176.714587	219496.507	216270.92
25/01/2021	22/02/2021	350	20	28	M-44	15	78.3971298	16.2495583	0.000346	176.714587	209954.533	
25/01/2021	22/02/2021	350	20	28	M-45	14.9	83.8523505	25.20853	0.00031734	174.366246	219361.72	

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 43* Relación entre Esfuerzo y Módulo de Elasticidad según días de curado(20%).

Fuente: Elaboración Propia.



### 3.1.9. Análisis Estadístico

En este acápite se mostraran los resultados obtenidos a partir de la resistencia a compresión a través del análisis estadístico como la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación para calificación de la calidad del hormigón respecto a la norma (ACI-214 R-11, 2011) según porcentaje de sustitución del cemento en resistencias de diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.1.9.1. Análisis para resistencia $f'c$ 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de edad

**Tabla 84**

*Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (7 días)*

Sustituc.	F.elaboración	F.ensayo	Edad(días)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	26/01/2021	02/02/2021	7	205.221488
	26/01/2021	02/02/2021	7	187.875902
	26/01/2021	02/02/2021	7	199.219094
5%	26/01/2021	02/02/2021	7	191.643922
	26/01/2021	02/02/2021	7	184.050178
	26/01/2021	02/02/2021	7	189.272319
10%	26/01/2021	02/02/2021	7	194.528149
	26/01/2021	02/02/2021	7	189.930136
	26/01/2021	02/02/2021	7	197.431554
15%	26/01/2021	02/02/2021	7	179.980585
	26/01/2021	02/02/2021	7	185.128094
	26/01/2021	02/02/2021	7	189.987839
20%	26/01/2021	02/02/2021	7	137.708725
	26/01/2021	02/02/2021	7	140.172653
	26/01/2021	02/02/2021	7	130.345795

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 85**

*Calificación estadística de calidad en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (7 días).*

<b>Ecuación Estadística</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	
Varianza	77.59435489	15.09336512	14.307127	25.043183	26.14180237	
Desviación Estándar (DS)	8.808765798	3.885018033	3.7824762	5.00431644	5.112905473	
Coeficiente de Variación(CV)	4.461516459	2.062964046	1.9500991	2.70456557	3.757397211	
	0.025123	0.0560997	0.0597382	0.0478957	0.04164109	
Distribución Normal	0.044373697	0.0996616	0.1043016	0.0797050	0.074146625	
	0.03065426	0.0712473	0.069273	0.0488225	0.056600328	
<b>Resultado ACI-214</b>	DS	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	CV	Suficiente	Bueno	Excelente	Muy Bueno	Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 85 reflejan los resultados del análisis estadístico que califica la calidad del concreto para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado.

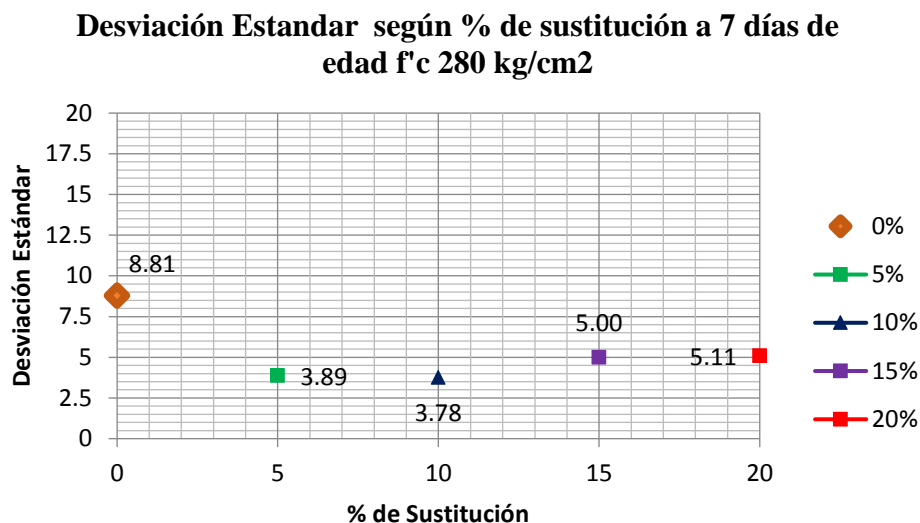


Figura 44 Desviación Estandar de la calidad del concreto en  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 44 muestra gráficamente el comportamiento estadístico de desviación estándar a los 7 días de curado.

### 3.1.9.2. Análisis para resistencia $f'c$ 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días de edad

**Tabla 86**

*Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (14 días)*

Sustituc.	F.elaboración	F.ensayo	Edad(días)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	27/01/2021	10/02/2021	14	236.6524301
	27/01/2021	10/02/2021	14	222.3016403
	27/01/2021	10/02/2021	14	225.0540837
5%	27/01/2021	10/02/2021	14	231.5168439
	27/01/2021	10/02/2021	14	223.0517821
	27/01/2021	10/02/2021	14	216.1871348
10%	27/01/2021	10/02/2021	14	197.4488651
	27/01/2021	10/02/2021	14	191.1015113
	27/01/2021	10/02/2021	14	181.4881555
15%	27/01/2021	10/02/2021	14	181.5749464
	27/01/2021	10/02/2021	14	188.637584
	27/01/2021	10/02/2021	14	187.6797106
20%	01/03/2021	15/03/2021	14	157.1547092
	01/03/2021	15/03/2021	14	151.2650041
	01/03/2021	15/03/2021	14	160.0339899

Fuente: Elaboración Propia.

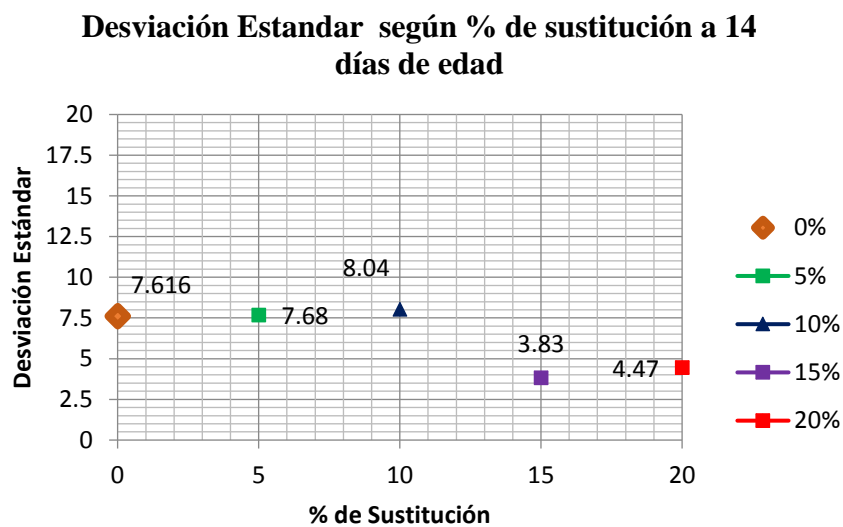
**Tabla 87**

*Calificación estadística de calidad en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (14 días).*

<b>Ecuación Estadística</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
Varianza	58.007	58.963	64.575	14.678	19.979
Desviación Estándar (DS)	7.616	7.679	8.036	2.060	0.000
Coeficiente de Variación(CV)	3.340	3.434	4.229	2.060	0.000
	0.040	0.033	0.028	0.054	0.049
Distribución Normal	0.049	0.052	0.049	0.094	0.087
	0.027	0.030	0.032	0.082	0.061
<b>Resultado ACI-214</b>	DS Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	CV Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 87 reflejan los resultados del análisis estadístico que califica la calidad del concreto para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días de curado.



*Figura 45 Desviación Estandar de la calidad del concreto en  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>*

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 45 muestra gráficamente el comportamiento estadístico de desviación estándar a los 14 días de curado.

### 3.1.9.3. Análisis para resistencia $f'c$ 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad

**Tabla 88***Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)*

Sustituc.	F.elaboración	F.ensayo	Edad(días)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	01/03/2021	29/03/2021	28	295.7174422
	01/03/2021	29/03/2021	28	294.3210244
	01/03/2021	29/03/2021	28	287.9416047
5%	01/03/2021	29/03/2021	28	293.8940206
	01/03/2021	29/03/2021	28	286.5143007
	01/03/2021	29/03/2021	28	293.2371610
10%	01/03/2021	29/03/2021	28	183.8712983
	01/03/2021	29/03/2021	28	197.8727799
	01/03/2021	29/03/2021	28	191.9895405
15%	01/03/2021	29/03/2021	28	180.3571725
	01/03/2021	29/03/2021	28	178.2046347
	01/03/2021	29/03/2021	28	187.6970215
20%	01/03/2021	29/03/2021	28	123.6695329
	01/03/2021	29/03/2021	28	127.1086446
	01/03/2021	29/03/2021	28	118.1946457

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 89***Calificación estadística de calidad en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (28 días).*

Ecuación Estadística	0%	5%	10%	15%	20%	
Varianza	17.185104	16.681430	49.426642	24.768702	20.210209	
Desviación Estándar (DS)	4.145492	4.0842906	7.030408	4.976816	4.495577	
Coefficiente de Variación(CV)	1.416487	1.402499	3.676135	2.733219	3.655210	
Distribución Normal	0.050352	0.0503658	0.032741	0.059138	0.050229	
	0.088812	0.0787730	0.056428	0.075465	0.087736	
<b>Resultado ACI-214</b>	DS	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	CV	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 89 reflejan los resultados del análisis estadístico que califica la calidad del concreto para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

### Desviación Estandar según % de sustitución a 28 días de edad

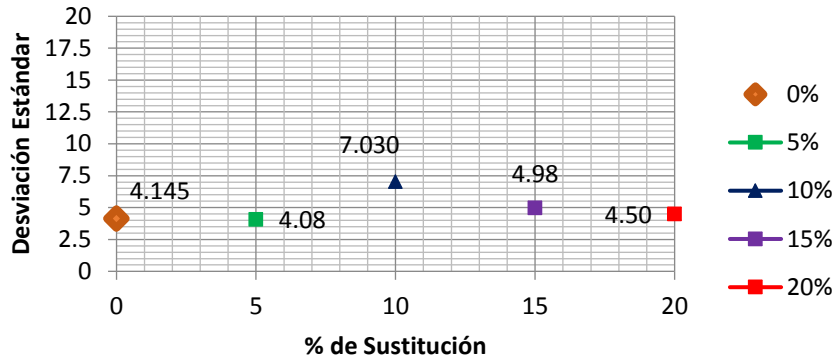


Figura 46 Desviación Estandar de la calidad del concreto en  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 46 muestra gráficamente el comportamiento estadístico de desviación estándar a los 28 días de curado para las diferentes dosificaciones.

#### 3.1.9.4. Análisis para resistencia $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de edad

**Tabla 90**

Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> (7 días).

Sustituc.	F.elaboración	F.ensayo	Edad(días)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	23/01/2021	30/01/2021	7	327.3800
	23/01/2021	30/01/2021	7	302.4399
	23/01/2021	30/01/2021	7	311.0029
5%	23/01/2021	30/01/2021	7	278.5571
	23/01/2021	30/01/2021	7	261.4129
	23/01/2021	30/01/2021	7	286.8542
10%	23/01/2021	30/01/2021	7	320.9164
	23/01/2021	30/01/2021	7	303.5151
	23/01/2021	30/01/2021	7	297.8525
15%	23/01/2021	30/01/2021	7	291.5570
	23/01/2021	30/01/2021	7	264.9202
	23/01/2021	30/01/2021	7	275.4521
20%	23/01/2021	30/01/2021	7	235.9715
	23/01/2021	30/01/2021	7	238.1296
	23/01/2021	30/01/2021	7	224.8406

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 91**

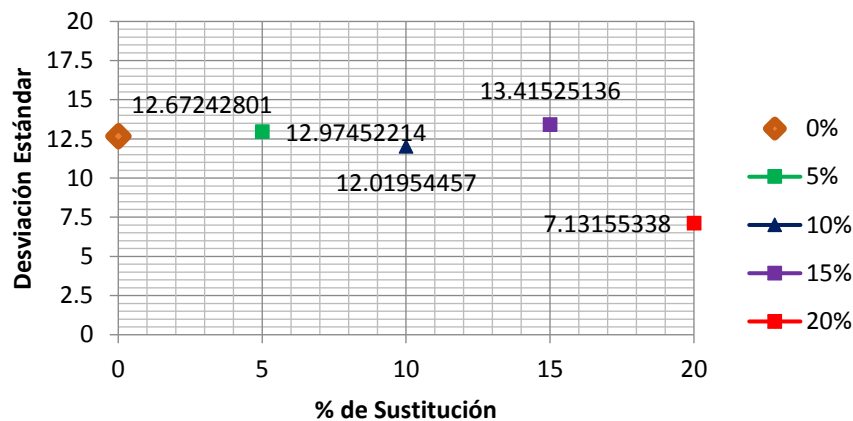
*Calificación estadística de calidad en diseños de f'c 350 kg/cm2 (7 días).*

<b>Ecuación Estadística</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	
Varianza	160.59043	168.33822	144.46945	179.96897	50.85905	
Desviación Estándar (DS)	12.67243	12.97452	12.01954	13.41525	7.13155	
Coefficiente de Variación(CV)	4.04086	4.70760	3.90971	4.83764	3.06101	
	0.01744	0.01690	0.02417	0.01941	0.02916	
Distribución Normal	0.02135	0.02996	0.03148	0.02945	0.05123	
	0.03082	0.02112	0.01768	0.01692	0.04310	
<b>Resultado ACI-214</b>	DS	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	CV	Suficiente	Suficiente	Bueno	Suficiente	Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 91 reflejan los resultados del análisis estadístico que califica la calidad del concreto para un diseño de f'c 350 kg/cm2 a los 7 días de curado.

**Desviación Estandar según % de sustitución a 7 días de edad**



*Figura 47* Desviación Estandar de la calidad del concreto en f'c 350kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 47 muestra gráficamente el comportamiento estadístico de desviación estándar a los 7 días de curado en un diseño de f'c 350 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.1.9.5. Análisis para resistencia $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días de edad

**Tabla 92**

*Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> (14 días).*

Sustituc.	F.elaboración	F.ensayo	Edad(días)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	23/01/2021	06/02/2021	14	378.2508
	23/01/2021	06/02/2021	14	359.0987
	23/01/2021	06/02/2021	14	361.6694
5%	23/01/2021	06/02/2021	14	306.1156
	23/01/2021	06/02/2021	14	316.9752
	23/01/2021	06/02/2021	14	288.0256
10%	23/01/2021	06/02/2021	14	332.5040
	23/01/2021	06/02/2021	14	330.2701
	23/01/2021	06/02/2021	14	307.0850
15%	23/01/2021	06/02/2021	14	307.0734
	23/01/2021	06/02/2021	14	281.8167
	23/01/2021	06/02/2021	14	290.2022
20%	23/01/2021	06/02/2021	14	196.4910
	23/01/2021	06/02/2021	14	187.8954
	23/01/2021	06/02/2021	14	173.8309

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 93**

*Calificación estadística de calidad en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> (14 días).*

Ecuación Estadística	0%	5%	10%	15%	20%	
Varianza	108.059	213.877	198.111	165.476	130.862	
Desviación Estándar (DS)	10.395	14.625	14.075	12.864	11.440	
Coeficiente de Variación(CV)	2.8376	4.8154	4.3538	4.3899	6.1479	
Distribución Normal	0.0301	0.0154	0.0146	0.0212	0.0197	
	0.0347	0.0269	0.0251	0.0303	0.0344	
	0.0199	0.0181	0.0229	0.0171	0.0230	
<b>Resultado ACI-214</b>	DS	Excelente	Muy Bueno	Excelente	Excelente	Excelente
	CV	Bueno	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Malo

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 93 reflejan los resultados del análisis estadístico que califica la calidad del concreto para un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días de curado.

### Desviación Estandar según % de sustitución a 14 días de edad

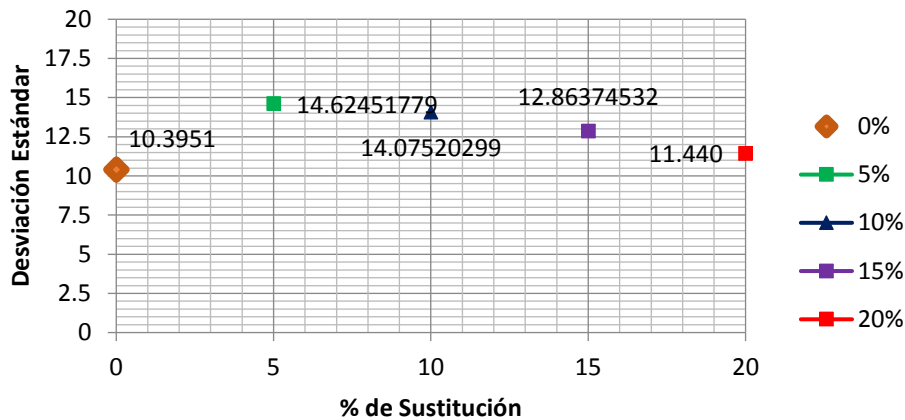


Figura 48 Desviación Estandar de la calidad del concreto en  $f'c$  350kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 48 muestra gráficamente el comportamiento estadístico de desviación estándar a los 7 días de curado en un diseño de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.1.9.6. Análisis para resistencia $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad

**Tabla 94**

Resistencia compresiva según porcentaje de sustitución  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> (28 días).

Sustituc.	F.elaboración	F.ensayo	Edad(días)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	25/01/2021	22/02/2021	28	410.3506
	25/01/2021	22/02/2021	28	386.2966
	25/01/2021	22/02/2021	28	399.4101
5%	25/01/2021	22/02/2021	28	378.7234
	25/01/2021	22/02/2021	28	365.9711
	25/01/2021	22/02/2021	28	359.2833
10%	25/01/2021	22/02/2021	28	334.8114
	25/01/2021	22/02/2021	28	329.4358
	25/01/2021	22/02/2021	28	327.4773
15%	25/01/2021	22/02/2021	28	246.6135
	25/01/2021	22/02/2021	28	266.7908
	25/01/2021	22/02/2021	28	245.8446
20%	25/01/2021	22/02/2021	28	214.4194
	25/01/2021	22/02/2021	28	196.1275
	25/01/2021	22/02/2021	28	209.7749

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 95**

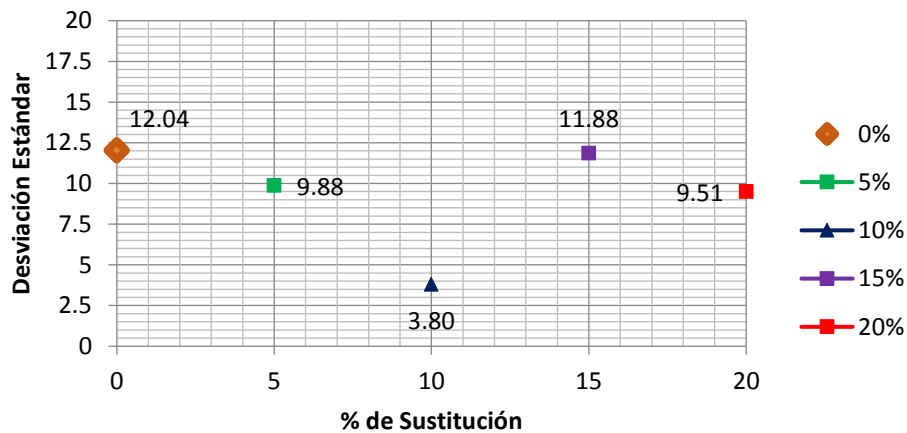
*Calificación estadística de calidad en diseños de f'c 350 kg/cm2 (28 días).*

<b>Ecuación Estadística</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	
Varianza	145.042	97.544	14.420	141.077	90.403	
Desviación Estándar (DS)	12.043	9.876	3.797	11.878	9.508	
Coefficiente de Variación(CV)	3.0208	2.6839	1.1487	4.6932	4.5983	
	0.0195	0.0224	0.1004	0.0279	0.0224	
Distribución Normal	0.0331	0.0396	0.0753	0.0290	0.0399	
	0.0207	0.0274	0.0564	0.0173	0.0304	
<b>Resultado ACI-214</b>	DS	Excelente	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Excelente
	CV	Bueno	Muy Bueno	Suficiente	Suficiente	Suficiente

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 95 reflejan los resultados del análisis estadístico que califica la calidad del concreto para un diseño de f'c 350 kg/cm2 a los 28 días de curado.

**Desviación Estandar según % de sustitución a 28 días de edad**



*Figura 49* Desviación Estandar de la calidad del concreto en f'c 350kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia.

La figura muestra gráficamente el comportamiento estadístico de desviación estándar a los 28 días de curado en un diseño de f'c 350 kg/cm2.

## 3.2 Discusión de Resultados

### 3.2.1 Respecto a las características Físicas de la CBCA

Los resultados mostraron un índice de actividad puzolánico de la CBCA de 75.88 % a la edad de 28 días la cual según la (N.T.P. 334-104, 2011) recomienda cumplir con el requisito mínimo de escoria puzolánica, sin embargo (Mariano, 2019) en su tesis “**Comparación de las resistencias a compresión y flexión del concreto adicionado con las cenizas de bagazo de caña de azúcar con el concreto normal  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$** ” obtiene índices por debajo de lo establecido a los 28 días con un porcentaje de 51 %, aunque la Norma Peruana no lo considera como una medida a la resistencia es necesario conocer cómo se comportó en la aleación con los demás componentes del hormigón.

Lo referente a la densidad de la CBCA los resultados arrojaron  $2.19 \text{ g/cm}^3$  muy cercano a lo estipulado por (Sounthararajan, Sivasankar, Vinodh Kumar, Modak, & Dilli Bai, 2019) en su investigación, el cual obtiene  $2.2 \text{ gr/cm}^3$ , pero a decir de (Altoé, Sales, & Martins, 2019) el cual encuentra un valor muy lejano para este indicador que es  $2.7 \text{ gr/cm}^3$ .

En esta investigación se pudo determinar el porcentaje de humedad de la muestra de CBCA la cual arrojó un contenido de 1.10 % sin embargo existen investigaciones con valores muy lejanos al índice encontrado por (Altoé, Sales, & Martins, 2019) el cual halla un contenido húmedo en promedio de 0.13 % y (Seyed , Farshad , & Nasrollah , 2018) el cual obtiene un resultado de 0.8%, estos índices varían según la temperatura del sitio de extracción.

El ensayo de finura realizado a la CBCA arroja un resultado de 33.28% valor muy cercano a lo analizado por (Acuña Giraldo & Caballero Huaylla, 2018) en su tesis de grado el cual arrojó 34%, valores permisibles dentro de la (N.T.P. 334-104, 2011) ya que es un requisito para cumplir para ser un material puzolánico.

### 3.2.2 De los Agregados Pétreos

Para esta Tesis se evaluó el desempeño de 6 canteras ubicadas en el departamento de Lambayeque, de las cuales se consideró a aquellas que se encuentra dentro los límites máximos y mínimos establecidos por la Norma Peruana (N.T.P. 400.012, 2013), dentro de ellas la Cantera La Victoria-Pátapo era la que mejor graduación presentaba para el agregado fino, dicho análisis también es corroborado y recomendado en su Tesis de investigación por (Idrogo, 2018), y en lo que respecta al material grueso se estableció el de la Cantera Pacherres .

### 3.2.3 Respecto al hormigón en estado Fresco.

Con respecto a la prueba para la determinación del asentamiento para mezclas de especímenes cilíndricos de 0% ,5%, 10% y 15% arrojaron medidas en SLUMP dentro del rango

de tolerancia permisible por la (N.T.P.339.114, 2012) los cuales oscilan entre 4" y 3" para diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y entre 4" y 2.6" en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> en dosificaciones mencionadas, sin embargo a diferencia del 20% de sustitución arrojó medidas muy por debajo de lo establecido en dicha norma para ambos diseños. Estos resultados contradicen a lo estipulado por (Apaza Hito, 2018) en su tesis de grado el cual obtuvo medidas entre 3" y 1.5" para dosificaciones entre 0% y 15% siendo este último el porcentaje más desfavorable coincidiendo cercanamente con los resultados obtenidos por (Mariano Corne, 2019) . Además según (Farfán Córdova & Pastor Simón, 2018) en su investigación señalan haber obtenido una medida de SLUMP de 3.24" para dosificaciones de 20% de sustitución en peso de cemento, un resultado muy lejos de lo medido en mi tesis.

El asentamiento medido en esta tesis contrasta con los resultados obtenidos por (Arif, W. Clark, & Lake, 2017) donde concluyen que la medida se reduce a mayor proporción de sustitución entre el 15 % y 20 % del cemento por CBCA.

#### 3.2.4 Respecto al hormigón en Estado endurecido

Las medidas realizadas a la resistencia compresiva de las muestras ensayadas experimentalmente se encuentran debajo de la resistencia de la muestra patrón siendo la más desfavorable la dosificación con 20% de dosificación alcanzando perdidas de resistencia hasta un 42.03% en mezclas de diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y hasta 54.83% en mezclas experimentales de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, empero la dosificación de 5% fue la que tuvo mejor comportamiento resistivo es decir ya que alcanzó una resistencia cercana a la dosificación de 0% además supero la resistencia de la muestra de diseño. Este índice porcentual de sustitución lo observaron (Seyed , Farshad & Nasrollah , 2018), donde indican que la adherencia del 5% de estas cenizas en la mezcla, mejoró significativamente su resistencia mecánica. Sin embargo existen investigaciones como la de (Lakshmi & Ragupathy, 2016) donde concluyen que al añadir escoria de corteza de caña al hormigón muestra resistencias superiores hasta en un 20% y su porcentaje optimo es al 10% en proporción a peso del cemento, porcentaje muy cercano a lo concluido por (Araujo, 2019) ya que obtuvo la resistencia más alta con esta dosificación a los 28 días de curado, para (Apaza, 2018) obtiene el porcentaje óptimo para la resistencia mecánica fue al 15 % de sustitución.

Los resultados obtenidos referente a la medida del módulo elástico refleja las dosificación de 10% muestra índices con mejor desempeño elástico a la edad de 28 días, ésta conclusión es contrastada con la investigación de (Lakshmi Priya & Ragupathy, 2016) los cuales reflejan que

al 10% de sustitución es el contenido que mejor se desempeña elásticamente, (Lathamaheswari, Kalaiyarasan & Mohankumar, 2017) también concluyen que el módulo de elasticidad desarrolla mejores efectos con el porcentaje de 10%.

Para las medidas obtenidas en el ensayo de flexión ninguna de las dosificaciones supera a la mezcla control a los 7 días de edad empero el porcentaje de dosificación de 10 % supera en un 29% al diseño referente a los 28 días de curado, (Lakshmi Priya & Ragupathy, 2016) hace referencia a este índice y lo recomienda con porcentaje óptimo para alcanzar mayores resistencias, similar conclusión manifiestan (Lathamaheswari, Kalaiyarasan & Mohankumar, 2017) en su estudio de metodología experimental donde señalan que la resistencia a flexion ha desarrollado mejores efectos en comparacion a mezclas sin la adicion ,recomendando la muestra optima en el porcentaje de 10%.

### 3.2.5 Respecto al análisis Estadístico

Los resultados obtenidos a traves de metodos estadisticos como la desviación estandar y el coeficiente de variación se obtuvieron para conocer la variabilidad de la calidad del hormigón elaborado en laboratorio y cumpla con tal calificación de acuerdo a la norma (ACI 214, 2011) , las dosificaciones de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% arrojan una dispersión total menores a 14.1 kg/cm<sup>2</sup> calificando al hormigón de excelente para los 28 días de edad y una dispersión entre testigos menores a 4 % (ver **Tabla 90**) resultados comparados con la Tesis de (Mariano Corne, 2019) los cuales reflejan la misma dispersión a la misma edad de curado.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 3.3 CONCLUSIONES

- Tras el análisis realizado a los agregados pétreos de un total de 6 canteras en el departamento de Lambayeque las que tuvieron mejor comportamiento geotécnico fueron la Cantera La Victoria para el material fino con un Módulo de fineza de 3.11 y la Cantera Pacherez para el material grueso con un TMN de  $\frac{3}{4}$ ".
- Tras los resultados obtenidos en los ensayos de propiedades físicas de la muestra de CBCA empleada en esta tesis se concluye que cumple con los requisitos mínimos para ser usada en el concreto donde su clasificación es del Tipo C, por ende es factible su uso como material puzolánico.
- A partir del análisis estadístico los especímenes producidos en laboratorio reflejaron una óptima calidad para las 5 dosificaciones arrojando una dispersión total menores a 14.1 kg/cm<sup>2</sup> y entre testigos menores a 4 % para los 28 días de edad. el incremento de CBCA en la mezcla disminuye el asentamiento, y produce un aumento en la temperatura ya que aumenta el calor, el peso unitario y el rendimiento no sufren variación alguna en diseños para  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y es 2.36 gr/cm<sup>3</sup> en promedio empero para diseños de resistencia  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> disminuye el peso siendo mas ligero con dosificación de 20%.
- El porcentaje óptimo para muestras ensayadas a compresión fue la mezcla patrón (i.e. sin sustitución) para ambos diseños aunque la dosificación al 5% presenta valores muy cercanos a ésta, la dosificación al 10% de sustitución es la de mejor comportamiento para el módulo elástico y para las muestras ensayadas a flexión en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad, por ende la CBCA no mejora las resistencias a compresión.

### 3.4 RECOMENDACIONES

- Se recomienda inquirir ensayos geotécnicos más profundos a canteras que no fueron tomadas en esta investigación y puedan ser contrastados con la presente tesis.
- Se recomienda realizar análisis a cenizas de diferente tipología a la propuesta en mi tesis y evaluar el impacto que produce en la fabricación de concreto.
- Analizar concretos con dosificaciones por debajo del 5% de CBCA en reemplazo del cemento y a tiempos mayores de preferencia edades a 60 y 90 días de curado.
- Realizar diseños de mezcla con cementos portland de diferente tipología al usado ,además se sugiere usar aditivo que pueda aumentar la resistencia para dosificaciones al 5% de sustitución.

## REFERENCIAS

- N.T.P 334.006. (2011). CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones. *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Lima: INDECOPI.
- A. Joshaghani, & Moeini, M. A. (2017). Evaluating the effects of sugar cane bagasse ash (SCBA) and nanosilica on the mechanical and durability properties of mortar. *Construction and Building Materials*, 818-831. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.041>
- Abdolkarim Abbasi, & Amin Zargar. (2013). Using bagasse ash in concrete as Pozzolan, Middle-East. *Journal of Scientific Research*, 13(1990-9233 ), 716-719.
- Abdulkadir, T.S., Oyejobi, D.O, & Lawal, A.A. (2014). Evaluation of sugarcane bagasse ash as a replacement for cement in concrete works. *ACTA TEHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering*, 7, 71-76.
- ACI -116. (01 de 05 de 2016). *Cement and concrete terminology*. Obtenido de Academia.edu: [https://www.academia.edu/24929235/Terminolog%C3%ADa\\_del\\_cemento\\_y\\_el\\_hormig%C3%B3n\\_Preparado\\_por\\_el\\_Comit%C3%A9\\_ACI\\_116](https://www.academia.edu/24929235/Terminolog%C3%ADa_del_cemento_y_el_hormig%C3%B3n_Preparado_por_el_Comit%C3%A9_ACI_116)
- ACI 214. (2011). Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete. *American Concrete Institute*. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- ACI 318-19. (2019). *Building code Requirements for structural concrete*. Obtenido de APIC - Aporte a la Ingeniería Civil: <https://aportealaingcivil.blogspot.com/2019/06/Codigo-ACI-318-19-Requisitos-de-Reglamento-para-Concreto-Estructural.html>
- ACI-214 R-11. (2011). Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete. *American Concrete Institute*. United States: American Concrete Institute.
- Acuña Giraldo , C. E., & Caballero Huaylla, H. R. (2018). Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) – San Jacinto. *Tesis Para Optar El Título Profesional De Ingeniero Civil*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote.
- Agustí Torres, R. (31 de 10 de 2018). *Materiales y métodos de construcción en la antigua Roma: OPUS ROMANUM*. Obtenido de Academia.edu: [https://www.academia.edu/37678437/MATERIALES\\_Y\\_MÉTODOS\\_DE\\_CONSTRUCCIÓN\\_EN\\_LA\\_ANTIGUA\\_ROMA](https://www.academia.edu/37678437/MATERIALES_Y_MÉTODOS_DE_CONSTRUCCIÓN_EN_LA_ANTIGUA_ROMA)
- Ali, N., Mohd Sobri, M., Hadipramana, J., Abdul Samad, A., & Mohamad, N. (2017). Potential Mixture of POFA and SCBA as Cement Replacement in Concrete – A Review. *MATEC web of conferences*, 1-8. doi:10.1051/mateconf/201710301006
- Almeida, F., Sales , A., Moretti , J., & Mendes, P. (2015). Sugarcane bagasse ash sand (SBAS): Brazilian agroindustrial by-product for use in mortar. *Construction and Building Materials*, 82, 31-38. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.039>
- Altoé, Sales, & Martins. (2019). Resíduos de pneus e da queima do bagaço da cana-de-açúcar na fabricação de blocos de concreto para pavimentação (pavers). *IBRACON STRUCTURES AND MATERIALS*, 608-637. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952019000300010>
- Alvarado Arévalo, J. N., Andrade Portillo, J. A., & Hernández Zelaya, H. N. (2016). Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustitutivo parcial del cemento

portland en el diseño de mezclas de concreto. *Para optar título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad de El Salvador, San Miguel -El Salvador.

- Apaza Hito, D. (2018). Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos. *Tesis Profesional para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima-Peru.
- Arana Yoplac, S. M. (2018). Ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial de cemento portland en la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm. *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas -Peru.
- Araujo Bautista, J. P. (2019). Resistencia a la compresión del concreto adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino. *Tesis para optar el título profesional de*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Peru.
- Arif, E., W. Clark, M., & Lake, N. (2017). Sugar cane bagasse ash from a high-efficiency cogeneration boiler as filler in concrete. *Construction and Building Materials*, 692-703. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.136>
- Asma, A., NasirShafiq, MuhdFadhilNuruddin, & Fareed, A. (2014). Compressive strength and microstructure of sugar cane bagasse ash concrete, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7, 2569-2577.
- ASOCEM, A. (22 de 10 de 2015). *Concreto: Léxico básico*, Boletín Técnico N° 94. Obtenido de [web.asocem.org.pe](http://web.asocem.org.pe): [http://web.asocem.org.pe/asocem/bib\\_img/98001-8-1.pdf?rand=812Apr2020214122](http://web.asocem.org.pe/asocem/bib_img/98001-8-1.pdf?rand=812Apr2020214122)
- ASTM C-1064. (2012). AMERICAN STANDARD TEST METHOD. *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*. Estados Unidos: American Concrete Institute (ACI),.
- ASTM C109. (s.f.). Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de morteros de cementos hidráulicos. *ASTM INTERNACIONAL*. Estados Unidos: ASTM INTERNACIONAL.
- ASTM C125-13a. (2013). *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*. Obtenido de [ACADEMIA.edu](https://www.academia.edu/36371379/Designation_C125_13a_Standard_Terminology_Relating_to_Concrete_and_Concrete_Aggregates_1): [https://www.academia.edu/36371379/Designation\\_C125\\_13a\\_Standard\\_Terminology\\_Relating\\_to\\_Concrete\\_and\\_Concrete\\_Aggregates\\_1](https://www.academia.edu/36371379/Designation_C125_13a_Standard_Terminology_Relating_to_Concrete_and_Concrete_Aggregates_1)
- ASTM C-188-95. (2007). Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement. Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C-311. (2018). American Standard Test Methods. *Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete*. Estados Unidos: ASTM Intl 1.
- ASTM C-469. (2002). Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. *ASOCIATION STANDAR TEST METHOD*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL.
- B. Jamora, J., L. Gudia, S., Woo Go, A., B. Giduquio, M., A. Orilla, J., & E. Loretero, M. (2019). Potential reduction of greenhouse gas emission through the use of sugarcane ash in cement-based industries: A case in the Philippines. *Journal of Cleaner Production*, 1-13. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118072>

- Bahurudeen, A., Wani, K., Abdul Basit, M., & Santhanam, M. (2016). Assesment of Pozzolanic Performance of Sugarcane Bagasse Ash. *American Society of Civil Engineers.*, 1-11. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001361
- Beltrán Taipe,, K. J., & Ccama Mendoza,, F. M. (2017). Análisis comparativo de concretos adicionado con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (CCA), fly ash y puzolana natural. *optar el Titulo de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.
- Benavides Chamorro, R. (2014). Tesis para optar el titulo de Magister en Ingenieria Civil. *Concreto de Alto Desempeño*. Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito, Bogotá-Colombia.
- Benavides, G., Luna, G., & Montenegro, L. (2015). Efecto de la Sustitución de Agregado Fino por Ceniza Proveniente del Proceso de Incineración en Bruto de Residuos Sólidos Industriales en la Elaboración de Hormigón de Baja Resistencia. *Revista Politécnica*, 1-9.
- Berenguer , Nogueira, Marden, Barreto, Helene, & De Melo. (2018). La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión de los morteros. *Revista ALCONPAT*, 8(1), 30-37. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.187>
- Bulnes Gambini, , C. M. (2018). Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad San Pedro, Chimbote.
- Cabrera-Madrid, J., Escalante-García, J., & Castro-Borges, P. (2016). Compression resistance of concretes with blast furnace slag. Re-visited state-of-the-art. *ALCONPAT Journal*, 64-83. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21041/ra>.
- Calderón Peláez, L. F., & Martínez Cabrera, S. I. (2017). Influencia del tamaño de partícula y del porcentaje de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) por cemento portland tipo I sobre la resistencia a la compresión, actividad puzolánica, y reactividad alcali-silice en morteros modificados. *Para optar el título profesional*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Cárdenas Fierro, E. J., & Lozano Cortes, J. L. (2019). Correlacion entre el Módulo de rotura y la Resistencia a la compresión del concreto Hidráulico con materiales procedentes del Río Coello para el control de Pavimenros rígidos. *Para obtener el título de Ingeniero Civil*. Universidad Piloto de Colombia, Girardot-Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5684/CORRELACION%20ENTRE%20EL%20MODULO%20DE%20ROTURA%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESION%20DEL%20CONCRETO%20HIDRAULICO.pdf?sequence=1>
- Chang Armas, J. R. (2018). Sistema para determinar contaminación atmosférica en el C.P. El Progreso para la municipalidad de Pacasmayo. *Inovacion eningenieria*, 1-10.
- Chindaprasirt, P., Sujumnongtokul, P., & Posi, P. (2019). Durability and Mechanical Properties of Pavement Concrete Containing Bagasse Ash. *ScienceDirect*, 1612-1626.
- Chulim Tec, D. Y., Yeladaqui Tello, A., & Trejo Arroyo, D. L. (2019). Propiedades físico-mecánicas del concreto con sustitución parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar. *Ava Cient*, 87-93.



- Coila Ticona, N. A., & Loayza Cahua, J. D. (2015). Influencia de la relación agua -cemento y el agregado fino en la retracción y/o contracción para concreto en Arequipa. *para optar título de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.
- Comunidad 360 en Concreto ARGOS. (2020). *Concreto Resistente a Sulfatos*. Obtenido de Comunidad 360 en Concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concretos-resistentes-a-sulfatos>
- Cubas Benavides, K., & Falen Chávez Arroyo, J. C. (2016). Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. *Para optar el título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Lambayeque.
- Deepika, S., Anand, G., Bahurudeen, A., & Santhanam, M. M. (2017). Construction Products with Sugarcane Bagasse Ash Binder. *Materials in Civil Engineering*, 1-10. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001999.
- Diario Gestión. (11 de abril de 2019). USDA: Perú producirá 10.6 millones de toneladas métricas de caña de azúcar en campaña 2019. *Diario Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/usda-peru-producira-10-6-millones-toneladas-metricas-cana-azucar-campana-2019-263945-noticia/?ref=gesr>
- Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE), M. (2016). *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*. Peru: Ministerio de Energía y Minas. Obtenido de [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/12\\_%20%20guia%20industrias%20cementeras%20DGEE%2006-09-19.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/12_%20%20guia%20industrias%20cementeras%20DGEE%2006-09-19.pdf)
- Duc, H., Yeong, N., & My Ngoc, T. (2018). Fresh and hardened properties of self-compacting concrete with sugarcane bagasse ash-slag blended cement. (Elsevier, Ed.) *Construction and Building Materials*, 138-147. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.029>
- Farfán Córdova, M. G., & Pastor Simón, H. H. (2018). Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista de Investigación y Cultura*, 1-7.
- Idrogo Perez, E. E. (2018). Estudio de la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm con ceniza de bagazo de caña de azúcar Pimentel, Chiclayo. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Lambayeque.
- INECYC. (2009). Control de Calidad en el Hormigón. *Instituto Ecuatoriano del cemento y del Concreto*. Quito-Ecuador: Imprenta NOCIÓN - Quito.
- LA INDUSTRIA, D. (3 de agosto de 2019). Buscan solución a problemática de contaminación. *La Industria*, pág. 1. Obtenido de <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1565152578-buscan-solucion-a-problematika-de-contaminacion>
- La Republica. (30 de agosto de 2017). Ingenio azucarero de Olmos supera las 5 mil toneladas de molienda día. *LA REPUBLICA*, pág. 1. Obtenido de <https://larepublica.pe/economia/1083330-ingenio-azucarero-de-olmos-supera-las-5-mil-toneladas-de-molienda-dia/>

- Lakshmi Priya, K., & Ragupathy, R. (2016). Effect of sugarcane bagasse ash on strength properties of concrete. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 159-164.
- Lathamaheswari, Kalaiyarasan, V., & Mohankumar, G. (2017). Study on Bagasse Ash As Partial Replacement of Cement in Concreto. *International Journal of Engineering Research and Development*, 1-6.
- Lorca Aranda, P. (2014). Efecto de la adición de Hidróxido Cálculo sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- M. Vijayalakshmi, & S. Shameem Banu. (2017). An Experimental Study on Behaviour of Concrete with Replacement of Bagasse Ash in Cement and Steel Slag in Coarse Aggregate. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 263-270.
- Manjunath, & Rahul. (2019). Studies on Fresh and Hardened Properties of Sugarcane Bagasse Ash Blended Self-Compacting Concrete Mixes. *Civil Engineering*, 265-274. Obtenido de [https://doi.org/10.1007/978-981-13-3317-0\\_24](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3317-0_24)
- Mariano Corne, K. (2019). Comparación de las resistencias a compresión y flexión del concreto adicionado con las cenizas de bagazo de caña de azúcar con el concreto normal  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. *Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Hemilio Baldizán, Huánuco -Perú.
- Mastropietro, M. (2019). *El Hormigon para Arquitectos*. Bogotá: DGP Editores SAS. Obtenido de [https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/127069?as\\_all=hormigon&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as&page=11](https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/127069?as_all=hormigon&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as&page=11)
- Mejia Delgado, M. R., & Ordinola Bustamante, T. M. (2017). PLAN DE GESTIÓN PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS. *TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO*. UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo.
- Meneses Suárez, L. M., & Díaz Pardo, W. A. (2019). Efecto de la adición de ceniza volante en las propiedades mecánicas y de resistencia a la penetración del ion cloruro en el mortero. *titulo profesional*. Universidad Catolica de Colombia, Bogotá.
- Montalvo Peña, H. (10 de diciembre de 2014). *Concreto ,Generalidades ,Propiedades y procesos*. Obtenido de Academia.edu: <http://unsaac.academia.edu/HyrumMontalvoPe%c3%B1a>
- N.T.P. 334-104. (2011). CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones. *NORMA TÉCNICA PERUANA*. LIMA: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-INDECOPI
- N.T.P. 339.078. (2012). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI.
- N.T.P. 400.012. (2013). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.

- N.T.P.334-045. (2010). Norma Técnica Peruana. *CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de 45 µm (No. 325)*. Lima: INDECOPI.
- N.T.P.339.034. (2008). HORMIGÓN(Concreto)Método de Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -INDECOPI.
- N.T.P.339.035. (2009). NORMA TÉCNICA PERUANA N.T.P. 339.035. *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. INDECOPI.
- N.T.P.339.046. (2008). NORMA TÉCNICA PERUANA. *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón* . Lima: INDECOPI.
- N.T.P.339.114. (2012). CONCRETO:Concreto Premezclado. *Norma Técnica Peruana*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI .
- N.T.P.400.012, C. d. (16 de ENERO de 2013). Norma Técnica Peruana N.T.P.400.012 - AGREGADOS Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global. *N.T.P. 400.012*. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.
- Nasir, S., Asma, A. H., Muhd, F. N., & Hashem , A. (2016). Effects of sugarcane bagasse ash on the properties of concreto. *Institution of Civil Engineers*, 1-10. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1680/jensu.15.00014>
- Norma Tecnica Peruana NTP.400.037. (2014). *Norma Tecnica Peruana*. Obtenido de [kupdf.net: https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)
- Pawar, L., Karnavat , M., Rode , K., Sharma , M., Sonawane , U., & Wagh , Y. (2018). Utilization Of Sugarcane Baggase Ash And Plastic Aggregate. *International Journal for Research in Engineering Application & Management*, 833-838.
- Porrero S., J., Ramos R., C., Grases G., J., & Velazco, G. (2014). *Manual del Concreto Estructural*. Caracas: Abaco Arte.
- PROCAÑA, A. (12 de junio de 2020). *Historia de la caña de azucar*. Obtenido de [www.procana.org](https://www.procana.org): <https://www.procana.org/new/quienes-somos/historia-de-la-cana-de-azucar.html>
- Rajasekar, A., Arunachalam, K., Kottaisamy, M., & Saraswathy, V. (2018). Durability characteristics of Ultra High Strength Concrete with treated sugarcane bagasse ash. *Construction and Building Materials*, 350-356. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.140>
- Ríos-Parada, V., Jiménez-Quero, V., Valdez-Tamez, P., & Montes-García, P. (2017). Characterization and use of an untreated Mexican sugarcane bagasse ash as supplementary material for the preparation of ternary concretes. *Construction and Building Materials*, 83-95. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.060>

- Róman Condorhuanca, T. Y., & Pilpinto Butrón, D. N. (2016). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  210 Kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregado hormigón y agregado clasificado en el distrito de Maranura-La Convención-Cuzco. *Optar Titulo de Ingeniero Civil*. Universidad Andina del Cuzco, Cuzco.
- Sajjad , A. M., Jamaluddin , Wan, I., Abd , H. A., Abdul , A., Samiullah , S., & Nizakat , A. (2017). Utilization of sugarcane bagasse ash in concrete as partial replacement of cement. *IOP Publishing Ltd*, 1-9. Obtenido de <https://doi.org/10.1088/1757-899X/271/1/012001>
- Saleem Kazmi, S. M., Safeer , A., Junaid Munir, M., & Khitab, A. (2016). Exploratory Study on the Effect of Waste Rice Husk and Sugarcane Bagasse Ashes in Burnt Clay Bricks. *Building Engineering*, 1-23. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobee.2016.08.001>
- Setayesh Gar, P., Suresh, N., & Bindiganavile, V. (2017). Sugar cane bagasse ash as a pozzolanic admixture in concrete for resistance to sustained elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 929-936. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.107>
- Seyed , A. Z., Farshad , A., & Nasrollah , B. (2018). Microstructure, strength, and durability of eco-friendly concretes containing sugarcane bagasse ash. *Construction and Building Materials*, 258-268. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.153>
- Shuaibu, R., Nyomboi, T., & Mutuku, R. (2015). Shear strength of reinforced sugarcane bagasse ash-laterised concrete beams. *Australian Journal of Structural Engineering*, 199-207. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1080/13287982.2015.1092682>
- Solorzano Sánchez , J. (2014). Estudio de las cenizas de fondo de caldera de Bagazo y/o carbón como sustituto del clinker y/o adición para el mortero por medio del tratamiento químico alcalino. *Trabajo para optar título de ingeniero*. UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, CALI.
- Sounthararajan, Stalin , & Sivasankar. (SETIEMBRE de 2019). Synergetic Effect of Sugarcane Bagasse Ash with Low Modulus of Fiber Reinforced Concrete. *Revista Internacional de Tecnología e Ingeniería Recientes*, 8(3), 7171-7175. doi:10.35940/ijrte.C6139.098319
- Sounthararajan, V., Sivasankar, S., Vinodh Kumar, R., Modak, N., & Dilli Bai, K. (2019). Valorization of Specially Designed Concrete by Using Sugarcane Bagasse Ash and Inducing the Special Benefits of Waste Tin Fiber Reinforced Concrete. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 220-224. doi:10.35940/ijitee.L3589.1081219
- Tri Hatmoko, J., & Suryadharma, H. (2019). Behavior of bagasse ash-calcium carbide residue stabilized soil with polyester fiber inclusion. *Materials Science and Engineering*, 1-12. doi:10.1088/1757-899X/620/1/012066
- Vásquez Vidaurre , L. A. (2018). Evaluación de las propiedades del concreto con puzolana obtenido del bagazo de caña de azúcar, Cayalti, Lambayeque. 2018. *Para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Señor de Sipan, Chiclayo, Lambayeque.

# **ANEXOS**

## Anexo 1 Granulometría Agregado Fino Cantera El Cinco



RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 09 DE FEBRERO DEL 2021

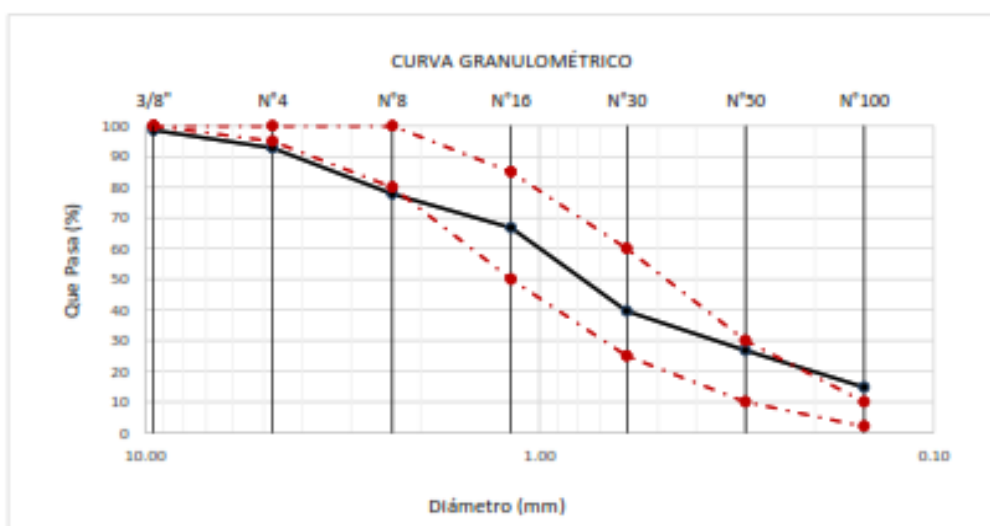
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : **EL CINCO-FERREÑAFE**

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	"C"
3/8"	9.520	1.4	1.4	98.6	100
Nº 4	4.750	5.8	7.2	92.8	95 - 100
Nº 8	2.360	15.0	22.2	77.8	80 - 100
Nº 16	1.180	11.0	33.2	66.8	50 - 85
Nº 30	0.600	27.2	60.4	39.6	25 - 60
Nº 50	0.300	12.8	73.2	26.8	10 - 30
Nº 100	0.150	12.0	85.2	14.8	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.83</b>



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 2 Granulometría Agregado Fino Cantera La Victoria



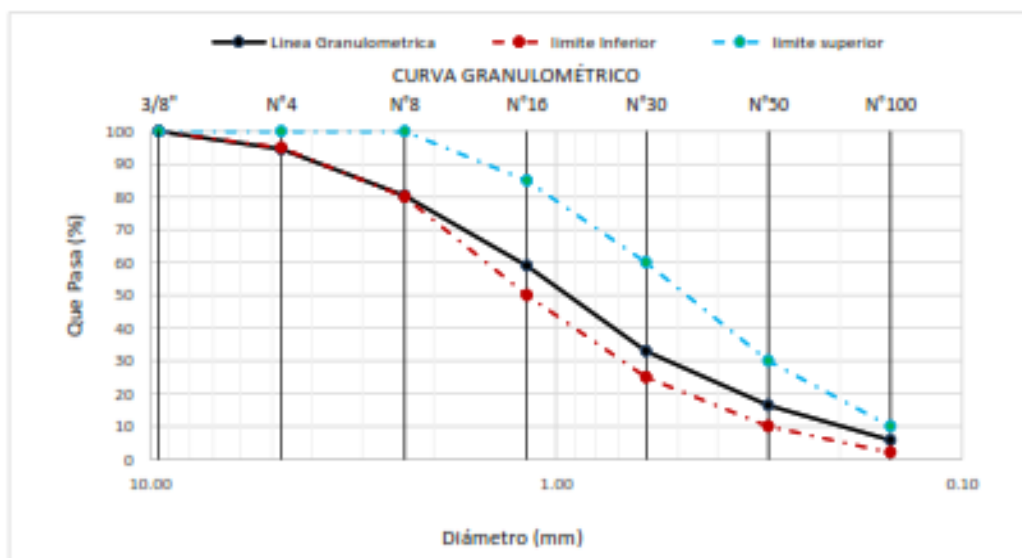
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334

RNP Servicios 50608589

Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 09 DE FEBRERO DEL 2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Gueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : **LA VICTORIA-PÁTAPO**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	5.4	5.4	95	95 - 100
Nº 8	2.360	14.2	19.6	80.4	80 - 100
Nº 16	1.180	21.4	41.0	59.0	50 - 85
Nº 30	0.600	26.0	67.0	33.0	25 - 60
Nº 50	0.300	16.6	83.6	16.4	10 - 30
Nº 100	0.150	10.6	94.2	5.8	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.11</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 3 Granulometría Agregado Fino Cantera Tres Tomas

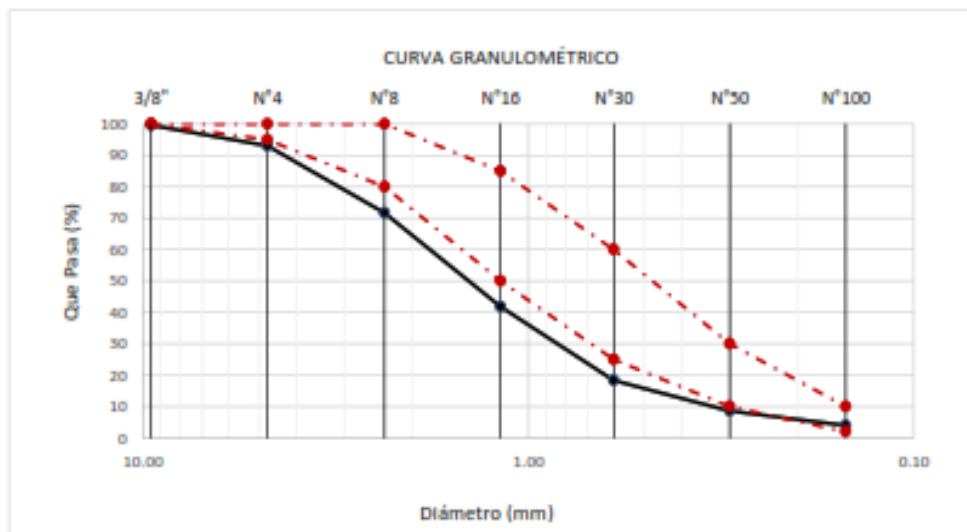


RNP Servicios 50605589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 09 DE FEBRERO DEL 2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : **TRES TOMAS FERREÑAFE**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.4	0.4	99.6	100
Nº 4	4.750	6.6	7.0	93.0	95 - 100
Nº 8	2.360	21.4	28.4	71.6	80 - 100
Nº 16	1.180	29.8	58.2	41.8	50 - 85
Nº 30	0.600	23.4	81.6	18.4	25 - 60
Nº 50	0.300	9.8	91.4	8.6	10 - 30
Nº 100	0.150	4.6	96.0	4.0	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.63</b>



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



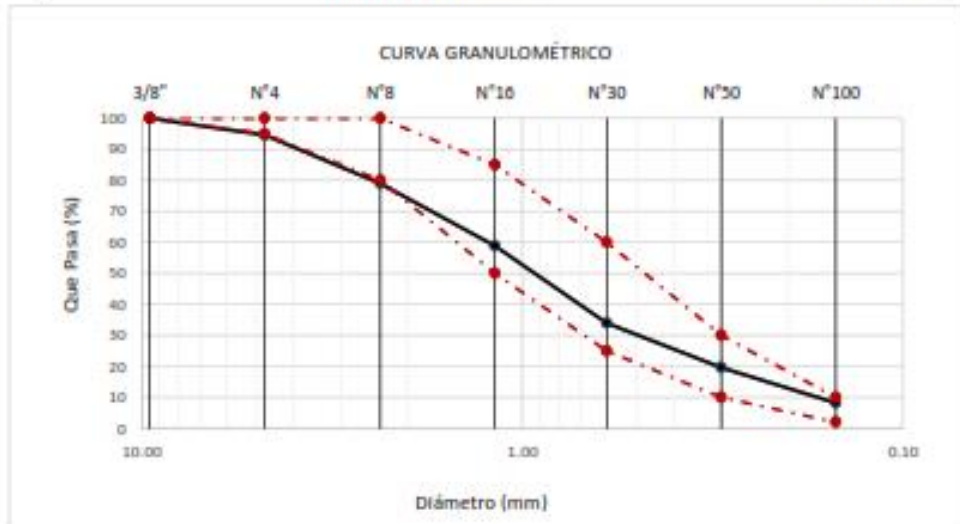
Anexo 4 Granulometría Agregado Fino Cantera Pacherras



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 09 DE FEBRERO DEL 2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Gueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : **LA MARGARITA-PACHERRES**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	3.4	3.4	94.6	95 - 100
Nº 8	2.300	15.6	21.0	79.0	80 - 100
Nº 16	1.180	20.2	41.2	58.8	50 - 65
Nº 30	0.600	24.8	66.0	34.0	25 - 60
Nº 50	0.300	14.4	80.4	19.6	10 - 30
Nº 100	0.150	11.4	91.8	8.2	2 - 10
<b>MODULO DE FINEZA</b>					<b>3.06</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



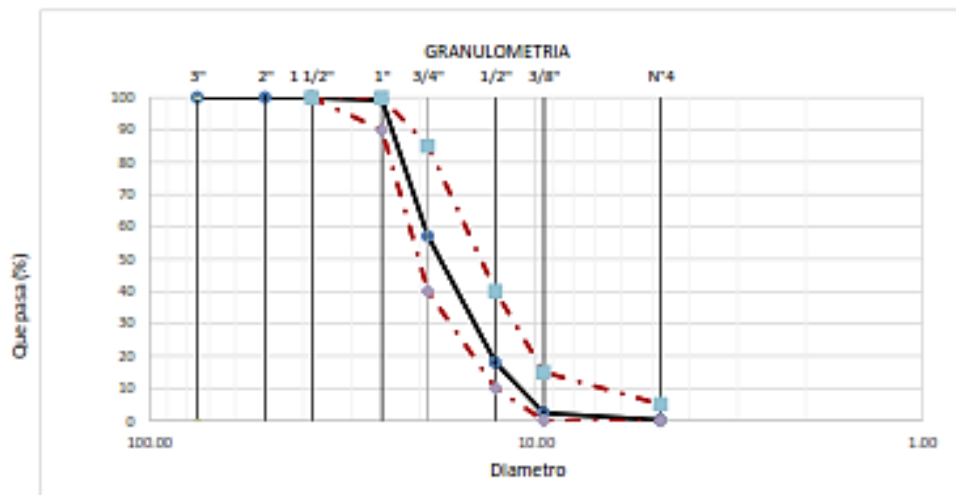
## Anexo 6 Granulometría Agregado Grueso Cantera Kamipao

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 09 DE FEBRERO DEL 2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : KAMIPAO

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Apertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.7	0.7	99.3	90 - 100
3/4"	19.00	42.3	43.0	57.0	40 - 85
1/2"	12.70	39.1	82.1	17.9	10 - 40
3/8"	9.52	15.6	97.7	2.3	0 - 15
N°4	4.75	2.2	99.9	0.1	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

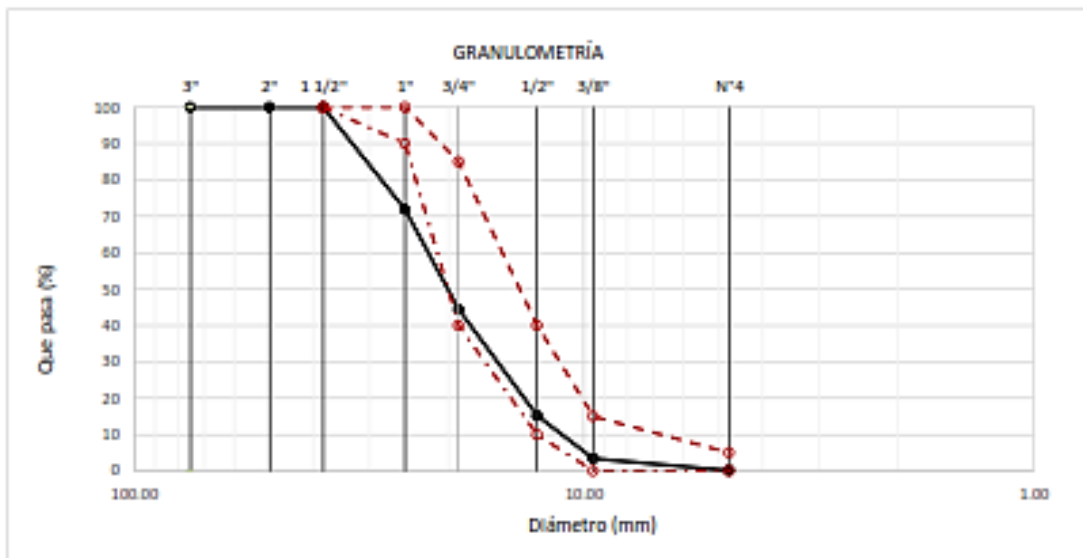
   
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL

## Anexo 7 Granulometría Agregado Grueso Cantera La Victoria

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 09 DE FEBRERO DEL 2021  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada      Cantera : LA VICTORIA-PÁTAPO

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	28.1	28.1	71.9	90 - 100
3/4"	19.00	27.5	55.6	44.4	40 - 85
1/2"	12.70	29.2	84.8	15.2	10 - 40
3/8"	9.52	11.8	96.6	3.4	0 - 15
N°4	4.75	3.3	99.9	0.1	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



### OBSERVACIONES :

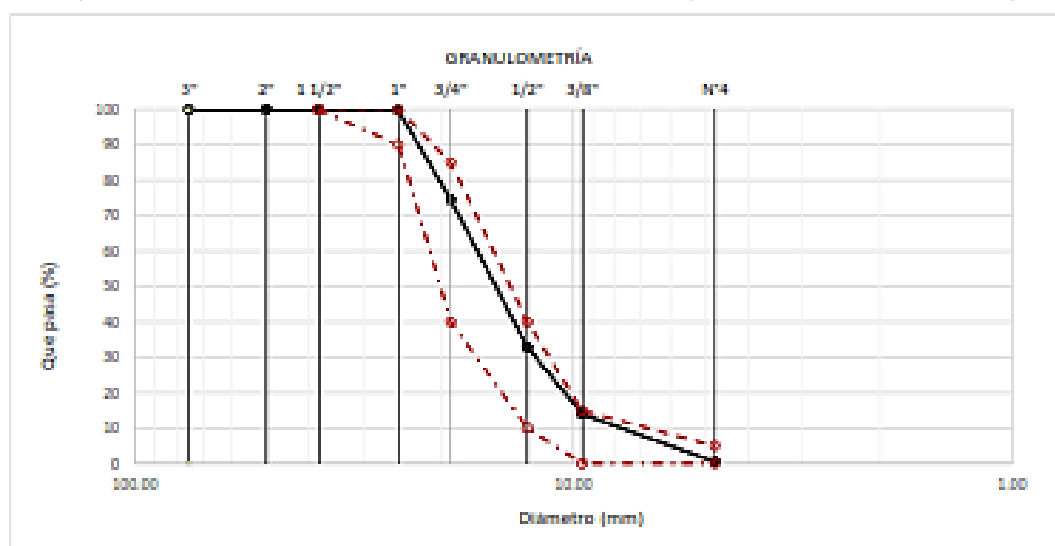
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Anexo 8 Granulometría Agregado Grueso Cantera Tres Tomas

**Solicitante** : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
**Proyecto** : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de recepción** : 09 DE FEBRERO DEL 2021  
**ENSAYO** : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

**Muestra** : Piedra Chancada **Cantera** : TRES TOMAS -FERREÑAÑE

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.4	0.4	99.6	99 - 100
3/4"	19.00	25.2	25.6	74.4	40 - 85
1/2"	12.50	41.6	67.2	32.8	10 - 40
3/8"	9.52	18.8	58.0	14.0	0 - 15
N°4	4.75	13.5	99.5	0.5	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Anexo 9 Granulometría Agregado Grueso Cantera Pacherres

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN

Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

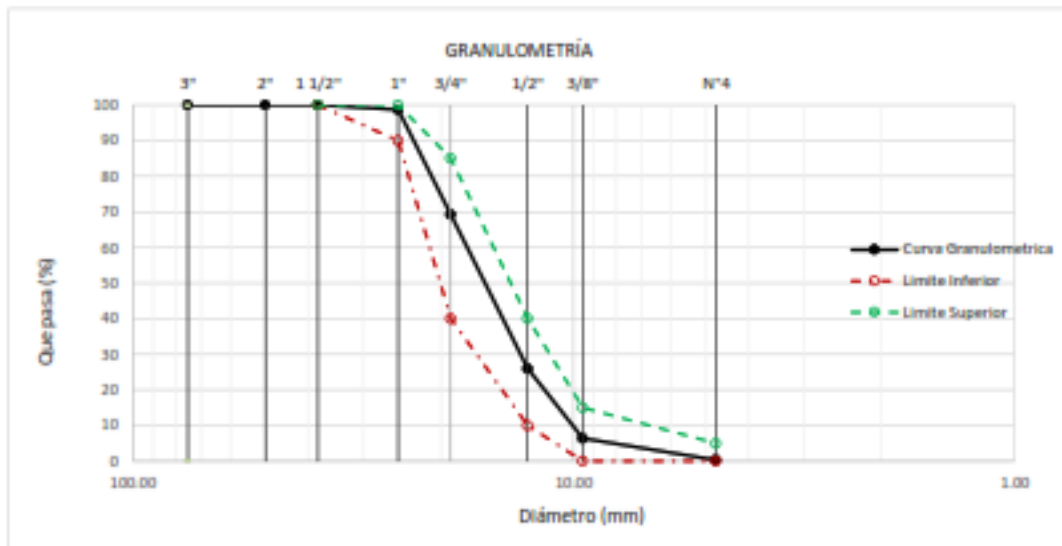
Fecha de recepción : 09 DE FEBRERO DEL 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P.- 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada Cantera : LA MARGARITA-PACHERRES

<i>Analisis Granulométrico por tamizado</i>					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	<b>HUSO</b>
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	<b>56</b>
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	1.3	1.3	98.7	90 - 100
3/4"	19.00	29.5	30.8	69.2	40 - 85
1/2"	12.70	43.2	74.0	26.0	10 - 40
3/8"	9.52	19.6	93.6	6.4	0 - 15
N°4	4.75	6.1	99.7	0.3	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904



Anexo 10 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera La Cría



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada                      Cantera:                      LA CRÍA -ROCA FUERTE

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.538
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.6

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 11 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Tres Tomas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada                      Cantera:                      TRES TOMAS -ASTRAMA

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.651
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.1

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 12 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera La Victoria



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera:

LA VICTORIA

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.506
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.6

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 13 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera Kamipao



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

### INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

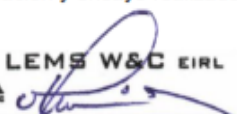
Cantera:

KAMIPAO

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.633
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.9

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 14 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Cantera Pacherras

### INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

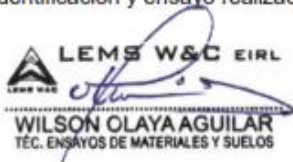
Cantera:

**PACHERRES**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.654
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.3

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 15 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera El Cinco



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirf.com

### INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022


Muestra : Arena Gruesa

Cantera : **EL CINCO**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.614
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.6

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 16 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera La Victoria



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

### INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : **LA VICTORIA**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.53
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.56

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 17 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera Tres Tomas



Prolongación Bolognesi Km. 3,5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : **TRES TOMAS ASTRAMA**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.58
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.3

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 18 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Cantera Pacherras



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

### INFORME

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : **PACHERRES-LA MARGARITA**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.658
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.5

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 19 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera La Victoria



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera:                      **LA VICTORIA**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1432
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1422
Contenido de Humedad	(%)	0.73
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1620
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1608
Contenido de Humedad	(%)	0.73

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Anexo 20 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera Tres Tomas



RNP Servicios 80608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada Cantera: TRES TOMAS

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1282
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1278
Contenido de Humedad	(%)	0.28
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1398
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1394
Contenido de Humedad	(%)	0.28

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
 LEMS W&C EIRL  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 21 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera Pacherras



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera:                      **PACHERRES**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1433
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1426
Contenido de Humedad	(%)	0.49
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1556
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1548
Contenido de Humedad	(%)	0.49

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 22 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera Kamipao



RNP Servicios 80608589

**LEMS W&C** EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada

Cantera:

**KAMIPAO**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1360
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1353
Contenido de Humedad	(%)	0.55
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1497
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1489
Contenido de Humedad	(%)	0.55

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 23 Peso Unitario y Humedad del agregado grueso Cantera La Cría



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada Cantera: LA CRÍA-ROCA FUERTE

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1296
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1293
Contenido de Humedad	(%)	0.28
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1550
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1545
Contenido de Humedad	(%)	0.28

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 24 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera El Cinco



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa Cantera: **EL CINCO**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	846
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	837
Contenido de Humedad	(%)	1.09
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	914
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	904
Contenido de Humedad	(%)	1.09

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 25 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera La Victoria



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com


Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa Cantera: LA VICTORIA

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1628
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1623
Contenido de Humedad	(%)	0.30
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1771
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1766
Contenido de Humedad	(%)	0.30

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Anexo 26 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera Pacherras



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa Cantera: **PACHERRES -LA MARGARITA**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	923
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	917
Contenido de Humedad	(%)	0.66
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	955
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	948
Contenido de Humedad	(%)	0.66

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 27 Peso Unitario y Humedad del agregado Fino Cantera Tres Tomas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZANTE PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : FEBRERO DEL 2021  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa Cantera: TRES TOMAS-ASTRAMA

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	798
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	778
Contenido de Humedad	(%)	2.66
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	884
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	861
Contenido de Humedad	(%)	2.66

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Anexo 28. Diseños de Mezclas para resistencia de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL "  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 05 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

- |                                    |       |                    |
|------------------------------------|-------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.533 | qr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.547 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 2     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 2     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 0.6   | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.3   | %                  |
| 7.- Módulo de fineza               | 3.11  |                    |

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

- |                                    |       |                    |
|------------------------------------|-------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.654 | qr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.689 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 2     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 1.3   | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.5   | %                  |
| 7.- Tamaño máximo                  | 1"    | Pulg.              |
| 8.- Tamaño máximo nominal          | 3/4"  | Pulg.              |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.4	94.6
Nº 08	14.2	80.4
Nº 16	21.4	59.0
Nº 30	26.0	33.0
Nº 50	16.6	16.4
Nº 100	10.6	5.8
Fondo	5.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.3	98.7
3/4"	29.5	69.2
1/2"	43.2	25.9
3/8"	19.6	6.3
Nº 04	6.1	0.2
Fondo	0.2	0.0



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL "  
 Fecha de recepción : 05 de febrero del 2021.  
 Referencia de pago : Pimentel, 24 de Junio del 2016 (Fact. N° 001-0011180).  
 DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2323  $\text{Kg/m}^3$   
 Resistencia promedio a los 7 días : 155  $\text{Kg/cm}^2$   
 Porcentaje promedio a los 7 días : 56 %  
 Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 10.8 bolsas/ $\text{m}^3$   
 Relación agua cemento de diseño : 0.496


Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	457 $\text{Kg/m}^3$	: Tipo I - PACASMAYO.			
Agua	227 L	: Potable de la zona.			
Agregado fino	909 $\text{Kg/m}^3$	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo			
Agregado grueso	730 $\text{Kg/m}^3$	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras			

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.99	1.60	21.1	Lts/ $\text{m}^3$
Proporción en volumen :	1.0	1.84	1.69	21.1	Lts/ $\text{m}^3$

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 29 Diseños de Mezclas para resistencia de $f'c$ 350 kg/cm<sup>2</sup>

### INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL "  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 05 de febrero del 2021.

### DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

- |                                    |       |                    |
|------------------------------------|-------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.533 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.547 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 2     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 2     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 0.6   | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.3   | %                  |
| 7.- Módulo de fineza               | 3.11  |                    |

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

- |                                    |       |                    |
|------------------------------------|-------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.654 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.689 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 2     | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 1.3   | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.5   | %                  |
| 7.- Tamaño máximo                  | 1"    | Pulg.              |
| 8.- Tamaño máximo nominal          | 3/4"  | Pulg.              |

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.4	94.6
Nº 08	14.2	80.4
Nº 16	21.4	59.0
Nº 30	26.0	33.0
Nº 50	16.6	16.4
Nº 100	10.6	5.8
Fondo	5.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.3	98.7
3/4"	29.5	69.2
1/2"	43.2	25.9
3/8"	19.6	6.3
Nº 04	6.1	0.2
Fondo	0.2	0.0



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL "**

Fecha de recepción : 05 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2323 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 155 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 44 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 12.9 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.411

Cantidad de materiales por metro cúbico :

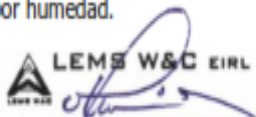
Cemento 549 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
Agua 226 L : Potable de la zona.  
Agregado fino 823 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
Agregado grueso 725 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherrerres - Pacherrerres

Proporción en peso :  
Cemento 1.0 Arena 1.50 Piedra 1.32 Agua 17.5 Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 1.39 1.39 17.5 Lts/pie<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

## Anexo 30 Peso Específico del Cemento



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de emisión : 15 febrero 2021  
ENSAYO :  
CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland  
NORMA : NTP 334.005

Muestra **Cemento Portland Tipo I**

EMPRESA **PACASMAYO S.A**

<b>Masa de Cemento Portland Tipo I</b>	(gr)	64
<b>Vol.inicial kerosene</b>	(ml)	0
<b>Vol.final desplazado kerosene</b>	(ml)	20.6
<b>densidad (CTI)</b>	(g/ml)	<b>3.11</b>

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 31 Peso Específico de la CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021  
ENSAYO : DENSIDAD DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA)  
NORMA : ASTM C 188-95(Reaprovaba 2003)  
Muestra **Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar(CBCA)** EMPRESA **E.A.I. POMALCA**

Peso de CBCA (gr)	50
Vol.inicial kerosene (ml)	0
Vol.final desplazado kerosene (cm3)	22.8
densidad (CBCA)	(g/cm3) <b>2.19</b>

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 32 Contenido de Humedad de la CBCA

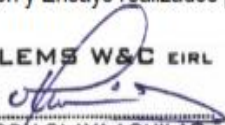

### INFORME

Peticionario : Coronel Camino Ramiro Stalin  
Proyecto: **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL "**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción ABRIL DEL 2021  
Ensayo : Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete  
Referencia : ASTM C311

Muestra	CBCA(Recibida)
Peso del material recibida (A)	100 gr
Peso del Recipiente(tara)	49.1 gr
Peso neto de la masa seca+Recipiente	148 gr
Peso de la masa seca	98.90 gr
Perdida de masa (B)	1.10 gr
Contenido de Humedad	1.10 %

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.

  
 **LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 33 Ensayo de la Finura de la CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

### INFORME

Peticionario : Coronel Camino Ramiro Stalin  
Proyecto: Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL "  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción ABRIL DEL 2021  
Ensayo : CEMENTOS. Metodo de ensayo para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de 45µm (N°325)  
Referencia N.T.P. 334.045:2010

Muestra	CBCA
Cantidad de la Muestra	1000 gr
Residuo sobre el Tamiz # 325	486.3 gr
Residuo medido el Tamiz # 325 (%)	48.63 %
Residuo Corregido para Cenizas	33.28 %

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo , identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 34 Ensayo de Índice Puzolánico de la CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Coronel Camino Ramiro Stalin  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Recepción : Pimentel, 02 de Abril del 2021  
Ensayo : CEMENTOS. Metodo de ensayo para determinar el indice de actividad puzolanica utilizando cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 334.066:2008

### INFORME

MUESTRAS	% CBCA	IP(%) 7D	IP(%) 28D
Muestras del grupo Experimental <b>MUESTRAS A</b>	20	65.39	75.88
Muestras del grupo Control <b>MUESTRAS B</b>	0		

### OBSERVACIONES:

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 35 Informe del análisis químico a la CBCA



Ing. R. Kobi Coronel Camino  
C.I.P. 135617  
Reg. Nac. Proveedores N° C53026

### INFORME DE ANÁLISIS CBCA -2021

#### 1. DATOS DEL SOLICITANTE

- 1.1. Solicitante : Ramiro Stalin Coronel Camino  
1.2. DNI : 40482233.  
1.3. Tesis : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL".

#### 2. CRONOGRAMA DE FECHAS

- 2.1. Fecha recibida : 27 / 05 / 2021  
2.2. Fecha de ensayo : 28 / 05 / 2021  
2.3. Fecha de Emisión : 31 / 05 / 2021

#### 3. ANÁLISIS SOLICITADO: Fluorescencia Rayos X-Análisis de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

#### 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA

- 4.1. Código : CBCA  
4.2. Procedencia : Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A-Lambayeque

#### 5. RESULTADOS

Componente Químico	Óxido de Silicio SiO <sub>2</sub>	Óxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de calcio CaO	Óxido de manganeso MnO	Trióxido de azufre SO <sub>3</sub>	Óxido de Potasio KO <sub>2</sub>	LOI	Elementos Livianos <sup>(1)</sup>
%	47.97	8.92	9.46	7.58	7.73	1.03	9.67	3.45	4.19

<sup>(1)</sup>Elementos Livianos (del hidrógeno al sodio).

Clasificación: Norma ASTM C618: TIPO C

#### 6. VALIDEZ DEL INFORME

Los resultados de este informe Técnico son válidos sólo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe.

#### OBSERVACIONES:

- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a la muestra proporcionada por el Solicitante.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del solicitante.
- %: Porcentaje masa-masa (g/g)

CONDICIONES DE OPERACIÓN y ANÁLISIS FRX:  
Equipo: ANALIZADOR DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X.  
Temperatura de ambiente: 28 °C  
Humedad: 9%

  
Ing. Kobi Coronel Camino  
INGENIERO QUIMICO  
C.I.P. 135617

El suscrito no se responsabiliza del muestreo ni la procedencia de la muestra.

Trujillo 31 de mayo del 2021

E - Mail: [kobijpc13@hotmail.com](mailto:kobijpc13@hotmail.com)

Fono : 982183507

Anexo 36 Ensayo de Asentamiento del Hormigón Fresco en mezclas para vigas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021  
 ENSAYO : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland  
 NORMA : NTP 339.035  
 Diseño : Vigas Prismáticas

Adición	slump (plg)	slump (plg)
%	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	4.2	4.3
5%	4	3.9
10%	3.6	3.6
15%	2.9	2.8
20%	1.8	1.4

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 37 Ensayo de Asentamiento del Hormigón Fresco en mezclas cilíndricas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021  
ENSAYO : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland  
NORMA : NTP 339.035

Adición	slump (plg) 280 kg/cm <sup>2</sup>	slump (plg) 350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	4	4
5%	3.8	4
10%	3.5	3.5
15%	3	2.6
20%	2	1.9

- Muestreo ,identificación y Ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 38 Ensayo de Temperatura del Hormigón Fresco en muestras cilíndricas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021  
ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).  
NORMA : NTP 339.184:2013.

Adición	Temperatura °C	Temperatura °C
%	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	30.8	31.4
5%	30.9	31.6
10%	30.9	31.8
15%	31.2	32.4
20%	32.8	35.2

- Muestreo ,identificación y Ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 39 Ensayo de Temperatura del Hormigón Fresco en muestras Prismáticas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque


R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021  
ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).  
NORMA : NTP 339.184:2013.

Adición	Temperatura °C	Temperatura °C
%	280 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>3</sup>
0%	30.5	32.8
5%	30.5	32.6
10%	31	32.7
15%	31.5	32.9
20%	33.3	38.6

- Muestreo ,identificación y Ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 40 Ensayo de Peso Unitario y rendimiento del Hormigón Fresco  $f'c$  280  
kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021

ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la Densidad(peso unitario), Rendimiento y contenido de aire del hormigón (concreto).  
NORMA : NTP 339.046:2008.  
DISEÑO :  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Adición (%)	P.U.Prom (gr/cm3)	Peso Tanda(gr/cm3) para 1m3	Rendimiento
0	2.36	2.32	0.98
5	2.36	2.32	0.98
10	2.35	2.32	0.99
15	2.36	2.32	0.98
20	2.36	2.32	0.98

- Muestreo ,identificación y Ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON CLAYA AGUILAR  
I.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 41 Ensayo de Peso Unitario y rendimiento del Hormigón Fresco  $f'c$   
350kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : **Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLANICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".**

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 DE MARZO 2021

ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la Densidad(peso unitario), Rendimiento y contenido de aire del hormigón (concreto).  
NORMA : NTP 339.046:2008.  
DISEÑO :  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>

Adición (%)	P.U.Prom (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Tanda(gr/cm <sup>3</sup> ) para 1m <sup>3</sup>	Rendimiento
0	2.40	2.32	0.97
5	2.39	2.32	0.97
10	2.39	2.32	0.97
15	2.38	2.32	0.98
20	2.36	2.32	0.99

- Muestreo ,identificación y Ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TEC. EN CIENCIAS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 346904



Anexo 42 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 0% de sustitución en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)
01	Testigo 1	0	280	26/01/2021	02/02/2021	7	36266	15.00	176.71	205.22	73.3
02	Testigo 2	0	280	26/01/2021	02/02/2021	7	33200	15.00	176.71	187.88	67.1
03	Testigo 3	0	280	26/01/2021	02/02/2021	7	34971	14.95	175.54	199.22	71.1
04	Testigo 4	0	280	27/01/2021	10/02/2021	14	41820	15.00	176.71	236.65	84.5
05	Testigo 5	0	280	27/01/2021	10/02/2021	14	39284	15.00	176.71	222.30	79.4
06	Testigo 6	0	280	27/01/2021	10/02/2021	14	39770	15.00	176.71	225.05	80.4
07	Testigo 7	0	280	01/03/2021	29/03/2021	28	52258	15.00	176.71	295.72	105.6
08	Testigo 8	0	280	01/03/2021	29/03/2021	28	52011	15.00	176.71	294.32	105.1
09	Testigo 9	0	280	01/03/2021	29/03/2021	28	51564	15.10	179.08	287.94	102.8

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 43 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 5% de sustitución en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



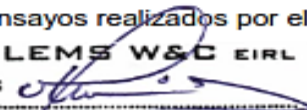
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
10	Testigo 10	5	280	26/01/2021	02/02/2021	7	33866	15.00	176.71	191.64	68.4
11	Testigo 11	5	280	26/01/2021	02/02/2021	7	32524	15.00	176.71	184.05	65.7
12	Testigo 12	5	280	26/01/2021	02/02/2021	7	33447	15.00	176.71	189.27	67.6
13	Testigo 13	5	280	27/01/2021	10/02/2021	14	40912	15.00	176.71	231.52	82.7
14	Testigo 14	5	280	27/01/2021	10/02/2021	14	39417	15.00	176.71	223.05	79.7
15	Testigo 15	5	280	27/01/2021	10/02/2021	14	37949	14.95	175.54	216.19	77.2
16	Testigo 16	5	280	01/03/2021	29/03/2021	28	51935	15.00	176.71	293.89	105.0
17	Testigo 17	5	280	01/03/2021	29/03/2021	28	51990	15.20	181.46	286.51	102.3
18	Testigo 18	5	280	01/03/2021	29/03/2021	28	52513	15.10	179.08	293.24	104.7

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 44 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 10% de sustitución en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
19	Testigo 19	10	280	26/01/2021	02/02/2021	7	32231	15.10	179.08	179.98	64.3
20	Testigo 20	10	280	26/01/2021	02/02/2021	7	33152	15.10	179.08	185.13	66.1
21	Testigo 21	10	280	26/01/2021	02/02/2021	7	33574	15.00	176.71	189.99	67.9
22	Testigo 22	10	280	27/01/2021	10/02/2021	14	32516	15.10	179.08	181.57	64.8
23	Testigo 23	10	280	27/01/2021	10/02/2021	14	33335	15.00	176.71	188.64	67.4
24	Testigo 24	10	280	27/01/2021	10/02/2021	14	33166	15.00	176.71	187.68	67.0
25	Testigo 25	10	280	01/03/2021	29/03/2021	28	31872	15.00	176.71	180.36	64.4
26	Testigo 26	10	280	01/03/2021	29/03/2021	28	32337	15.20	181.46	178.20	63.6
27	Testigo 27	10	280	01/03/2021	29/03/2021	28	33169	15.00	176.71	187.70	67.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 45 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 15% de sustitución en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



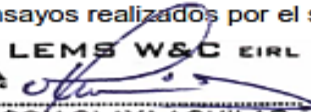
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
28	Testigo 28	15	280	26/01/2021	02/02/2021	7	34284	14.98	176.24	194.53	69.5
29	Testigo 29	15	280	26/01/2021	02/02/2021	7	33563	15.00	176.71	189.93	67.8
30	Testigo 30	15	280	26/01/2021	02/02/2021	7	34889	15.00	176.71	197.43	70.5
31	Testigo 31	15	280	27/01/2021	10/02/2021	14	34892	15.00	176.71	197.45	70.5
32	Testigo 32	15	280	27/01/2021	10/02/2021	14	33770	15.00	176.71	191.10	68.3
33	Testigo 33	15	280	27/01/2021	10/02/2021	14	32072	15.00	176.71	181.49	64.8
34	Testigo 34	15	280	01/03/2021	29/03/2021	28	32493	15.00	176.71	183.87	65.7
35	Testigo 35	15	280	01/03/2021	29/03/2021	28	35906	15.20	181.46	197.87	70.7
36	Testigo 36	15	280	01/03/2021	29/03/2021	28	34381	15.10	179.08	191.99	68.6

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 46 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 20% de sustitución en diseños de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>




Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
37	Testigo 37	20	280	26/01/2021	02/02/2021	7	24335	15.00	176.71	137.71	49.2
38	Testigo 38	20	280	26/01/2021	02/02/2021	7	24771	15.00	176.71	140.17	50.1
39	Testigo 39	20	280	26/01/2021	02/02/2021	7	23034	15.00	176.71	130.35	46.6
40	Testigo 40	20	280	01/03/2021	15/03/2021	14	27772	15.00	176.71	157.15	56.1
41	Testigo 41	20	280	01/03/2021	15/03/2021	14	27088	15.10	179.08	151.27	54.0
42	Testigo 42	20	280	01/03/2021	15/03/2021	14	28659	15.10	179.08	160.03	57.2
43	Testigo 43	20	280	01/03/2021	29/03/2021	28	21854	15.00	176.71	123.67	44.2
44	Testigo 44	20	280	01/03/2021	29/03/2021	28	22462	15.00	176.71	127.11	45.4
45	Testigo 45	20	280	01/03/2021	29/03/2021	28	20609	14.90	174.37	118.19	42.2

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 47 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 0% de sustitución en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



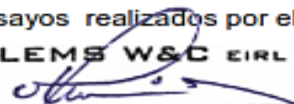
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
01	Testigo 1	0	350	23/01/2021	30/01/2021	7	58239	15.05	177.89	327.38	93.5
02	Testigo 2	0	350	23/01/2021	30/01/2021	7	54880	15.20	181.46	302.44	86.4
03	Testigo 3	0	350	23/01/2021	30/01/2021	7	55694	15.10	179.08	311.00	88.9
04	Testigo 4	0	350	23/01/2021	06/02/2021	14	67737	15.10	179.08	378.25	108.1
05	Testigo 5	0	350	23/01/2021	06/02/2021	14	63458	15.00	176.71	359.10	102.6
06	Testigo 6	0	350	23/01/2021	06/02/2021	14	64767	15.10	179.08	361.67	103.3
07	Testigo 7	0	350	25/01/2021	22/02/2021	28	74462	15.20	181.46	410.35	117.2
08	Testigo 8	0	350	25/01/2021	22/02/2021	28	69177	15.10	179.08	386.30	110.4
09	Testigo 9	0	350	25/01/2021	22/02/2021	28	70582	15.00	176.71	399.41	114.1

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 48 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 5% de sustitución en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
10	Testigo 10	5	350	23/01/2021	30/01/2021	7	50547	15.20	181.46	278.56	79.6
11	Testigo 11	5	350	23/01/2021	30/01/2021	7	46195	15.00	176.71	261.41	74.7
12	Testigo 12	5	350	23/01/2021	30/01/2021	7	50691	15.00	176.71	286.85	82.0
13	Testigo 13	5	350	23/01/2021	06/02/2021	14	54095	15.00	176.71	306.12	87.5
14	Testigo 14	5	350	23/01/2021	06/02/2021	14	55270	14.90	174.37	316.98	90.6
15	Testigo 15	5	350	23/01/2021	06/02/2021	14	50898	15.00	176.71	288.03	82.3
16	Testigo 16	5	350	25/01/2021	22/02/2021	28	67821	15.10	179.08	378.72	108.2
17	Testigo 17	5	350	25/01/2021	22/02/2021	28	64672	15.00	176.71	365.97	104.6
18	Testigo 18	5	350	25/01/2021	22/02/2021	28	63491	15.00	176.71	359.28	102.7

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 49 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 10% de sustitución en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



RNP Servicios S0608509

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
19	Testigo 19	10	350	23/01/2021	30/01/2021	7	57469	15.10	179.08	320.92	91.7
20	Testigo 20	10	350	23/01/2021	30/01/2021	7	54353	15.10	179.08	303.52	86.7
21	Testigo 21	10	350	23/01/2021	30/01/2021	7	52635	15.00	176.71	297.85	85.1
22	Testigo 22	10	350	23/01/2021	06/02/2021	14	59544	15.10	179.08	332.50	95.0
23	Testigo 23	10	350	23/01/2021	06/02/2021	14	58364	15.00	176.71	330.27	94.4
24	Testigo 24	10	350	23/01/2021	06/02/2021	14	54266	15.00	176.71	307.08	87.7
25	Testigo 25	10	350	25/01/2021	22/02/2021	28	59166	15.00	176.71	334.81	95.7
26	Testigo 26	10	350	25/01/2021	22/02/2021	28	59779	15.20	181.46	329.44	94.1
27	Testigo 27	10	350	25/01/2021	22/02/2021	28	57870	15.00	176.71	327.48	93.6

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Anexo 50 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 15% de sustitución en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
28	Testigo 28	15	350	23/01/2021	30/01/2021	7	51522	15.00	176.71	291.56	83.3
29	Testigo 29	15	350	23/01/2021	30/01/2021	7	47442	15.10	179.08	264.92	75.7
30	Testigo 30	15	350	23/01/2021	30/01/2021	7	48676	15.00	176.71	275.45	78.7
31	Testigo 31	15	350	23/01/2021	06/02/2021	14	54264	15.00	176.71	307.07	87.7
32	Testigo 32	15	350	23/01/2021	06/02/2021	14	49801	15.00	176.71	281.82	80.5
33	Testigo 33	15	350	23/01/2021	06/02/2021	14	51969	15.10	179.08	290.20	82.9
34	Testigo 34	15	350	25/01/2021	22/02/2021	28	44163	15.10	179.08	246.61	70.5
35	Testigo 35	15	350	25/01/2021	22/02/2021	28	47146	15.00	176.71	266.79	76.2
36	Testigo 36	15	350	25/01/2021	22/02/2021	28	43444	15.00	176.71	245.84	70.2

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 51 Ensayo a compresión muestras cilíndricas con 20% de sustitución en diseños de  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



RNP Servicios S0608509


Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA(CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO DEL 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	ADICIÓN %	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (%)
37	Testigo 37	20	350	23/01/2021	30/01/2021	7	41700	15.00	176.71	235.97	67.4
38	Testigo 38	20	350	23/01/2021	30/01/2021	7	42081	15.00	176.71	238.13	68.0
39	Testigo 39	20	350	23/01/2021	30/01/2021	7	39733	15.00	176.71	224.84	64.2
40	Testigo 40	20	350	23/01/2021	06/02/2021	14	34723	15.00	176.71	196.49	56.1
41	Testigo 41	20	350	23/01/2021	06/02/2021	14	33648	15.10	179.08	187.90	53.7
42	Testigo 42	20	350	23/01/2021	06/02/2021	14	31129	15.10	179.08	173.83	49.7
43	Testigo 43	20	350	25/01/2021	22/02/2021	28	37891	15.00	176.71	214.42	61.3
44	Testigo 44	20	350	25/01/2021	22/02/2021	28	34659	15.00	176.71	196.13	56.0
45	Testigo 45	20	350	25/01/2021	22/02/2021	28	36578	14.90	174.37	209.77	59.9

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 52 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
 Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	$\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Área cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{cProm}$ Kg/cm <sup>3</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	0	7	M-1	15.0	30	205.08	82.03	13.96	0.0005072	176.71	148915.0563	268060.7055
26/02/2021	05/03/2021	280	0	7	M-2	15.0	30	187.75	75.10	12.78	0.0002214	176.71	363676.9342	
26/02/2021	05/03/2021	280	0	7	M-3	15.0	30	197.76	79.10	13.55	0.0002748	175.54	291590.1259	
27/02/2021	13/03/2021	280	0	14	M-16	15.0	29.95	236.49	94.60	16.09	0.0003715	176.71	244198.4538	277290.3237
27/02/2021	13/03/2021	280	0	14	M-17	15.0	30	222.15	88.86	15.12	0.0002771	176.71	324746.5215	
27/02/2021	13/03/2021	280	0	14	M-18	15.0	30.1	224.90	89.96	15.30	0.0003339	176.71	262925.9959	
01/03/2021	29/03/2021	280	0	28	M-31	15.0	30	295.51	118.21	20.11	0.0004138	176.71	269677.3694	293575.405
01/03/2021	29/03/2021	280	0	28	M-32	15.0	30	294.12	117.65	20.01	0.0003546	176.71	320530.8549	
01/03/2021	29/03/2021	280	0	28	M-33	15.1	30	287.74	115.10	19.58	0.0003788	179.08	290517.9909	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 53 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
 Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	Diámetro $\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{cProm}$ Kg/cm <sup>3</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	5	7	M-4	15	29.9	191.51	76.60	13.03	0.0002520	176.71	314780.1467	287616.6947
26/02/2021	05/03/2021	280	5	7	M-5	15	30	183.92	73.57	12.52	0.0002387	176.71	323476.0518	
26/02/2021	05/03/2021	280	5	7	M-6	15	30	189.14	75.66	12.87	0.0003296	176.71	224593.8856	
27/02/2021	13/03/2021	280	5	14	M-19	15	30	231.36	92.54	15.74	0.0003723	176.71	238317.8081	284744.5288
27/02/2021	13/03/2021	280	5	14	M-20	15	30	222.90	89.16	15.17	0.0002924	176.71	305188.6861	
27/02/2021	13/03/2021	280	5	14	M-21	14.95	30.1	216.04	86.42	14.70	0.0002808	175.54	310727.0923	
01/03/2021	29/03/2021	280	5	28	M-34	15	30.1	293.69	117.48	18.79	0.0003965	176.71	284864.2979	300814.0685
01/03/2021	29/03/2021	280	5	28	M-35	15.2	30	286.32	114.53	19.07	0.0003471	181.46	321281.2361	
01/03/2021	29/03/2021	280	5	28	M-36	15.1	30	293.04	117.21	19.80	0.0003788	179.08	296296.6714	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 54 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
Referencia : **ASTM C-469**

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	$\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c Prom}$ Kg/cm <sup>2</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	10	7	M-7	15.1	30	194.39	77.76	13.44	0.0002689	179.08	293840.6491	272672.8741
26/02/2021	05/03/2021	280	10	7	M-8	15.1	30	189.80	75.92	13.09	0.0002909	179.08	260797.4	
26/02/2021	05/03/2021	280	10	7	M-9	15.0	30.1	197.30	78.92	13.60	0.0002980	176.71	263380.6135	
27/02/2021	13/03/2021	280	10	14	M-22	15.1	30	197.31	78.93	13.61	0.0003195	179.08	242362.1162	277240.7344
27/02/2021	13/03/2021	280	10	14	M-23	15.0	30	190.97	76.39	12.97	0.0002472	176.71	321595.515	
27/02/2021	13/03/2021	280	10	14	M-24	15.0	30	181.36	72.55	12.31	0.0002750	176.71	267764.5719	
01/03/2021	29/03/2021	280	10	28	M-37	15.0	30	183.75	73.50	12.56	0.0002552	176.71	296991.3011	311874.9712
01/03/2021	29/03/2021	280	10	28	M-38	15.2	30	197.74	79.09	13.46	0.0002544	181.46	321121.3413	
01/03/2021	29/03/2021	280	10	28	M-39	15.0	30	194.42	77.77	13.06	0.0002538	176.71	317512.2712	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 55 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas f'c 280 kg/cm2 con 15% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
 Referencia : **ASTM C-469**

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	φ(cm)	L(cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>s</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c Prom</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	15	7	M-10	14.98	30	179.86	71.94	12.08	0.000359	176.24	193915.7491	212297.6574
26/02/2021	05/03/2021	280	15	7	M-11	15	30	185.00	74.00	12.59	0.000387	176.71	182471.8359	
26/02/2021	05/03/2021	280	15	7	M-12	15	30	189.86	75.94	12.92	0.000292	176.71	260505.3873	
27/02/2021	13/03/2021	280	15	14	M-25	15	30	181.45	72.58	12.35	0.000294	176.71	246365.9476	243379.3212
27/02/2021	13/03/2021	280	15	14	M-26	15	29.95	188.51	75.40	12.83	0.000354	176.71	205702.5498	
27/02/2021	13/03/2021	280	15	14	M-27	15	29.95	187.55	75.02	12.76	0.000274	176.71	278069.4662	
01/03/2021	29/03/2021	280	15	28	M-40	15	30.1	180.23	72.09	12.26	0.000279	176.71	261253.0217	248786.4799
01/03/2021	29/03/2021	280	15	28	M-41	15.2	30	178.08	71.23	12.12	0.000318	181.46	220654.7368	
01/03/2021	29/03/2021	280	15	28	M-42	15.1	30	187.57	75.03	12.76	0.000285	179.08	264451.6812	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 56 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> con 20% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	φ(cm)	L(cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>s</sub> (S <sub>s</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c Prom</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
26/02/2021	05/03/2021	280	20	7	M-13	15	30	137.61	55.05	9.28	0.0002958	176.71	186209.7303	191935.8831
26/02/2021	05/03/2021	280	20	7	M-14	15	30	140.08	56.03	9.60	0.0003145	176.71	175588.2516	
26/02/2021	05/03/2021	280	20	7	M-15	15	30	130.26	52.10	8.86	0.0002520	176.71	214009.6674	
01/03/2021	15/03/2021	280	20	14	M-28	15	30	157.05	62.82	16.69	0.0003525	176.71	152482.4809	166327.9031
01/03/2021	15/03/2021	280	20	14	M-29	15.1	30.1	151.16	60.46	17.09	0.0003021	179.08	172020.9885	
01/03/2021	15/03/2021	280	20	14	M-30	15.1	30	159.92	63.97	15.71	0.0003266	179.08	174480.2399	
01/03/2021	29/03/2021	280	20	28	M-43	15	29.98	123.58	49.43	8.41	0.0002687	176.71	187569.374	166491.1833
01/03/2021	29/03/2021	280	20	28	M-44	15	30	127.02	50.81	8.64	0.0003053	176.71	165162.855	
01/03/2021	29/03/2021	280	20	28	M-45	14.9	30	118.11	47.25	8.04	0.0003172	174.37	146741.3208	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 57 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	$\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\ Prom}$ Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	0	7	M-1	15.05	30	327.16	130.86	49.03	0.000350694	177.89	272128.1	266742.2373
23/01/2021	30/01/2021	350	0	7	M-2	15.2	30	302.23	120.89	45.36	0.000337555	181.46	262685.5	
23/01/2021	30/01/2021	350	0	7	M-3	15.1	30	310.79	124.32	41.43	0.000362271	179.08	265413.1	
23/01/2021	06/02/2021	350	0	14	M-16	15	30	377.99	151.20	54.98	0.00037816	179.08	293187.4	268612.70
23/01/2021	06/02/2021	350	0	14	M-17	15	30	358.85	143.54	55.12	0.00043051	176.71	232390.0	
23/01/2021	06/02/2021	350	0	14	M-18	15	30	361.42	144.57	54.20	0.00037243	179.08	280260.8	
25/01/2021	22/02/2021	350	0	28	M-31	15.2	30	410.07	164.03	56.65	0.00045095	181.46	267820.4	274456.98
25/01/2021	22/02/2021	350	0	28	M-32	15.1	30	386.03	154.41	51.69	0.00042901	179.08	271043.2	
25/01/2021	22/02/2021	350	0	28	M-33	15	30.1	399.14	159.65	56.62	0.00041213	176.71	284507.3	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Anexo 58 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	$\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{cProm}$ Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	5	7	M-4	15.2	30	278.37	111.35	43.79	0.0003125	181.46	257325.0078	253903.0936
23/01/2021	30/01/2021	350	5	7	M-5	15	30	261.23	104.49	37.42	0.0003207	176.71	247827.7238	
23/01/2021	30/01/2021	350	5	7	M-6	15	30.1	286.66	114.66	37.54	0.0003506	176.71	256556.5491	
23/01/2021	06/02/2021	350	5	14	M-19	15	30.5	305.91	122.36	42.79	0.0003456	176.71	269148.001	264549.9729
23/01/2021	06/02/2021	350	5	14	M-20	14.9	29.95	316.76	126.70	47.39	0.0003466	174.37	267413.053	
23/01/2021	06/02/2021	350	5	14	M-21	15	29.5	287.83	115.13	40.40	0.0003407	176.71	257088.8648	
25/01/2021	22/02/2021	350	5	28	M-34	15.1	29.9	378.46	151.39	58.13	0.0003812	179.08	281607.5465	278897.6159
25/01/2021	22/02/2021	350	5	28	M-35	15	30	365.72	146.29	56.30	0.0003787	176.71	273765.8556	
25/01/2021	22/02/2021	350	5	28	M-36	15	30.1	359.04	143.61	62.57	0.0003381	176.71	281319.4457	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 59 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas f'c 350 kg/cm2 con 10% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE GENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
 Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	f'c de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	φ(cm)	σ <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40%σ <sub>u</sub> ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	ε unitaria ε <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c Prom</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	10	7	M-7	15.1	320.696	128.278	46.146	0.000	179.079	268573.631	263099.0704
23/01/2021	30/01/2021	350	10	7	M-8	15.1	303.307	121.323	46.130	0.000	179.079	263136.021	
23/01/2021	30/01/2021	350	10	7	M-9	15	297.648	119.059	44.684	0.000	176.715	257587.559	
23/01/2021	06/02/2021	350	10	14	M-22	15.1	332.276	132.910	50.649	0.000	179.079	275837.294	268716.7398
23/01/2021	06/02/2021	350	10	14	M-23	15	330.043	132.017	49.037	0.000	176.715	271671.733	
23/01/2021	06/02/2021	350	10	14	M-24	15	306.874	122.750	55.118	0.000	176.715	258641.192	
25/01/2021	22/02/2021	350	10	28	M-37	15	334.582	133.833	58.167	0.000	176.715	277989.483	278939.3988
25/01/2021	22/02/2021	350	10	28	M-38	15.2	329.210	131.684	51.008	0.000	181.458	283368.271	
25/01/2021	22/02/2021	350	10	28	M-39	15	327.252	130.901	55.882	0.000	176.715	275460.442	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 60 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de sustitución.

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	$\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{ Prom}}$ Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	15	7	M-10	15	30	291.36	116.54	37.70	0.00035719	176.71	256670.3	250923.7
23/01/2021	30/01/2021	350	15	7	M-11	15.1	29.8	264.74	105.90	35.12	0.00033635	179.08	247156.2	
23/01/2021	30/01/2021	350	15	7	M-12	15	30	275.26	110.11	37.86	0.00034022	176.71	248944.6	
23/01/2021	06/02/2021	350	15	14	M-25	15	30.2	306.86	122.75	44.86	0.0003446	176.71	264385.1	253969.6
23/01/2021	06/02/2021	350	15	14	M-26	15	30	281.62	112.65	39.35	0.00034029	176.71	252509.4	
23/01/2021	06/02/2021	350	15	14	M-27	15.1	30	290.00	116.00	55.12	0.00029849	179.08	245014.3	
25/01/2021	22/02/2021	350	15	28	M-40	15.1	30	246.44	98.58	27.62	0.00034711	179.08	238834.4	241029.8
25/01/2021	22/02/2021	350	15	28	M-41	15	30	266.61	106.64	33.48	0.00034368	176.71	249134.6	
25/01/2021	22/02/2021	350	15	28	M-42	15	30.1	245.68	98.27	40.03	0.0002977	176.71	235120.4	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 61 Determinación del Módulo de Elasticidad en muestras cilíndricas  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup> con 20% de sustitución.



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto : "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : Estándar Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poissons Ratio of Concrete in Compression. (Módulo de elasticidad del concreto)  
 Referencia : ASTM C-469

Fecha Vaciado	Fecha de ensayo	$f'c$ de diseño(kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	edad días	Probeta N°	$\phi$ (cm)	L(cm)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_z$ unitaria ( $S_z$ )	Area cm <sup>2</sup>	$E_z$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_z$ Prom Kg/cm <sup>2</sup>
23/01/2021	30/01/2021	350	20	7	M-13	15	30.1	235.81	94.32	21.43	0.00036104	176.71	234362.554	231111.891
23/01/2021	30/01/2021	350	20	7	M-14	15	29.9	237.97	95.19	31.63	0.00032249	176.71	233252.39	
23/01/2021	30/01/2021	350	20	7	M-15	15	30	224.69	89.87	38.45	0.00027783	176.71	225720.729	
23/01/2021	06/02/2021	350	20	14	M-28	15	30.1	196.36	78.54	16.75	0.00034323	176.71	210744.372	205094.194
23/01/2021	06/02/2021	350	20	14	M-29	15.1	29.9	187.77	75.11	15.22	0.00033999	179.08	206501.821	
23/01/2021	06/02/2021	350	20	14	M-30	15.1	30	173.71	69.48	11.10	0.00034484	179.08	198036.388	
25/01/2021	22/02/2021	350	20	28	M-43	15	30	214.27	85.71	20.06	0.00034908	176.71	219496.507	216270.92
25/01/2021	22/02/2021	350	20	28	M-44	15	30	195.99	78.40	16.25	0.000346	176.71	209954.533	
25/01/2021	22/02/2021	350	20	28	M-45	14.9	30	209.63	83.85	25.21	0.00031734	174.37	219361.72	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo 62. Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 0% de sustitución en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	0	27/01/2021	03/02/2021	7	4091	500.00	150	150	0	5.94
02	Testigo 2	0	27/01/2021	03/02/2021	7	4218	500.00	150	150	0	6.13
03	Testigo 3	0	27/01/2021	03/02/2021	7	4132	500.00	150	150	0	6.00
04	Testigo 1	0	27/01/2021	24/02/2021	28	4464	500.00	150	150	0	6.49
05	Testigo 2	0	27/01/2021	24/02/2021	28	4607	500.00	150	150	0	6.69
06	Testigo 3	0	27/01/2021	24/02/2021	28	4587	500.00	150	150	0	6.66

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.





Anexo 63 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 5% de sustitución en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
07	Testigo 1	5	27/01/2021	03/02/2021	7	3041	500.00	150	150	0	4.42
08	Testigo 2	5	27/01/2021	03/02/2021	7	3060	500.00	150	150	0	4.45
09	Testigo 3	5	27/01/2021	03/02/2021	7	2994	500.00	150	150	0	4.35
10	Testigo 1	5	27/01/2021	24/02/2021	28	2983	500.00	150	150	0	4.33
11	Testigo 2	5	27/01/2021	24/02/2021	28	3065	500.00	150	150	0	4.45
12	Testigo 3	5	27/01/2021	24/02/2021	28	2972	500.00	150	150	0	4.32

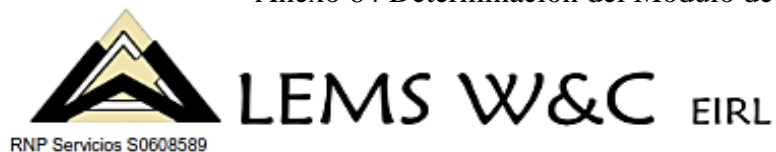
**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 64 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 10% de sustitución en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
13	Testigo 1	10	27/01/2021	03/02/2021	7	2924	500.00	150	150	0	4.25
14	Testigo 2	10	27/01/2021	03/02/2021	7	2879	500.00	150	150	0	4.18
15	Testigo 3	10	27/01/2021	03/02/2021	7	2958	500.00	150	150	0	4.30
16	Testigo 1	10	28/01/2021	25/02/2021	28	2856	500.00	150	150	0	4.15
17	Testigo 2	10	28/01/2021	25/02/2021	28	2849	500.00	150	150	0	4.14
18	Testigo 3	10	28/01/2021	25/02/2021	28	2841	500.00	150	150	0	4.13

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 65 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 15% de sustitución en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.




Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
19	Testigo 1	15	28/01/2021	04/02/2021	7	2755	500.00	150	150	0	4.00
20	Testigo 2	15	28/01/2021	04/02/2021	7	2775	500.00	150	150	0	4.03
21	Testigo 3	15	28/01/2021	04/02/2021	7	2745	500.00	150	150	0	3.99
22	Testigo 1	15	28/01/2021	25/02/2021	28	2656	500.00	150	150	0	3.86
23	Testigo 2	15	28/01/2021	25/02/2021	28	2662	500.00	150	150	0	3.87
24	Testigo 3	15	28/01/2021	25/02/2021	28	2643	500.00	150	150	0	3.84

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Anexo 66 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 20% de sustitución en  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.



**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
25	Testigo 1	20	28/01/2021	04/02/2021	7	2480	500.00	150	150	0	3.60
26	Testigo 2	20	28/01/2021	04/02/2021	7	2473	500.00	150	150	0	3.59
27	Testigo 3	20	28/01/2021	04/02/2021	7	2443	500.00	150	150	0	3.55
28	Testigo 1	20	29/01/2021	26/02/2021	28	2150	500.00	150	150	0	3.12
29	Testigo 2	20	29/01/2021	26/02/2021	28	2210	500.00	150	150	0	3.21
30	Testigo 3	20	29/01/2021	26/02/2021	28	2244	500.00	150	150	0	3.26

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 67 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 0% de sustitución en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	0	25/01/2021	01/02/2021	7	3582	500.00	152	151	0	5.08
02	Testigo 2	0	25/01/2021	01/02/2021	7	3721	500.00	152	152	0	5.20
03	Testigo 3	0	25/01/2021	01/02/2021	7	3639	500.00	152	152	0	5.08
04	Testigo 1	0	25/01/2021	22/02/2021	28	3563	500.00	152	152	0	4.97
05	Testigo 2	0	25/01/2021	22/02/2021	28	3657	500.00	152	152	0	5.14
06	Testigo 3	0	25/01/2021	22/02/2021	28	3684	500.00	152	152	0	5.14

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 68 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 5% de sustitución en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



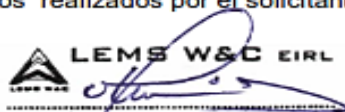
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
07	Testigo 1	5	25/01/2021	01/02/2021	7	3628	500.00	153	152	0	5.07
08	Testigo 2	5	25/01/2021	01/02/2021	7	3686	500.00	154	153	0	5.06
09	Testigo 3	5	25/01/2021	01/02/2021	7	3638	500.00	151	151	0	5.23
10	Testigo 1	5	25/01/2021	22/02/2021	28	4053	500.00	150	150	0	5.89
11	Testigo 2	5	25/01/2021	22/02/2021	28	3730	500.00	150	151	0	5.38
12	Testigo 3	5	25/01/2021	22/02/2021	28	3496	500.00	150	150	0	5.08

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 69 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 10% de sustitución en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	$M_r$ (Mpa)
13	Testigo 1	10	25/01/2021	01/02/2021	7	3722	500.00	153	152	0	5.21
14	Testigo 2	10	25/01/2021	01/02/2021	7	3826	500.00	150	150	0	5.56
15	Testigo 3	10	25/01/2021	01/02/2021	7	3778	500.00	151	150	0	5.47
16	Testigo 1	10	26/01/2021	23/02/2021	28	5249	500.00	150	150	0	7.63
17	Testigo 2	10	26/01/2021	23/02/2021	28	5131	500.00	150	150	0	7.45
18	Testigo 3	10	26/01/2021	23/02/2021	28	5318	500.00	150	150	0	7.73

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Anexo 70 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 15% de sustitución en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : MARZO 2021  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
19	Testigo 1	15	26/01/2021	02/02/2021	7	5105	500.00	150	150	0	7.42
20	Testigo 2	15	26/01/2021	02/02/2021	7	5237	500.00	150	150	0	7.61
21	Testigo 3	15	26/01/2021	02/02/2021	7	5058	500.00	150	150	0	7.35
22	Testigo 1	15	26/01/2021	23/02/2021	28	3987	500.00	150	152	0	5.64
23	Testigo 2	15	26/01/2021	23/02/2021	28	3833	500.00	150	150	0	5.57
24	Testigo 3	15	26/01/2021	23/02/2021	28	3936	500.00	150	150	0	5.72

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.



Anexo 71 Determinación del Módulo de Rotura en Ensayo a Flexión con 20% de sustitución en  $f'c$  350 kg/cm<sup>2</sup>



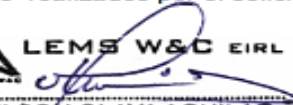
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CORONEL CAMINO RAMIRO STALIN  
 Proyecto / Obra : Tesis "USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) COMO REEMPLAZO PUZOLÁNICO PORCENTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : MARZO 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	% de Adición	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
25	Testigo 1	20	26/01/2021	02/02/2021	7	2589	500.00	150	151	0	3.71
26	Testigo 2	20	26/01/2021	02/02/2021	7	2689	500.00	150	150	0	3.91
27	Testigo 3	20	26/01/2021	02/02/2021	7	2586	500.00	150	150	0	3.76
28	Testigo 1	20	26/01/2021	23/02/2021	28	1004	500.00	152	152	0	1.40
29	Testigo 2	20	26/01/2021	23/02/2021	28	1045	500.00	152	152	0	1.47
30	Testigo 3	20	26/01/2021	23/02/2021	28	1078	500.00	152	152	0	1.50

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo , identificación y Ensayos realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Anexo 72 Panel Fotográfico



Foto 1 Proceso de quema y obtención en bruto la CBCA



Foto 2 Proceso de molienda y Tamizado de CBCA



**Foto 3** Pesaje y proceso del ensayo de finura por lavado sobre la malla  
#325



**Foto 4** Pesaje y Ensayo Peso Específico de la CBCA





**Foto 5** Ensayo de flujo para determinar agua necesaria para la mezcla experimental



**Foto 6** Medida de especímenes cúbicos y ensayo de rotura para determinar el Índice Puzolánico





**Foto 7** Ensayo de Peso Específico al Cemento Portland Tipo I



**Foto 8** Visita y muestreo en canteras Kamipao y La Cría



**Foto 9** Ensayo de peso suelto unitario de los agregados pétreos



**Foto 10** Varillado en ensayos del agregado pétreo compactado





**Foto 11** Ensayo Granulométrico al agregado grueso



**Foto 12** Ensayo de peso específico al agregado grueso



**Foto 13** Ensayo de peso específico y consistencia del agregado fino



**Foto 14** Ensayo de contenido de humedad para los agregados





**Foto 15** Dosificación y preparación de la mezcla



**Foto 16** Ensayos en estado fresco del hormigón: Peso unitario, SLUMP y Temperatura



**Foto 17** Vaciado a especímenes cilíndricos y prismáticos



**Foto 18** Desmolde y curado de especímenes





**Foto 19** Ensayo a compresión: rotura especímenes



**Foto 20** Ensayo para determinar Modulo Elástico y segmentación en vigas





**Foto 21** Ensayo a Flexión en vigas prismáticas



**Foto 22** Rotura de especímenes cilíndricos y prismáticos