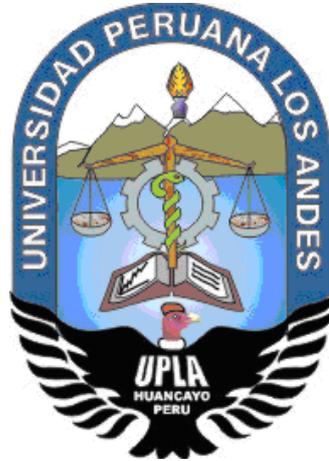


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS  
DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO  
MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
CEMENTO POR DIATOMITA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ORÉ TARAZONA, ELIZABETH YOMIRA.**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas tecnologías y procesos.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERA CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

Ing. Vladimir Ordóñez Camposano.

**Asesor**

### **Dedicatoria**

- A Dios por el don de mi existencia e iluminar el trayecto de mi vida.
- Con mucho cariño y amor a mis padres Rodolfo y Ely por su apoyo incondicional.
- Con aprecio, cariño y estima a Anton mi hermano por siempre motivarme y nunca dejarme caer en este largo proceso de mi vida.

Elizabeth Yomira Oré Tarazona.

## **Agradecimientos**

- Agradecer al Ing. Vladimir Ordoñez Camposano, quien además de transmitirme su vocación investigadora me orientó y estimuló constantemente a directamente en todos los aspectos del desarrollo de la tesis durante estos meses. Agradecerle la plena confianza que ha demostrado, así como la dedicación y atención que en todo momento me ha ofrecido.

Elizabeth Yomira Oré Tarazona.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Dario Tapia Silguera  
Presidente

---

Dr. Francisco Cyl Godiño Poma  
Jurado

---

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla  
Jurado

---

Ing. Alcides Luis Fabián Brañez  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario docente

## ÍNDICE

<b>Dedicatoria</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>18</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Formulación y sistematización del problema</b>	<b>19</b>
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
<b>1.3. Justificación</b>	<b>20</b>
1.3.1. Práctica	20
1.3.2. Metodológica	20
<b>1.4. Delimitación</b>	<b>20</b>
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica	21
<b>1.5. Limitaciones</b>	<b>21</b>
<b>1.6. Objetivos</b>	<b>22</b>
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>23</b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>23</b>
2.1.1. Nacionales	23
2.1.2. Internacionales	26
<b>2.2. Marco conceptual</b>	<b>28</b>
2.2.1. Diatomita	28
2.2.2. Característica y propiedades de la diatomita	29

2.2.3. Concreto autocompactante	29
2.2.4. Contenido de aire en el concreto	29
2.2.5. Temperatura del concreto	30
2.2.6. Exudación del concreto	30
2.2.7. Tiempo de fraguado del concreto	30
2.2.8. Fluidéz del concreto	30
2.2.9. Resistencia a compresión del concreto	31
2.2.10. Resistencia a la flexión del concreto	31
2.2.11. Módulo de elasticidad del concreto	32
<b>2.3. Definición de términos</b>	<b>33</b>
<b>2.4. Hipótesis</b>	<b>33</b>
2.4.1. Hipótesis general	33
2.4.2. Hipótesis específicas	34
<b>2.5. Variables</b>	<b>34</b>
2.5.1. Definición conceptual de las variables	34
2.5.2. Definición operacional de las variables	35
2.5.3. Operacionalización de las variables	35
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>37</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Método de investigación</b>	<b>37</b>
<b>3.2. Tipo de investigación</b>	<b>37</b>
<b>3.3. Nivel de investigación</b>	<b>37</b>
<b>3.4. Diseño de investigación</b>	<b>38</b>
<b>3.5. Población y muestra</b>	<b>38</b>
3.5.1. Población	38
3.5.2. Muestra	38
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>38</b>
<b>3.7. Procedimiento de recolección de datos</b>	<b>39</b>
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>44</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>44</b>
<b>4.1. Contenido de aire</b>	<b>44</b>
<b>4.2. Temperatura</b>	<b>45</b>
<b>4.3. Exudación</b>	<b>47</b>

<b>4.4. Tiempo de fragua</b>	<b>48</b>
<b>4.5. Fluidiez</b>	<b>51</b>
<b>4.6. Capacidad de paso</b>	<b>54</b>
<b>4.7. Resistencia a la compresión</b>	<b>56</b>
<b>4.8. Resistencia a la flexión</b>	<b>63</b>
<b>4.9. Módulo de elasticidad</b>	<b>69</b>
<b>4.10. Prueba de hipótesis</b>	<b>71</b>
4.10.1. Hipótesis específica “a”	71
4.10.2. Hipótesis específica “b”	72
4.10.3. Hipótesis específica “c”	73
4.10.4. Hipótesis específica “d”	75
4.10.5. Hipótesis específica “e”	76
4.10.6. Hipótesis específica “f”	78
4.10.7. Hipótesis específica “g”	80
4.10.8. Hipótesis específica “h”	81
4.10.9. Hipótesis específica “i”	82
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>84</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>84</b>
<b>5.1. Contenido de aire</b>	<b>84</b>
<b>5.2. Temperatura</b>	<b>84</b>
<b>5.3. Exudación</b>	<b>85</b>
<b>5.4. Tiempo de fragua</b>	<b>86</b>
<b>5.5. Fluidiez</b>	<b>86</b>
<b>5.6. Capacidad de paso</b>	<b>87</b>
<b>5.7. Resistencia a compresión</b>	<b>88</b>
<b>5.8. Resistencia a flexión</b>	<b>89</b>
<b>5.9. Módulo de elasticidad</b>	<b>89</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>
<b>Anexo N° 01: matriz de consistencia</b>	<b>97</b>
<b>Anexo N° 02: resumen de datos de laboratorio</b>	<b>100</b>
<b>Anexo N° 03: certificados de los ensayos de laboratorio</b>	<b>104</b>

<b>Anexo N° 03.01: diseño de mezcla</b>	<b>105</b>
<b>Anexo N° 03.02: ensayos en estado fresco</b>	<b>114</b>
<b>Anexo N° 03.03: ensayos de resistencia a compresión</b>	<b>126</b>
<b>Anexo N° 03.04: ensayos de resistencia a flexión</b>	<b>139</b>
<b>Anexo N° 04: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio</b>	<b>148</b>
<b>Anexo N° 05: análisis económico de la elaboración del concreto</b>	<b>162</b>
<b>Anexo N° 06: panel fotográfico</b>	<b>165</b>
<b>Anexo N° 06.01: caracterización del agregado</b>	<b>166</b>
<b>Anexo N° 06.02: Elaboración del concreto patrón y medición de sus propiedades en estado fresco</b>	<b>170</b>
<b>Anexo N° 06.03: elaboración del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 4 % por diatomita y medición de sus propiedades en estado fresco</b>	<b>173</b>
<b>Anexo N° 06.04: elaboración del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 8 % por diatomita y medición de sus propiedades en estado fresco</b>	<b>177</b>
<b>Anexo N° 06.05: elaboración del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 12 % por diatomita y medición de sus propiedades en estado fresco</b>	<b>181</b>
<b>Anexo N° 06.06: exudación y tiempo de fragua del concreto patrón y concretos autocompactantes modificados por diatomita</b>	<b>185</b>
<b>Anexo N° 06.07: resistencia a compresión del concreto patrón</b>	<b>188</b>
<b>Anexo N° 06.08: resistencia a compresión del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 4 % por diatomita</b>	<b>191</b>
<b>Anexo N° 06.09: resistencia a compresión del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 8 % por diatomita</b>	<b>194</b>
<b>Anexo N° 06.10: resistencia a compresión del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 12 % por diatomita</b>	<b>196</b>
<b>Anexo N° 06.11: resistencia a flexión del concreto patrón</b>	<b>198</b>
<b>Anexo N° 06.12: resistencia a flexión del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 4 % por diatomita</b>	<b>200</b>
<b>Anexo N° 06.13: resistencia a flexión del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 8 % por diatomita</b>	<b>202</b>
<b>Anexo N° 06.14: resistencia a flexión del concreto autocompactante con sustitución de cemento al 12 % por diatomita</b>	<b>204</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.	35
Tabla 2. Muestra de concreto para el desarrollo de la investigación.	38
Tabla 3. Granulometría del agregado grueso.	40
Tabla 4. Granulometría del agregado fino.	40
Tabla 5. Propiedades de los agregados para el diseño de mezcla.	40
Tabla 6. Dosificación del concreto patrón.	41
Tabla 7. Dosificación de los concretos autocompactantes con diatomita.	41
Tabla 8. Número de probetas y vigas elaboradas para el desarrollo de la investigación.	41
Tabla 9. Normalidad de los datos obtenidos.	42
Tabla 10. Contenido de aire en el concreto sin y con diatomita.	44
Tabla 11. Temperatura en el concreto sin y con diatomita.	46
Tabla 12. Exudación en el concreto sin y con diatomita.	47
Tabla 13. Tiempo de fragua en el concreto sin y con diatomita.	49
Tabla 14. Fluidez en el concreto sin y con diatomita.	51
Tabla 15. Capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.	54
Tabla 16. Resistencia a compresión del concreto patrón.	57
Tabla 17. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.	58
Tabla 18. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.	59
Tabla 19. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.	60
Tabla 20. Resistencia a compresión del concreto sin y con diatomita.	61
Tabla 21. Resistencia a flexión del concreto patrón.	63
Tabla 22. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.	64
Tabla 23. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.	66
Tabla 24. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.	67
Tabla 25. Resistencia a flexión del concreto sin y con diatomita.	68
Tabla 26. Módulo de elasticidad del concreto sin y con diatomita.	70
Tabla 27. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "a".	72
Tabla 28. Comparación de grupos en la hipótesis específica "a".	72

Tabla 29. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b”.	73
Tabla 30. Comparación de grupos en la hipótesis específica “b”.	73
Tabla 31. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “c”.	74
Tabla 32. Comparación de grupos en la hipótesis específica “c”.	74
Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “d”.	75
Tabla 34. Comparación de grupos del tiempo de fragua inicial en la hipótesis específica “d”.	76
Tabla 35. Comparación de grupos del tiempo de fragua final en la hipótesis específica “d”.	76
Tabla 36. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “e”.	77
Tabla 37. Comparación de grupos del diámetro de fluidez en la hipótesis específica “e”.	77
Tabla 38. Comparación de grupos del tiempo de fluidez en la hipótesis específica “e”.	78
Tabla 39. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “f”.	79
Tabla 40. Comparación de grupos en el diámetro de la capacidad de paso en la hipótesis específica “f”.	79
Tabla 41. Comparación de grupos en el tiempo de la capacidad de paso en la hipótesis específica “f”.	80
Tabla 42. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “g”.	80
Tabla 43. Comparación de grupos en la hipótesis específica “g”.	81
Tabla 44. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “h”.	82
Tabla 45. Comparación de grupos en la hipótesis específica “h”.	82
Tabla 46. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “i”.	83
Tabla 47. Comparación de grupos en la hipótesis específica “i”.	83
Tabla 48. Resumen de datos obtenidos en laboratorio.	101
Tabla 49. Costo de la elaboración de concreto convencional.	163
Tabla 50. Costo de la elaboración del concreto autocompactante con 4 % de diatomita.	163
Tabla 51. Costo de la elaboración del concreto autocompactante con 8 % de diatomita.	163
Tabla 52. Costo de la elaboración del concreto autocompactante con 12 % de diatomita.	164

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del laboratorio de suelos, concreto y pavimento Silver Geo SAC.	21
Figura 2. Ubicación de cantera de agregados para el desarrollo de la investigación.	39
Figura 3. Contenido de aire en el concreto sin y con diatomita.	45
Figura 4. Variación del contenido de aire en el concreto sin y con diatomita.	45
Figura 5. Temperatura en el concreto sin y con diatomita.	46
Figura 6. Variación de la temperatura en el concreto sin y con diatomita.	47
Figura 7. Exudación en el concreto sin y con diatomita.	48
Figura 8. Variación de la exudación en el concreto sin y con diatomita.	48
Figura 9. Tiempo de fragua inicial en el concreto sin y con diatomita.	49
Figura 10. Tiempo de fragua final en el concreto sin y con diatomita.	50
Figura 11. Variación del tiempo de fragua inicial en el concreto sin y con diatomita.	50
Figura 12. Variación del tiempo de fragua final en el concreto sin y con diatomita.	51
Figura 13. Diámetro de fluidez en el concreto sin y con diatomita.	52
Figura 14. Tiempo de fluidez en el concreto sin y con diatomita.	52
Figura 15. Variación del diámetro de fluidez en el concreto sin y con diatomita.	53
Figura 16. Variación del tiempo de fluidez en el concreto sin y con diatomita.	53
Figura 17. Diámetro de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.	54
Figura 18. Tiempo de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.	55
Figura 19. Variación del diámetro de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.	55
Figura 20. Variación del tiempo de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.	56
Figura 21. Resistencia a compresión del concreto patrón.	57
Figura 22. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.	58
Figura 23. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.	59

Figura 24. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.	61
Figura 25. Resistencia a compresión del concreto sin y con diatomita.	62
Figura 26. Comparación de la resistencia a los 28 días del concreto sin y con diatomita.	62
Figura 27. Resistencia a flexión del concreto patrón.	64
Figura 28. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.	65
Figura 29. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.	66
Figura 30. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.	67
Figura 31. Resistencia a flexión del concreto sin y con diatomita.	68
Figura 32. Comparación de la resistencia a los 28 días del concreto sin y con diatomita.	69
Figura 33. Módulo de elasticidad del concreto sin y con diatomita.	70
Figura 34. Variación del módulo de elasticidad del concreto sin y con diatomita.	71
Figura 35. Comparación de costos por la elaboración de m <sup>3</sup> de concreto.	164

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es la influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?, el objetivo general fue: Evaluar la influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita y la hipótesis general que se verificó fue: Las propiedades reológicas del concreto y su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita se mantienen en comparación del concreto convencional.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue experimental. La población correspondió a la cantidad de concreto autocompactante diseñado para un  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> sin y con sustitución parcial del cemento por diatomita; para la muestra según la técnica de muestreo no probabilístico intencional correspondió a 36 probetas y 24 vigas de concreto autocompactante.

Como conclusión principal se obtuvo que, las propiedades reológicas del concreto y su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita en 4 % y 8 % se mantienen en comparación del concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** diatomita, concreto autocompactante, propiedades reológicas, comportamiento del concreto, cemento.

## **ABSTRACT**

The general problem of this research was: What is the influence on the rheological properties of concrete and its behavior through the partial replacement of cement by diatomite? The general objective was: To evaluate the influence on the rheological properties of concrete and its behavior through the partial replacement of cement by diatomite, and the general hypothesis that was verified was: The rheological properties of concrete and its behavior through the partial replacement of cement by diatomite are maintained in comparison with conventional concrete.

The general research method was scientific, the type of research was applied, the level was explanatory and the design was experimental. The population corresponded to the amount of self-compacting concrete designed for a  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> without and with partial substitution of cement by diatomite; for the sample according to the non-probabilistic purposive sampling technique corresponded to 36 specimens and 24 self-compacting concrete beams.

The main conclusion was that the rheological properties of the concrete and its behavior with the partial substitution of cement by diatomite in 4 % and 8 % are maintained in comparison with the conventional concrete of  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** diatomite, self-compacting concrete, rheological properties, concrete behavior, cement.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita” nace de la problemática que existe hoy en día correspondiente al uso excesivo de cemento para la elaboración de concreto, por ello según lo obtenido en diversas investigaciones tales como por Rodrigo y Torres (2019), Farfán y Peña (2018), Leandro (2010) y Carranza (2017) consideran a la diatomita como una alternativa en la elaboración de concreto sin afectar sus principales propiedades; por ello, en este estudio se optó por sustituir parcialmente el contenido de cemento por diatomita en el concreto autocompactante bajo porcentajes de 4, 8 y 12, para lo cual, en primera instancia se caracterizó al agregado fino y grueso para el diseño de mezcla según el método del ACI, posteriormente se procedió a la medición de las propiedades reológicas del concreto tales como contenido de aire, temperatura, exudación, tiempo de fragua, fluidez y capacidad de paso mediante el anillo J; además, se consideró la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, resistencia a flexión a los 14 y 28 días, y el módulo de elasticidad del concreto por medio de la resistencia a compresión a los 28 días.

El desarrollo de este estudio está compuesto por 5 capítulos, los cuales son:

El Capítulo I: Problema de investigación, considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II: Marco teórico, establece los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología de la investigación, donde se explica el método de investigación, tipo de investigación, nivel, diseño, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, acorde a los objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión de resultados, en relación a los antecedentes y demás bibliografía.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Oré Tarazona, Elizabeth Yomira.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

A nivel internacional, en la última década, la industria cementera tuvo un crecimiento debido a la demanda por la construcción de viviendas, obras de infraestructura y reconstrucción de países, lo que hace necesario un buen desempeño del cemento, una alternativa es la implementación de uso de aditivos en su preparación, los cuales pueden ser subproductos producidos en la fabricación de otros materiales de construcción, lo cual incrementa el costo del concreto, pero de ser el material de origen natural se lograría aumentar las propiedades cementantes, ahorro económico y menor impacto ambiental (Rueda y Vega, 2012).

A nivel nacional, actualmente los proyectos son planteados con una infraestructura con condiciones no convencionales, por lo que el concreto tradicional ya no funciona de manera eficaz y útil debido principalmente a su limitada resistencia. El uso de concretos modificados con aditivos aporta algunos beneficios como la durabilidad, incrementando la vida de servicio y además de reducir los costos de mantenimiento, otro de los beneficios es la reducción del impacto ambiental, pues para la elaboración de estos concretos se reduce la cantidad de cemento (Arrieta y Medina, 2019).

A nivel regional, básicamente en la ciudad de Huancayo, no es frecuente la utilización de concretos autocompactantes debido al desconocimiento y

porque la aplicación de este incrementa el consumo de cemento, con lo cual se desaprovecha sus múltiples beneficios (Mayta, 2014); por lo expuesto, en esta investigación se propone la sustitución parcial del cemento por diatomita para la elaboración de concreto autocompactante, pues sus características puzolánicas podrían mejorar o mantener sus propiedades reológicas y en estado endurecido, además de reducir su costo de producción.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué manera se modifica el contenido de aire del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- b) ¿Cómo varía la temperatura del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- c) ¿Cuál es la variación de la exudación del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- d) ¿Cómo se modifica el tiempo de fragua del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- e) ¿De qué manera varía la fluidez del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- f) ¿Cuál es la variación de la capacidad de paso del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- g) ¿Cómo se modifica la resistencia a compresión del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?
- h) ¿De qué manera la resistencia a flexión del concreto varía mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

- i) ¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica**

La justificación práctica de esta investigación recae en que se pretende reducir el consumo de cemento para la elaboración de concreto autocompactante, para ello se evaluó si la utilización de diatomita como sustituto parcial del cemento en 4 %, 8 % y 12 % influye o no en sus propiedades reológicas y en comportamiento en estado endurecido.

#### **1.3.2. Metodológica**

La justificación metodológica se hizo presente durante el desarrollo de esta investigación, pues para determinar la influencia en las propiedades reológicas y en el comportamiento en estado endurecido del concreto autocompactante con la sustitución parcial del contenido de cemento por diatomita, se siguió una secuencia de procedimientos que se detalla en el capítulo III de esta investigación, lo cual podrá ser considerado en investigaciones similares referidas a concreto autocompactante bajo escenarios distintos.

### **1.4. Delimitación**

#### **1.4.1. Espacial**

El desarrollo de esta investigación se realizó en el laboratorio de suelos, concreto y pavimento SILVER GEO SAC, que se ubica en Pasaje Nuñez N°152-122 en el distrito de Chilca en la provincia de Huancayo del departamento de Junín.

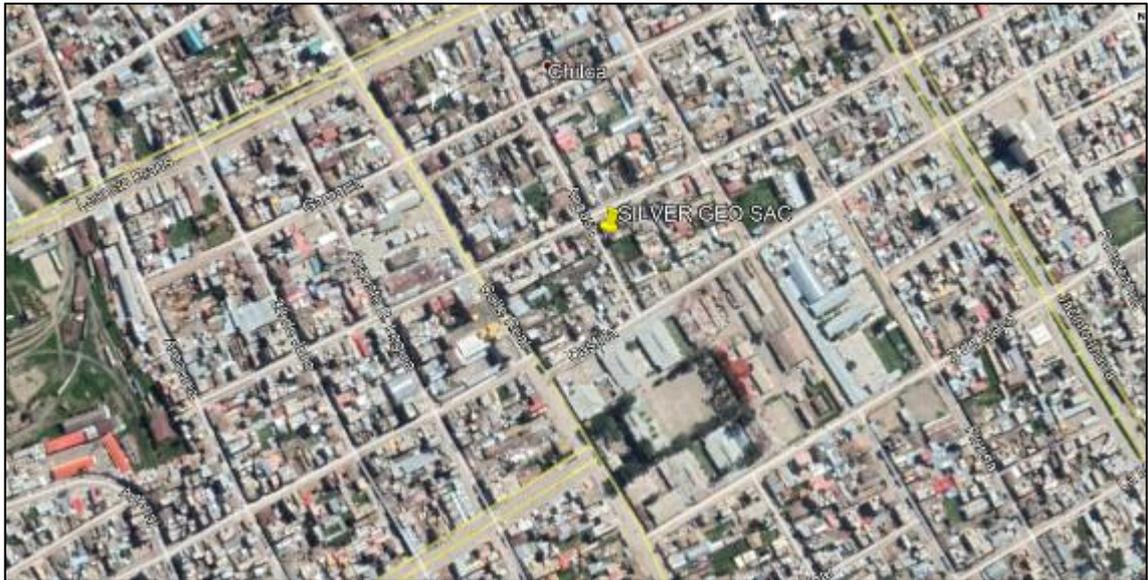


Figura 1. Ubicación del laboratorio de suelos, concreto y pavimento Silver Geo SAC.  
Fuente: Google Earth (2020).

#### **1.4.2. Temporal**

La presente investigación se desarrolló durante los meses de setiembre a diciembre de 2020 y enero de 2021.

#### **1.4.3. Económica**

Todos los gastos ocasionados para la ejecución de esta investigación fueron asumidos en su totalidad por la tesista.

### **1.5. Limitaciones**

Una de las principales limitaciones para el desarrollo de esta investigación correspondió a que los laboratorios de concreto que se ubican en la provincia de Huancayo no cuentan con los instrumentos necesarios para la medición de las propiedades reológicas del concreto autocompactante lo cual retrasó en medida la ejecución de estos ensayos pues se esperó la adquisición de tales equipos; otra de las limitaciones fue el aspecto económico que no permitió la puesta en obra al concreto autocompactante como losa de pavimento rígido con sustitución del cemento por diatomita a fin de verificar los resultados obtenidos en laboratorio.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar de qué manera se modifica el contenido de aire del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- b) Establecer cómo varía la temperatura del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- c) Analizar cuál es la variación de la exudación del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- d) Determinar cómo se modifica el tiempo de fragua del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- e) Analizar de qué manera varía la fluidez del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- f) Establecer la variación de la capacidad de paso del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- g) Determinar cómo se modifica la resistencia a compresión del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- h) Establecer de qué manera la resistencia a flexión del concreto varía mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- i) Determinar la variación del módulo de elasticidad del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Nacionales**

Rodrigo y Torres (2019) en su tesis “Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias  $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$  y  $280 \text{ kgf/cm}^2$  en la ciudad de Arequipa” formularon como objetivo general emplear la diatomita de Ayacucho como aditivo natural para realizar un estudio experimental con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de concretos con  $f'c$  de 210 y  $280 \text{ kgf/cm}^2$  a menores costos en la ciudad de Arequipa, en su metodología consideraron mezclas de diseño de concreto sin adición de diatomitas y con adición en porcentajes de 5 %, 10 %, 20 % y 30 % para resistencias a la compresión de 210 y  $280 \text{ kgf/cm}^2$ , mediante los métodos ACI y módulo de fineza, en total hicieron 40 diseños de mezcla. La diatomita que emplearon la trajeron de Ayacucho. Los ensayos que realizó fueron: asentamiento, temperatura, peso unitario, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la abrasión, capilaridad y porosidad. En sus resultados determinaron, respecto al peso unitario un menor valor de  $2250.96 \text{ kg/m}^3$ , para una resistencia de  $f'c$  de  $210 \text{ kgf/cm}^2$ , con cemento tipo IP, con adición de 30 % de

diatomita y mediante el método de módulo de fineza. Por otro lado, respecto a la resistencia de compresión, la mezcla de concreto con 5 % de diatomita fue la única dosificación que superó en todos los casos al concreto convencional en un intervalo de 3.16 % a 9.81 %, además, fue la única dosificación que logró superar al concreto convencional respecto al ensayo de resistencia a la tracción en un intervalo de 3.16 % a 37.93 %. Asimismo, se resalta que con la adición de diatomita en el concreto se incrementa el asentamiento, se reduce la temperatura más con 30 % de diatomita incrementa y en cuanto a la resistencia a compresión con 5 % de diatomita incrementa con mayor adición se reduce esta propiedad. En sus conclusiones indicaron que, el empleo de la diatomita de Ayacucho como aditivo natural logra mejorar las propiedades mecánicas del concreto; además, de reducir costos. Por otro lado, determinaron que, a mayor porcentaje de adición de diatomita, se producen mejores resultados, ya que presentaron mejores propiedades mecánicas en general.

Farfán y Peña (2018) en su tesis “Análisis comparativo de propiedades físico-mecánicas del concreto respecto al concreto con diatomita de Arequipa y Cusco sustituyendo el agregado fino, Cusco 2018”, plantearon como objetivo principal determinar cuánto varían las propiedades físicas y mecánicas del concreto respecto al concreto con diatomita de Arequipa y Cusco sustituyendo el agregado fino, para lo cual en su metodología consideraron la recolección de la diatomita, para determinar las propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos de consistencia, resistencia a la compresión, tiempo de fraguado, módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson, en primer lugar, hicieron un diseño de mezcla con el método ACI, para luego fabricar muestras de concreto patrón y con sustitución de diatomita en 5 %, 7 % y 15 % del agregado fino, a los cuales realizaron los ensayos mencionados. Mediante los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos, llegaron a la conclusión que la consistencia del concreto con diatomita de Cusco

es más plástico a diferencia de la diatomita de Arequipa, mediante el ensayo de compresión, el contenido óptimo para la diatomita de Cusco fue de 7 % en comparación con el concreto patrón, respecto al tiempo de fraguado obtuvieron una reducción con la sustitución del 5 % de diatomita para ambos casos y por último, mediante el módulo de elasticidad, determinaron que el concreto sustituido con diatomita de Cusco presenta un comportamiento más elástico que de la ciudad de Arequipa.

Leandro (2010) en su investigación "Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia", consideró como objetivo analizar la viabilidad de emplear las diatomitas en el concreto de alta resistencia, como reemplazo del microsílíce, para lo cual consideró un diseño de mezclas según ACI 221.4 para resistencias de 450 a 841 kg/cm<sup>2</sup>, el análisis de las propiedades de concreto en estado fresco, como: trabajabilidad, temperatura, peso unitario, contenido de aire, tiempo de fragua inicial y final; el análisis de las propiedades en estados endurecido, como: resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson, durabilidad y densidad; por último, realizó una evaluación económica, para cada una de las muestras extraídas de los yacimientos de Ica, Piura y Arequipa, las cuales tuvieron una dosificación de 5 % y 10 %. Como resultados determinó que el porcentaje de humedad de las muestras fue de 8.9 % de Arequipa, 9.6 % de Ica y 4.6 % de Piura, la densidad fue de 2 g/cm<sup>3</sup> de la muestra de Arequipa, 1.96 g/cm<sup>3</sup> de la muestra de Ica y 2.25 g/cm<sup>3</sup> de la muestra de Piura, respecto al ensayo de fluorescencia de rayos X determinó que la muestra extraída del departamento de Piura presentó la mayor cantidad de impurezas, por otro lado, realizó el diseño de mezcla para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup>, la composición fue de cemento 509 kg/cm<sup>3</sup>, agregado fino 621 kg/cm<sup>3</sup>, agregado grueso kg/cm<sup>3</sup> y agua 143 kg/cm<sup>3</sup> y respecto al ensayo de compresión, en todos los casos encontró un resistencia inicial baja, pero a los 14 días lograron la resistencia al 100 %, aunque en el caso

de la muestra extraída en Piura, no presentó mucha variación después de los 28 días. Concluyó así que, la diatomita de los departamentos de Ica y Arequipa, son una buena alternativa para la sustitución del microsíllice, a diferencia de la diatomita extraída en Piura. Además, las diatomitas redujeron el porcentaje de vacíos y poros permeables, evitando así la penetración de agua y sales disueltas.

### **2.1.2. Internacionales**

Torres y Barreto (2018) en su investigación “Análisis de una muestra de concreto de 4000 psi sintetizada a partir de suelo diatomáceo con activación alcalina”, consideraron como objetivo comparar mecánicamente dos mezclas de concreto diseñados para una resistencia de 4000 psi, una sintetizada a partir de suelo diatomáceo con activación alcalina y por otro lado otra con una muestra generada con cemento Portland, para ello analizaron químicamente el cemento Portland y la diatomea, luego realizaron tres tipos de mezclas: mezclas mecánicas, mezclas con mortero y mezclas de tipo calcinación, las que fueron sometidas al ensayo mecánico de compresión de cilindros para observar su comportamiento y así poder elegir la mejor. Con la mezcla elegida realizaron 15 muestras, a las que sometieron a flexión y compresión. Como resultados, mediante la comparación de la resistencia a compresión de cilindros, para la relación a/c de 0.50, 0.75 y la mezcla convencional, la mayor resistencia se dio con a/c de 0.75, además de presentar menos vacíos. Respecto al concreto con suelo diatomáceo, logró una resistencia de 32 % en comparación al concreto con cemento Portland a los 28 días. Concluyeron por lo tanto que, las resistencias alcanzadas por las mezclas oscilan entre 27 % y 32 % en comparación al mortero con cemento Portland, esta disminución se debió a la mala manipulación y curado de los especímenes, respecto a la caracterización química por difracción

de rayos X, determinó que las muestras presentan gran cantidad de óxido de calcio.

Carranza (2017) en su tesis “Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras de diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica”, formuló como objetivo determinar el uso potencial de tres tipos de tierra de diatomea como puzolanas en matrices de cemento portland, para lo cual consideró en su metodología tres tipos de tierras de diatomeas como sustitutos del cemento Portland en porcentajes de 10 % y 25 %. Primero caracterizó física, química y mineralógicamente a las tres muestras, seguidamente, realizó un análisis de conductividad y pH, para posteriormente fabricar los morteros con cemento y diatomitas, finalmente determinó la resistencia a la compresión según la norma UNE 196-1. Para la caracterización fisicoquímica de las muestras realizó la granulometría por difracción laser, fluorescencia de rayos X, análisis termogravimétrico, microscopia electrónica de barrido y difracción de rayos X. Como resultados mostró que en la resistencia a compresión a los 28 y 90 días, todas las muestras sobrepasaron los valores de la probeta de control a excepción del obtenido por la bodega de vinos Utiel, mediante los ensayos de fluorescencia de rayos X determinó que las tierras de diatomeas presentan alto contenido de  $\text{SiO}_2$ , lo que indica que se trata de puzolanas reactivas; además, a partir de las pruebas de conductividad y pH encontró que las muestras presentan una alta reactividad, obteniendo pérdidas de conductividad mayores al 90 % en las relaciones acuosas de 1:9 y 2:8. Finalmente concluyó que, en base al índice de actividad resistente calculado a partir de la resistencia a la compresión, la sustitución del cemento por diatomitas en morteros resulta satisfactorio, debido a que presentan una importante reactividad puzolánica, similar a las cenizas volantes.

Del Angel (2015) en su investigación “Elaboración de material de construcción a partir de residuos industriales sólidos granulares procedentes de tierras diatomáceas”, planteó como objetivo obtener

un material de construcción a partir de residuos industriales sólidos granulares procedentes de tierras diatomáceas; para lo cual, consideró una muestra del residuo industrial sólido granular de tierras diatomáceas originados por la industria alimenticia productora de galletas a la cual realizó los ensayos de absorción de humedad, resistencia a la compresión, composición y estructura, mediante la pulverización de los especímenes y el análisis de su composición por los métodos de microscopia electrónica de barrido y difracción de rayos X. En sus resultados, mediante el análisis por microscopia electrónica de barrido, determinó la composición de la muestra, el cual fue: C (6.83 %), O (59.8 %), Na (1.24 %), Al 0.70 %) y Si (32.15 %); en las pruebas mecánicas elaboró probetas mezclando cemento (CE) y tierra diatomácea (TD), en los siguientes porcentajes: 50 % TD y 50 % CE, 20 % TD y 80 % CE, 40 % TD y 60 % CE, 60 % TD y 40 % CE, 80 % TD y 20 % CE y 90 % TD y 10 % CE, de los cuales determinó que las probetas con concentración de 20:80 y 40:60 tienen una mejor resistencia. En la prueba de absorción de humedad, estableció que a mayor resistencia a la compresión menor es el porcentaje de humedad. Concluyó que las probetas con mejor comportamiento presentaron una composición de 20:80 y 60:40, las cuales son adecuadas para la elaboración de ladrillos o tabique de construcción.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Diatomita**

Es una roca sedimentaria térrea, compuesta por frústulas microscópicas de doble valva de algas silíceas unicelulares. El color de las diatomeas depende básicamente del contenido de sustancias orgánicas y hierro, y de la separación con el nivel del agua subterránea (Leandro, 2010).

### **2.2.2. Característica y propiedades de la diatomita**

De acuerdo a Leandro (2010), la diatomita presenta las siguientes características:

- Extremadamente porosa y terrosa, cuando está en estado seco es una roca liviana, con la capacidad de retener una buena cantidad de líquidos.
- Capacidad abrasiva suave.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Punto de fusión entre 1400 ° C a 1750 °C.
- Peso específico 2 g/cm<sup>3</sup> (la calcinación la incrementa a 2.3 g/cm<sup>3</sup>).
- Dureza (Mohs) 4.5 a 5.0 (la calcinación la incrementa a 5.5 a 6.0)
- Químicamente inerte.

### **2.2.3. Concreto autocompactante**

Corresponde a un concreto especial de alta fluidez lo cual le permite al colocarse poder consolidarse por acción de su propio peso sin requerir esfuerzo externo como la vibración; posee excelentes propiedades reológicas y alta resistencia a la segregación; en comparación con un concreto convencional vibrado, este disminuye el tiempo de construcción, reduce la contaminación acústica, presenta mejor capacidad de llenado en las estructuras reforzadas, disminuye la permeabilidad del concreto y permite mayor libertad de diseño de las obras civiles (Silva & Delvasto, 2018).

### **2.2.4. Contenido de aire en el concreto**

La inclusión del aire en el concreto mejora su resistencia a la congelación y deshielo cuando este se encuentra expuesto al agua o descongelantes; la presencia de aire en el concreto no es igual a los vacíos de aire atrapado que depende de las características de

los agregados que se da por acción del mezclado, manejo y colocación; la principal diferencia es que las burbujas de aire incluidas en el concreto presentan diámetros de 10 y 1000  $\mu\text{m}$ , a comparación que los vacíos atrapados son de mayor diámetro superior a 1000  $\mu\text{m}$  (Ticlla, 2018).

#### **2.2.5. Temperatura del concreto**

Es una de las características que afecta las propiedades del concreto en estado plástico, tanto en el asentamiento y en el contenido de aire, por lo cual es necesario su verificación continua. De darse una elevada temperatura en el concreto hace que sea necesario mayor cantidad de agua para el mezclado a fin de conservar la consistencia, además de requerir el uso de algún aditivo incluso de aire para la producción del esperado contenido de aire (Sánchez, 2000).

#### **2.2.6. Exudación del concreto**

Es una propiedad donde, parte del agua de la mezcla de concreto pasa a la superficie de la misma, corresponde a la acción típica de sedimentación por la cual los agregados y demás sólidos se asientan en una masa plástica; se relaciona directamente con la cantidad de finos y la finura del cemento, pues a mayor porcentaje de finos que pase la malla N° 100, menor es la exudación pues se da la retención de agua (Pasquel, 1998).

#### **2.2.7. Tiempo de fraguado del concreto**

Se da como producto de la reacción química exotérmica por el contacto del cemento y el agua, lo cual resulta en la rigidización de la mezcla de concreto, su medición consta de tres etapas, la primera antes del fragua, en el fraguado y posterior al fraguado (Mayta, 2014).

#### **2.2.8. Fluidez del concreto**

Representa a la consistencia del concreto y depende de la cantidad de agua en el mezclado y de la relación agua – cemento,

pues a mayor sea su valor mayor será la fluidez que se reflejará en mayor plasticidad, trayendo consigo beneficios en la mano de obra; no obstante, el incremento de agua en la mezcla podría reducir la resistencia en el concreto por mayor volumen de espacios debido al agua libre (Guevara et al., 2012).

Una de la forma más sencillas para su medición es por medio de la extensión de flujo, que se basa en el ensayo del cono de Abrams difiriendo en que la altura de asentamiento no es lo representativo sino el diámetro final de extensión, adicionalmente se considera el tiempo en que el concreto alcanza el mayor diámetro y deja de moverse (Guevara et al., 2012).

#### **2.2.9. Resistencia a compresión del concreto**

Es la principal característica del concreto, correspondiendo a la capacidad de soporte de cierta carga por unidad de área, se expresa en MPa, kg/cm<sup>2</sup> o psi; asimismo, la determinación de resistencia a compresión por medio de cilindros o probetas son utilizados para fines de control de calidad. En muchos países la edad en la que se mide la resistencia a compresión del concreto corresponde a los 28 días (CEMEX, 2019).

Según Leandro (2010) la resistencia a compresión va relacionado con la durabilidad del concreto y también es la medida de desempeño más común que muchos ingenieros utilizan para el diseño de edificios y demás estructuras (Leandro, 2010).

#### **2.2.10. Resistencia a la flexión del concreto**

En estructuras de concreto simple como pavimentos es necesario adicionalmente la resistencia a la flexión por presentarse esfuerzos a tracción por la flexión de las losas cuando se da el paso de vehículos; asimismo, el esfuerzo máximo de flexión se conoce como módulo de rotura (MR), cuyo cálculo se da de la siguiente manera:

$$MR = \frac{PL}{bd^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

MR : módulo de rotura del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

P : carga máxima aplicada (kg).

L : luz libre entre apoyos (cm).

b : ancho de la viga (cm).

d : altura de la viga (cm).

### 2.2.11. Módulo de elasticidad del concreto

Es una propiedad mecánica del concreto que describe la rigidez del mismo y su habilidad a la deformación elástica, corresponde un factor importante en el diseño de estructuras; para su determinación existen diferentes experimentos en estado fresco del concreto mediante la deformación durante el tiempo de fraguado y en estado endurecido mediante el extensómetro que mide las deformaciones (Serrano-Guzmán y Pérez-Ruiz, 2010). Su valor es variable pues es la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aleja de la recta y empieza la curva (Rodrigo y Torres, 2019).

Otra de las formas de obtener el módulo de elasticidad del concreto es por medio de las ecuaciones del ACI 318 (1989) y ACI 318 (2004), sin embargo, de acuerdo a los estudios realizados en la Universidad de Minnesota demostraron que el empleo de esas ecuaciones sobreestiman el módulo de elasticidad del concreto (Serrano-Guzmán y Pérez-Ruiz, 2010).

No obstante, la ecuación del ACI para obtener el módulo de elasticidad es:

$$Ec = 15000\sqrt{f'c} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$E_c$  : módulo de elasticidad del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$f'_c$  : resistencia a compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ ).

### 2.3. Definición de términos

**Aditivo.** – Son adiciones que se utilizan en el concreto cuando los agregados carecen de finos o cuando el cemento podría producir excesiva exudación, pudiendo ser utilizados como polvo (Rivera, 2007).

**Cemento Portland.** – Compuesto por calizas y arcillas, es empleado como aglomerante en la elaboración de concreto (Rodrigo y Torres, 2019).

**Granulometría.** – Es la distribución que se da por el tamaño de las partículas de los agregados mediante un procedimiento mecánico utilizando tamices con aberturas cuadradas (Rodrigo y Torres, 2019).

**Peso específico de agregados.** – Es la densidad y es de importancia cuando se pretende elaborar concreto que presente cierto peso límite (Rodrigo y Torres, 2019).

**Tiempo de fraguado inicial.** – Viene a ser el tiempo que transcurre desde el momento de contacto del cemento con el agua hasta que el concreto llegue a una resistencia de penetración de  $35 \text{ kg/cm}^2$  (Leandro, 2010).

**Tiempo de fraguado final.** – Corresponde al tiempo que transcurre desde el momento de contacto del cemento con el agua hasta que el concreto llegue a una resistencia de penetración de  $280 \text{ kg/cm}^2$  (Leandro, 2010).

### 2.4. Hipótesis

#### 2.4.1. Hipótesis general

Las propiedades reológicas del concreto y su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita se mantienen en comparación del concreto convencional.

## 2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El contenido de aire del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- b) La temperatura del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- c) La exudación del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- d) El tiempo de fragua del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- e) La fluidez del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- f) La capacidad de paso del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- g) La resistencia a compresión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- h) La resistencia a flexión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.
- i) El módulo de elasticidad del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

**Variable independiente (X): diatomita.** – Es una roca sedimentaria térrea, compuesta por frústulas microscópicas de doble valva de algas silíceas unicelulares. El color de las diatomeas depende básicamente del contenido de sustancias orgánicas y hierro, y de la separación con el nivel del agua subterránea (Leandro, 2010).

**Variable dependiente 1 (Y<sub>1</sub>): propiedades reológicas.** – Se consideró como propiedades reológicas del concreto al contenido de

aire, la temperatura, la exudación, el tiempo de fragua inicial y final, la fluidez y la capacidad de paso del concreto autocompactante sin y con sustitución de cemento por diatomita.

**Variable dependiente 2 (Y<sub>2</sub>): comportamiento del concreto.** – Se consideró para el comportamiento del concreto autocompactante a la resistencia a compresión, resistencia a flexión y el módulo de elasticidad.

### 2.5.2. Definición operacional de las variables

**Variable independiente (X): diatomita.** – Se sustituyó la cantidad de cemento obtenido según el diseño de mezcla convencional por el método del ACI para un concreto de f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> por el 4 %, 8 % y 12 % de diatomita.

**Variable dependiente 1 (Y<sub>1</sub>): propiedades reológicas.** – Se realizó ensayos de laboratorio según lo establecido por las Normas Técnicas Peruanas para determinar el contenido de aire, la temperatura, la exudación, el tiempo de fragua inicial y final, la fluidez y la capacidad de paso del concreto autocompactante sin y con sustitución de cemento por diatomita.

**Variable dependiente 2 (Y<sub>2</sub>): comportamiento del concreto.** – Se midió la resistencia a compresión del concreto autocompactante sin y con sustitución de cemento por diatomita a los 7, 14 y 28 días; del mismo modo se midió la resistencia a flexión a los 14 y 28 días; finalmente se procedió al cálculo del módulo de elasticidad por medio de la resistencia a compresión.

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variabes	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente (X): Diatomita	Diatomita	Cantidad de diatomita en relación al cemento	Porcentaje (%)
Variable dependiente 1 (Y <sub>1</sub> ): propiedades reológicas	Contenido de aire	Contenido de aire según manómetro	Porcentaje (%)
		Factor de corrección de agregado	Adimensional

	Temperatura	Temperatura	Grados centígrados (°C)
		Tiempo absoluto acumulado	Minutos (min)
	Exudación	Volumen exudado	Mililitros (ml)
		Área	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )
	Tiempo de fragua	Tiempo de fragua inicial	Minutos (min)
		Tiempo de fragua final	Minutos (min)
	Fluidez	Diámetro de flujo	Centímetros (cm)
		Tiempo	Segundos (s)
	Capacidad de paso	Diámetro de flujo	Centímetros (cm)
		Tiempo	Segundos (s)
Variable dependiente 2 (Y <sub>2</sub> ): Comportamiento del concreto	Resistencia a compresión	Fuerza	Kilogramo (kg)
		Área de probeta	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )
	Resistencia a flexión	Fuerza	Kilogramo (kg)
		Área transversal de viga	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )
	Módulo de elasticidad	Resistencia a compresión	Kilogramo por cm <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de investigación**

El método de investigación que se utilizó fue el científico porque se utilizó una serie de características para la obtención de conocimiento científico, además que, se siguió las etapas tales como la definición de la problemática, la búsqueda de la solución provisional, la experimentación para la comprobación de la solución planteada y la verificación de resultados.

### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue la aplicada, pues el objetivo de este estudio fue encontrar la solución al problema del uso excesivo de cemento para la elaboración de concreto autocompactante; asimismo, porque se utilizó lo obtenido por la investigación básica referente a concreto autocompactante.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el explicativo, porque se analizó la causa dada por la sustitución parcial del cemento por diatomita en 4 %, 8 % y 12 % y el efecto que resulta en las propiedades reológicas (contenido de aire, temperatura, exudación, tiempo de fragua, fluidez y capacidad de paso) y

en el comportamiento en estado endurecido del concreto autocompactante (resistencia a compresión, flexión y módulo de elasticidad).

### 3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue el experimental porque se manipuló la variable independiente, que viene a ser la diatomita en diferentes dosificaciones de 4 %, 8 % y 12 % en relación al contenido de cemento y luego se procedió a evaluar el efecto en las variables dependientes tales como propiedades reológicas y comportamiento en estado endurecido del concreto autocompactante.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

La población para el desarrollo de esta investigación correspondió a la cantidad de concreto autocompactante diseñado para un  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> sin y con sustitución parcial del cemento por diatomita.

#### 3.5.2. Muestra

De acuerdo a la técnica de muestreo no probabilístico intencional correspondió a 36 probetas y 24 vigas de concreto autocompactante sin y con sustitución parcial del cemento por diatomita, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Muestra de concreto para el desarrollo de la investigación.

Tipo de concreto	Número de probetas			Número de vigas	
	7 días	14 días	28 días	14 días	28 días
Concreto patrón	3	3	3	3	3
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3	3	3	3	3
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	3	3	3	3	3
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	3	3	3	3	3
Total	36			24	

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

Como técnica para la recolección de datos se utilizó la observación experimental, la cual fue planificada detenidamente para su empleo durante

la ejecución de los ensayos de laboratorio en la determinación de las propiedades reológicas y el comportamiento del concreto autocompactante.

En cuanto a los instrumentos para la recolección de datos se utilizó aquellos normalizados y estipulados en las normas técnicas peruanas y ASTM para la medición del contenido de aire, temperatura, exudación, tiempo de fragua, fluidez, capacidad de paso, resistencia a compresión, resistencia a flexión y módulo de elasticidad del concreto autocompactante.

### 3.7. Procedimiento de recolección de datos

- En primer lugar, se obtuvo el agregado procedente de la cantera Pilcomayo en la provincia de Huancayo, el mismo que se ubica en las coordenadas 473665.59 E y 8667552.17 N, para lo cual se siguió lo establecido en la NTP 400.010.



Figura 2. Ubicación de cantera de agregados para el desarrollo de la investigación.  
Fuente: Google Earth (2020).

- Luego se procedió al cuarteo del agregado grueso y fino según la NTP 400.043 considerando el método A y cuarteador mecánico.
- Consecuentemente, se realizó el análisis granulométrico del agregado grueso y fino según la NTP 400.012, de lo cual para el agregado grueso la granulometría se muestra en la Tabla 3 el mismo que cumple con el huso N° 67; del mismo modo en la Tabla 4 se especifica sus

características granulométricas del agregado fino, además que se logró obtener un módulo de finura de 2.94.

Tabla 3. Granulometría del agregado grueso.

Tamiz	Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
3"	-	-	-	-
2 1/2"	-	-	-	-
2"	-	-	-	-
1 1/2"	-	-	-	-
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	199.50	3.99	3.99	96.01
3/8"	3418.50	68.37	72.36	27.64
N° 4	1281.70	25.63	97.99	2.01
N° 8	99.30	1.99	99.98	0.02
Fondo	1.00	0.02	100.00	0.00
Total		5000.00		

Tabla 4. Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	24.00	4.80	4.80	95.20
N° 8	49.70	9.94	14.74	85.26
N° 16	46.30	9.26	24.00	76.00
N° 30	169.50	33.90	57.90	42.10
N° 50	174.50	34.90	92.80	7.20
N° 100	35.00	7.00	99.80	0.20
Fondo	1.00	0.20	100.00	0.00
Total		500.00		

- Otras de las características estudiadas correspondieron al contenido de humedad total evaporable de los agregados (NTP 339.185), peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017), gravedad específica y absorción (NTP 400.021), cuyos resultados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Propiedades de los agregados para el diseño de mezcla.

Propiedad	Agregado fino	Agregado grueso
Contenido de humedad del agregado fino	2.40%	0.30%
Peso unitario suelto	1456 kg/m <sup>3</sup>	1338 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1695 kg/m <sup>3</sup>	1526 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.83	2.67
Peso específico suelto	2.88	2.67
Peso específico aparente	2.98	2.72
% de absorción	1.8	0.7

- De acuerdo a lo obtenido en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5 se procedió al diseño de mezcla según el método del ACI considerando un f'c de

210 kg/cm<sup>2</sup>, de lo cual la dosificación para el concreto patrón se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Dosificación del concreto patrón.

Componente	Por m <sup>3</sup>	Por saco de cemento
Cemento	366 kg	42.5 kg
Agua	204 L	23.7 L
Agregado fino húmedo	899 kg	104.4 kg
Agregado grueso húmedo	934 kg	108.5 kg
Aditivo Chema plastificante	3.1 L	0.36 L

- En base a lo especificado en la Tabla 6 se modificó la dosificación del concreto patrón para la sustitución del contenido de cemento por 4 %, 8 % y 12 % de diatomita, lo cual resultó:

Tabla 7. Dosificación de los concretos autocompactantes con diatomita.

Componente	Por m <sup>3</sup>		
	Sustitución de 4 %	Sustitución de 8 %	Sustitución de 12 %
Cemento	322.56 kg	309.12 kg	295.68 kg
Diatomita	13.44 kg	26.88 kg	40.32 kg
Agua	204 L	204 L	204 L
Agregado fino húmedo	899 kg	899 kg	899 kg
Agregado grueso húmedo	934 kg	934 kg	934 kg
Aditivo Chema plastificante	3.1 L	3.1 L	3.1 L

- Según las dosificaciones obtenidas para el concreto patrón y concretos con diatomita, se continuó con la medición de las propiedades en estado fresco tales como el contenido de aire (NTP 339.085), temperatura (NTP 339.083), exudación (NTP 339.077), tiempo de fragua (NTP 339.082), fluidez (ASTM C1611) y capacidad de paso mediante el anillo J (ASTM C1621).
- Posteriormente, se procedió a la elaboración de las probetas y vigas de concreto patrón y de concreto con diatomita, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Número de probetas y vigas elaboradas para el desarrollo de la investigación.

Tipo de concreto	Número de probetas	Número de vigas
------------------	--------------------	-----------------

	7 días	14 días	28 días	14 días	28 días
Concreto patrón	3	3	3	3	3
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3	3	3	3	3
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	3	3	3	3	3
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	3	3	3	3	3
Total		36		24	

- Consecuentemente, se roturó las probetas según la NTP 339.034 y vigas según la NTP 339.078.
- Finalmente, con los resultados de la resistencia a compresión se procedió al cálculo del módulo de elasticidad del concreto.

### 3.8. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas de análisis de datos en primera instancia correspondieron al análisis univariado donde se utilizó la desviación estándar, rango y promedio de cada una de las propiedades reológicas (contenido de aire, temperatura, exudación, tiempo de fragua, fluidez y capacidad de paso) y del comportamiento del concreto autocompactante en estado endurecido (resistencia a compresión, resistencia a flexión y módulo de elasticidad) del concreto autocompactante siguiendo lo establecido por la estadística descriptiva; posteriormente, se procedió al análisis bivariado donde se utilizó tablas cruzadas con el contenido de diatomita y las propiedades del concreto autocompactante.

Asimismo, para el análisis de datos se recurrió a la estadística inferencial para la determinación de la prueba estadística a considerar en la prueba de hipótesis, para ello se obtuvo la normalidad de los datos de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, por ser el tamaño de la muestra menor a 50, este resultado se muestra en la Tabla 9, donde se denota que el nivel de significancia en algunos casos es menor a 0.05 y en otros es mayor a 0.05, tanto para la resistencia a compresión, resistencia a flexión y el módulo de elasticidad; por lo tanto, los datos presentan una distribución no normal y por ende el estadístico para la prueba de hipótesis correspondió a un no paramétrico siendo la prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 9. Normalidad de los datos obtenidos.

	Tipo de concreto	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Concreto patrón	0.98	3.00	0.73
	Concreto con sustitución de 4 % de cemento	0.75	3.00	0.00
	Concreto con sustitución de 8 % de cemento	0.92	3.00	0.46
	Concreto con sustitución de 12 % de cemento	0.96	3.00	0.64
Resistencia a la flexión	Concreto patrón	0.95	3.00	0.58
	Concreto con sustitución de 4 % de cemento	0.98	3.00	0.72
	Concreto con sustitución de 8 % de cemento	0.76	3.00	0.02
	Concreto con sustitución de 12 % de cemento	0.99	3.00	0.86
Módulo de elasticidad	Concreto patrón	0.98	3.00	0.73
	Concreto con sustitución de 4 % de cemento	0.75	3.00	0.00
	Concreto con sustitución de 8 % de cemento	0.92	3.00	0.46
	Concreto con sustitución de 12 % de cemento	0.96	3.00	0.64

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

En este capítulo se muestra los resultados referentes a las propiedades reológicas (contenido de aire, temperatura, exudación, tiempo de fragua, fluidez, capacidad de paso del concreto) y comportamiento en estado endurecido (resistencia a compresión, resistencia a flexión y módulo de elasticidad) del concreto convencional de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> que se denominó como patrón y de los concretos autocompactantes con sustitución del contenido de cemento en 4 %, 8 % y 12 % por diatomita.

#### 4.1. Contenido de aire

En la siguiente tabla se muestra los resultados del contenido de aire en el concreto sin y con diatomita, de lo cual para el concreto convencional se obtuvo un 2.5 %, para el concreto donde se sustituyó el 4 % de cemento de 2 %, para el de 8 % se obtuvo 1.70 % y para el de 12 % resultó 1.20 %.

Tabla 10. Contenido de aire en el concreto sin y con diatomita.

Muestras	Contenido de aire (%)	Variación (%)
Concreto patrón	2.50	0.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	2.00	-20.00
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	1.70	-32.00
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	1.20	-52.00

Del mismo modo, la Figura 3 representa la tendencia a la reducción del contenido de aire en el concreto con la sustitución del cemento por diatomita en 4 %, 8 % y 12 %, esto en comparación del concreto convencional.

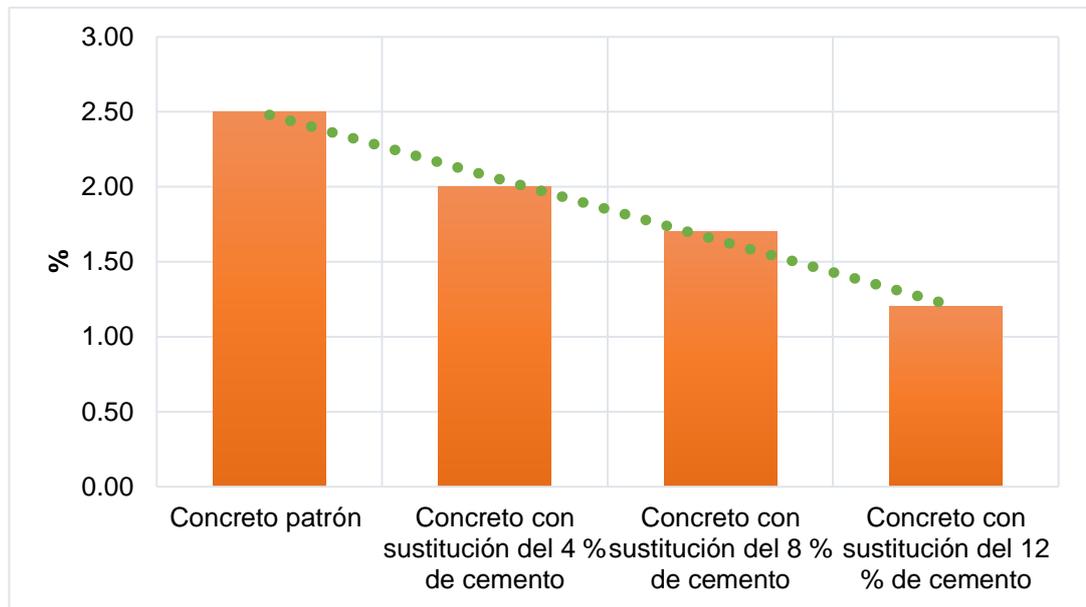


Figura 3. Contenido de aire en el concreto sin y con diatomita.

Consecuentemente, en la Figura 4 se muestra que la sustitución del 4 % de cemento por diatomita hace que el contenido de aire se reduzca en 20 %, con la sustitución del 8 % se reduce en 32 % y con 12 % de diatomita se reduce en 52 %.

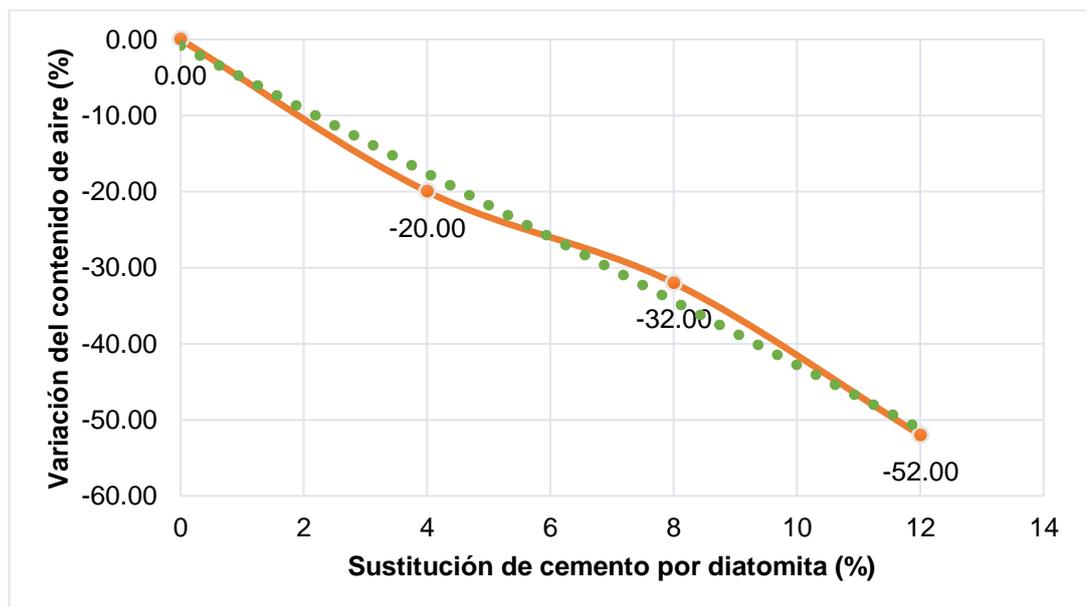


Figura 4. Variación del contenido de aire en el concreto sin y con diatomita.

## 4.2. Temperatura

Asimismo, en la Tabla 11 se detalla los valores de temperatura del concreto convencional y los concretos con diatomita, de lo cual para este primero se obtuvo una temperatura de 16.40 °C, para el concreto donde se

sustituyó el 4 % y 8 % de cemento por diatomita se obtuvo 19 °C y donde se sustituyó del 12 % se obtuvo 17.60 °C.

Tabla 11. Temperatura en el concreto sin y con diatomita.

Muestras	Temperatura (°C)	Variación (%)
Concreto patrón	16.40	0.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	19.00	15.85
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	19.00	15.85
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	17.60	7.32

Seguidamente, en la Figura 5 se representa cómo varía la temperatura del concreto sin y con diatomita como reemplazo del cemento, donde es evidente que en primera instancia se da un incremento de la temperatura, pero a medida que se incrementa el contenido de diatomita esta se reduce, sin embargo, en todos los casos se dio una temperatura mayor a lo obtenido en el concreto convencional sin diatomita.

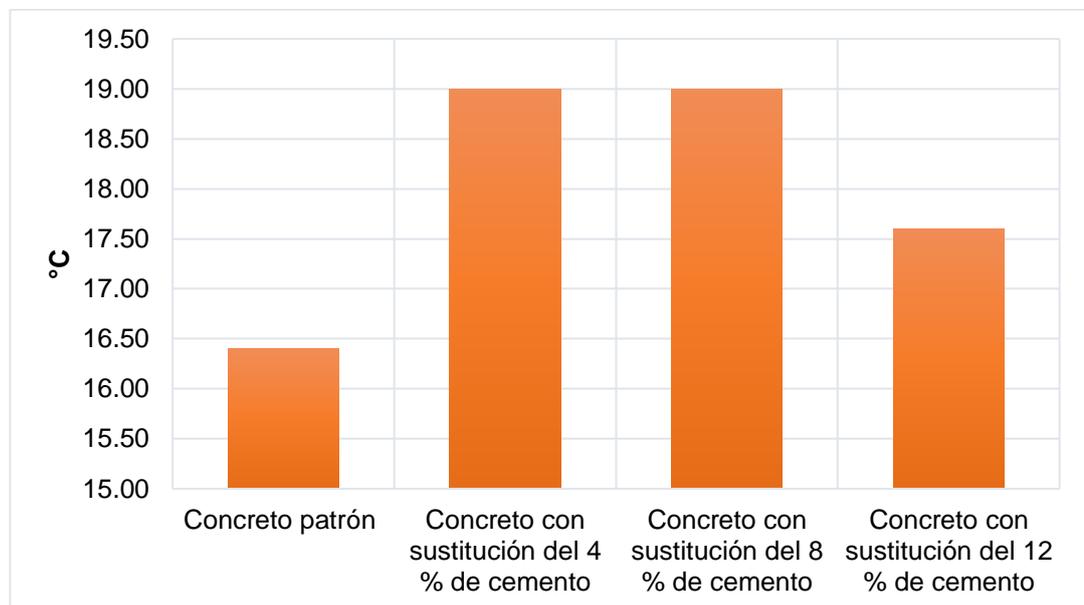


Figura 5. Temperatura en el concreto sin y con diatomita.

Simultáneamente, en la siguiente figura se especifica la variación de la temperatura del concreto autocompactante con diatomita en relación con el concreto convencional, de lo cual con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita la temperatura se incrementó en 15.85 % y con la sustitución del 12 % se incrementó en 7.32 %.

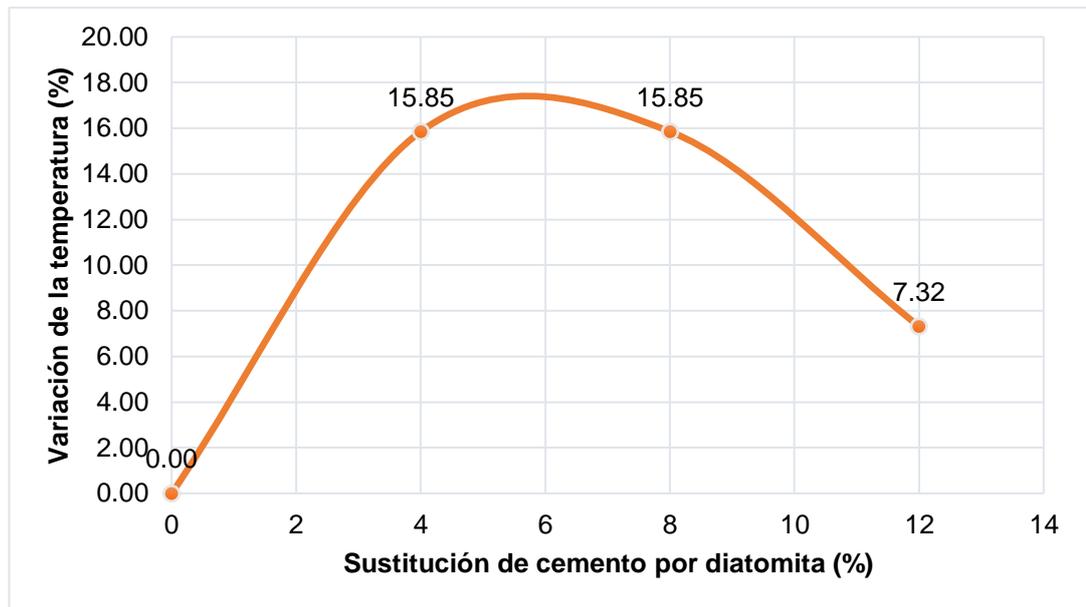


Figura 6. Variación de la temperatura en el concreto sin y con diatomita.

### 4.3. Exudación

Los resultados referente a la exudación del concreto se muestra en la Tabla 12, donde para el concreto patrón la exudación fue de 30 ml, para el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita la exudación fue de 16 ml, para la sustitución del 8 % la exudación fue de 10.20 ml y para la sustitución del 12 % de cemento se presentó una exudación de 7 ml.

Tabla 12. Exudación en el concreto sin y con diatomita.

Muestras	Exudación (ml)	Variación (%)
Concreto patrón	30.00	0.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	16.00	-46.67
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	10.20	-66.00
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	7.00	-76.67

En consecuencia, en la Figura 7 se representa gráficamente los resultados obtenidos para la exudación del concreto, de lo cual se deduce que la utilización de diatomita en 4 %, 8 % y 12 % en reemplazo parcial del cemento en el concreto autocompactante trae consigo que la exudación se reduzca en comparación del concreto patrón sin diatomita.

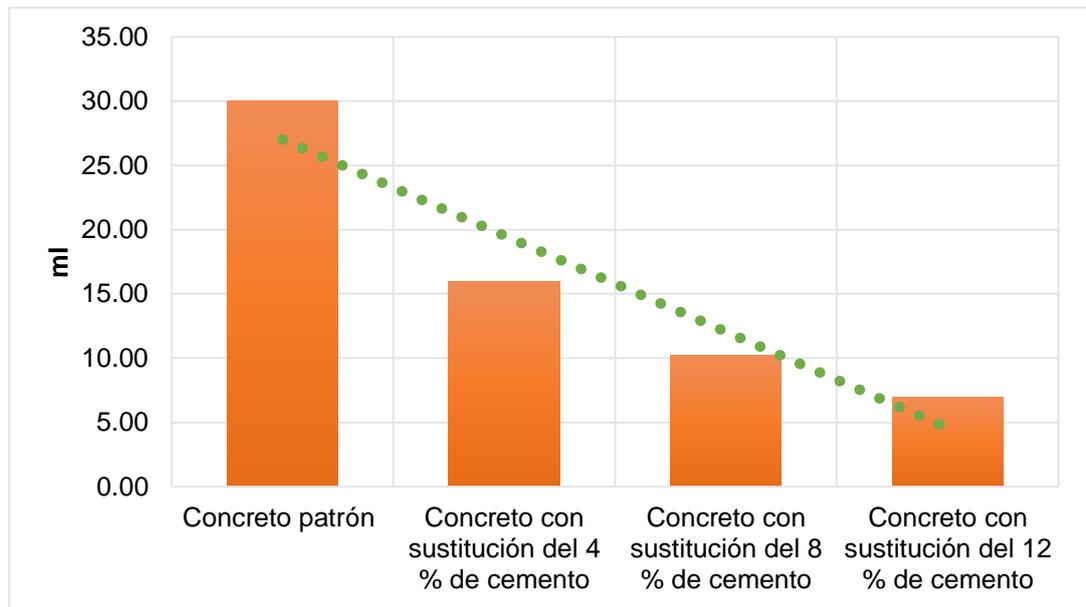


Figura 7. Exudación en el concreto sin y con diatomita.

Por lo tanto, la siguiente figura especifica la variación porcentual de la exudación partiendo de lo obtenido para el concreto patrón o convencional, de ello se tiene que, el reemplazo del 4 % de cemento por diatomita reduce la exudación del concreto en 46.67 %, el reemplazo del 8 % reduce en 66 % y con 12 % de diatomita se reduce en 76.67 %.

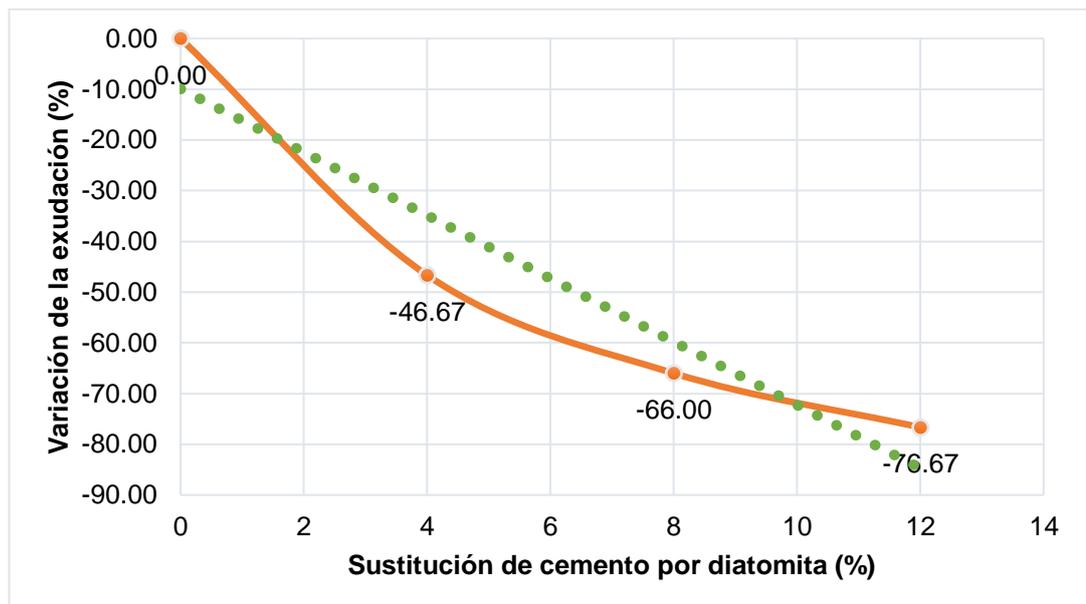


Figura 8. Variación de la exudación en el concreto sin y con diatomita.

#### 4.4. Tiempo de fragua

Consiguientemente, en la Tabla 13 se tiene los resultados del tiempo de fragua inicial y final de los concretos evaluados, del mismo que, para el

concreto patrón el tiempo de fragua inicial fue de 180 min y final de 480 min, para el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita se obtuvo 180 min y 510 min, para el concreto con sustitución del 8 % se encontró 210 min y 570 min, finalmente para el concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita se obtuvo 240 min y 630 min.

Tabla 13. Tiempo de fragua en el concreto sin y con diatomita.

Muestras	Tiempo de fragua (min)			
	Inicial	Variación (%)	Final	Variación (%)
Concreto patrón	180.0	0.00	480.0	0.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	180.0	0.00	510.0	6.25
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	210.0	16.67	570.0	18.75
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	240.0	33.33	630.0	31.25

Por tal razón, la Figura 9 representa al tiempo de fragua inicial de manera gráfica, de lo cual se resalta que, la sustitución de cemento por diatomita en 4 %, 8 % y 12 % hace que el tiempo de fragua inicial incremente en comparación de lo obtenido en el concreto convencional o patrón; asimismo, este incremento también se denota en el tiempo de fragua final del concreto tal como se muestra en la Figura 10.

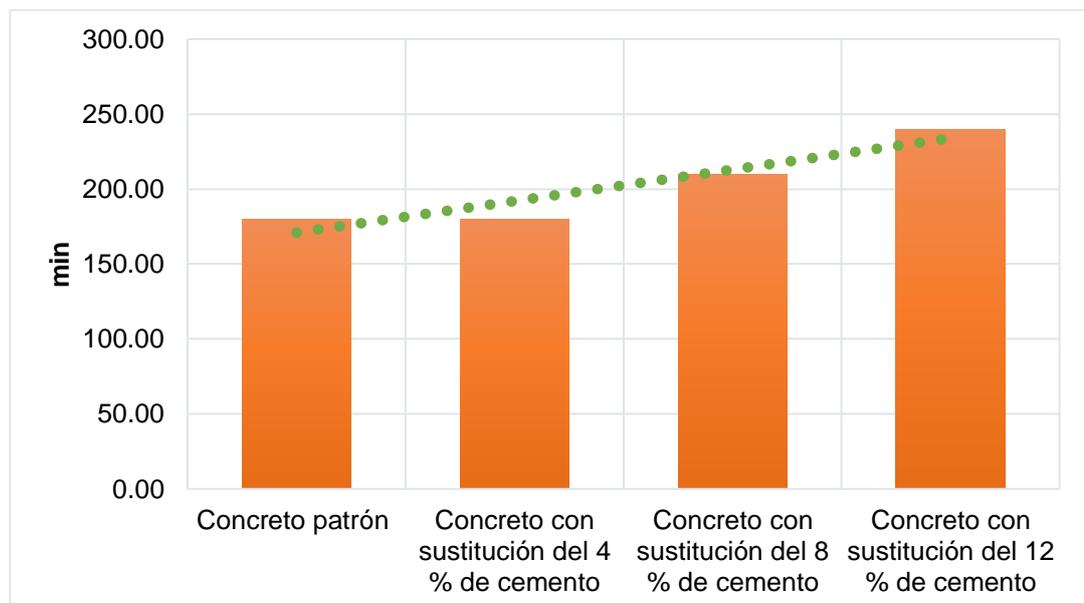


Figura 9. Tiempo de fragua inicial en el concreto sin y con diatomita.

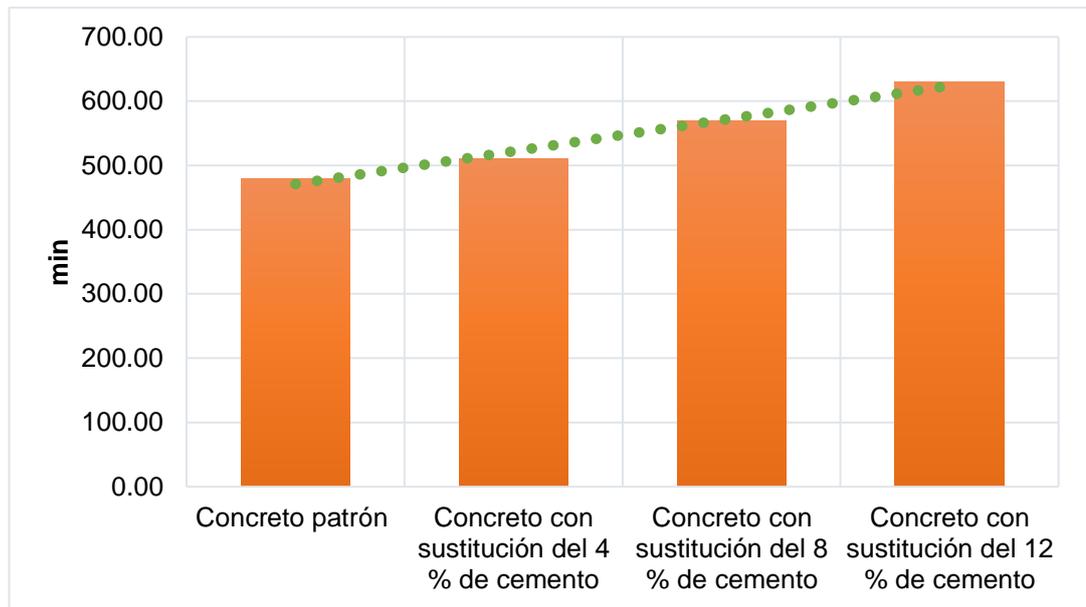


Figura 10. Tiempo de fragua final en el concreto sin y con diatomita.

En cuanto a la variación porcentual del tiempo de fragua inicial de los concretos en estudio, se tiene la Figura 11 donde con el 4 % de diatomita en reemplazo de cemento no presenta variación; no obstante, con el 8 % de diatomita se da un incremento del 16.67 % y con 12 % de diatomita se incrementa en un 33.33 %.

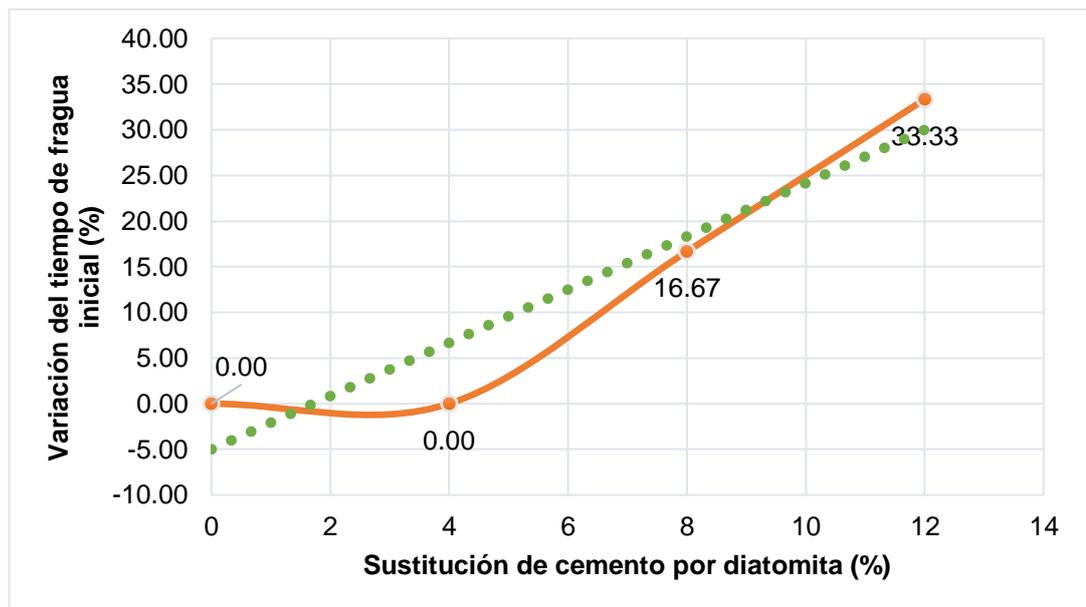


Figura 11. Variación del tiempo de fragua inicial en el concreto sin y con diatomita.

Asimismo, lo referente a la variación porcentual del tiempo de fragua final de los concretos en estudio, se tiene la Figura 12 donde con el 4 % de diatomita en reemplazo de cemento se da un incremento de 6.25 %, con el

8 % de diatomita se da un incremento del 18.75 % y con 12 % de diatomita muestra un incremento en 31.25 %.

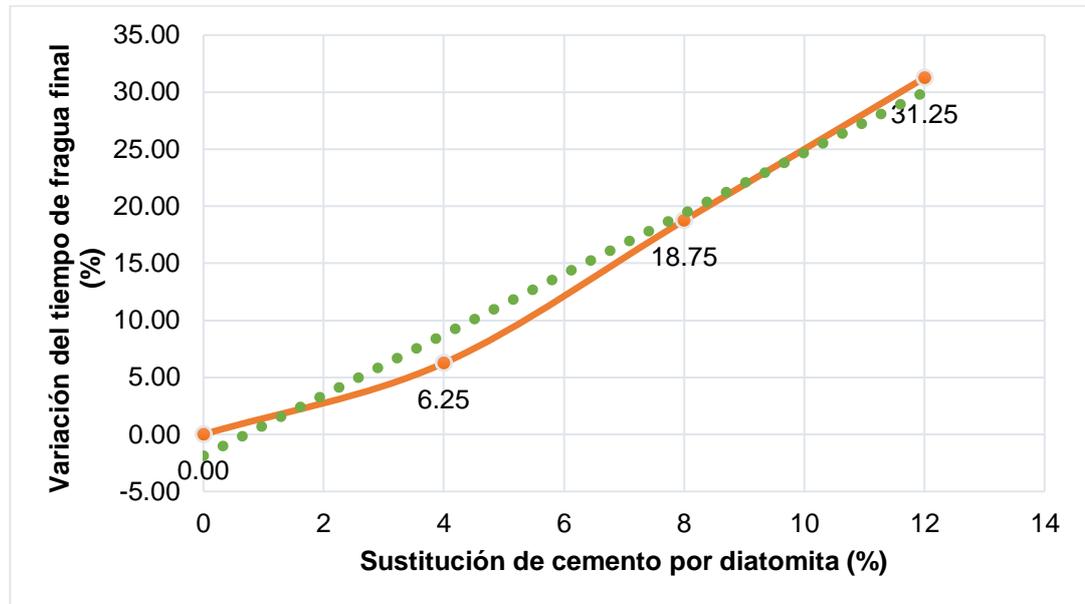


Figura 12. Variación del tiempo de fragua final en el concreto sin y con diatomita.

#### 4.5. Fluidez

Otra de las propiedades consideradas correspondió a la fluidez, para lo cual se determinó el diámetro que genera el concreto en un determinado tiempo, por ello en la Tabla 14 se presenta los resultados, de lo cual se tiene que para el concreto convencional el diámetro resultó de 66.40 cm en 5 s, para el concreto con sustitución de cemento por diatomita en 4 % fue de 65.45 cm en 7 s, para el de 8 % resultó de 46.95 cm en 10 s y para el de 12 % fue de 43.15 cm en 13 s.

Tabla 14. Fluidez en el concreto sin y con diatomita.

Muestras	Fluidez			
	Diámetro (cm)	Variación (%)	Tiempo (s)	Variación (%)
Concreto patrón	66.40	0.00	5.00	0.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	65.45	-1.43	7.00	40.00
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	46.95	-29.29	10.00	100.00
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	43.15	-35.02	13.00	160.00

Del mismo modo, en la Figura 13 se representa cómo el diámetro que genera el concreto se va reduciendo con el incremento del contenido de

diatomita como reemplazo parcial del cemento; consecuentemente, en la Figura 14 se representa el incremento del tiempo de fluidez del concreto por la presencia de diatomita.

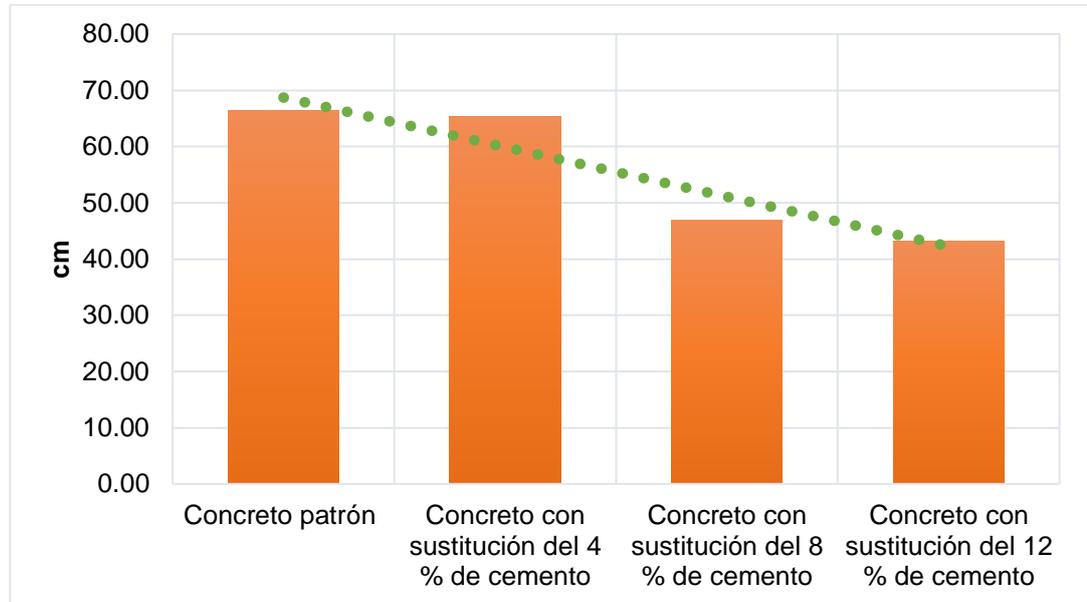


Figura 13. Diámetro de fluidez en el concreto sin y con diatomita.

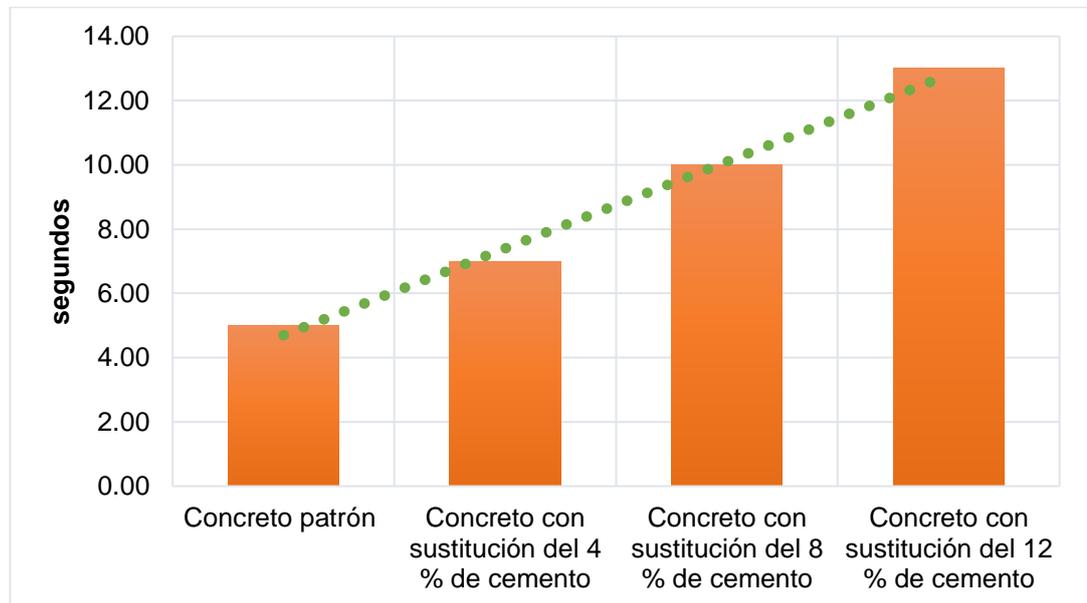


Figura 14. Tiempo de fluidez en el concreto sin y con diatomita.

Por lo tanto, en la Figura 15 se especifica cada una de las variaciones porcentuales que se da por la inclusión de diatomita en el concreto autocompactante, donde con el 4 %, el diámetro de fluidez se reduce en 1.43 %, con 8 % se da una reducción de 29.29 % y con 12 % de diatomita se reduce el diámetro de fluidez en 35.02 %; con lo cual se puede deducir

que la sustitución de cemento por diatomita trae consigo que el diámetro de fluidez se reduce en comparación al concreto convencional.

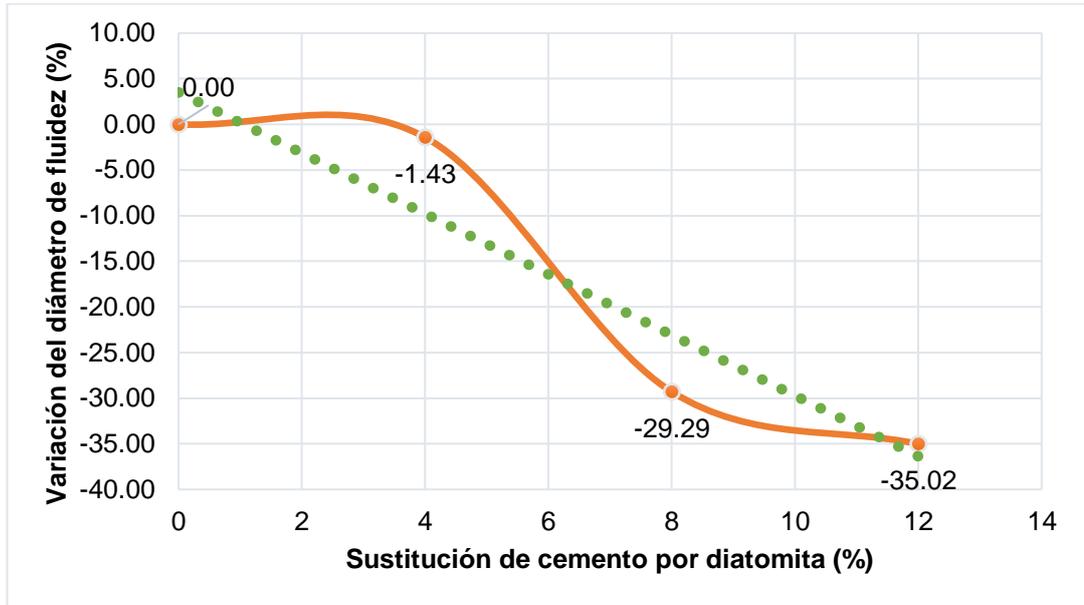


Figura 15. Variación del diámetro de fluidez en el concreto sin y con diatomita.

Asimismo, en la Figura 16 se muestra las variaciones del tiempo de fluidez, donde con el 4 % el tiempo de fluidez incrementa en 40 %, con 8 % incrementa en 100 % y con 12 % de diatomita se incrementa en 160 %; por ello, se deduce que la sustitución de cemento por diatomita incrementa el tiempo de la fluidez del concreto en comparación al concreto convencional.

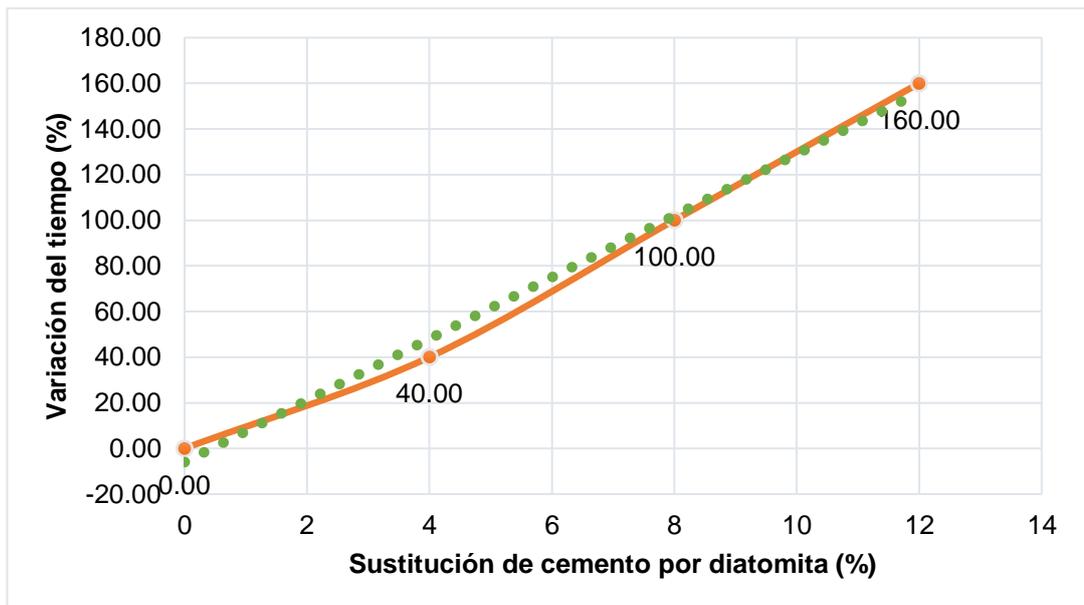


Figura 16. Variación del tiempo de fluidez en el concreto sin y con diatomita.

#### 4.6. Capacidad de paso

Como resultado de la utilización del anillo J, se tiene los datos de diámetro y tiempo de la capacidad de paso del concreto tal como se muestra en la Tabla 15, resaltando que el diámetro y tiempo generado por el concreto patrón fue de 61.35 cm en 6.21 s, para el concreto con sustitución de cemento por 4 % de diatomita fue de 49 cm en 7.10 s, para el de 8 % fue 41.50 cm en 7.21 s y para el de 12 % fue 38.80 cm en 8.10 s.

Tabla 15. Capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.

Muestras	Capacidad de paso			
	Diámetro (cm)	Variación (%)	Tiempo (s)	Variación (%)
Concreto patrón	61.35	0.00	6.21	0.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	49.00	-20.13	7.10	14.33
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	41.50	-32.36	7.21	16.10
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	38.80	-36.76	8.10	30.43

Por consiguiente, en la Figura 17 y Figura 18 se representa la tendencia de la reducción del diámetro y el incremento del tiempo de la capacidad de paso del concreto autocompactante sin y con sustitución de cemento por diatomita; por lo cual, se deduce que su utilización reduce la capacidad de paso del concreto.

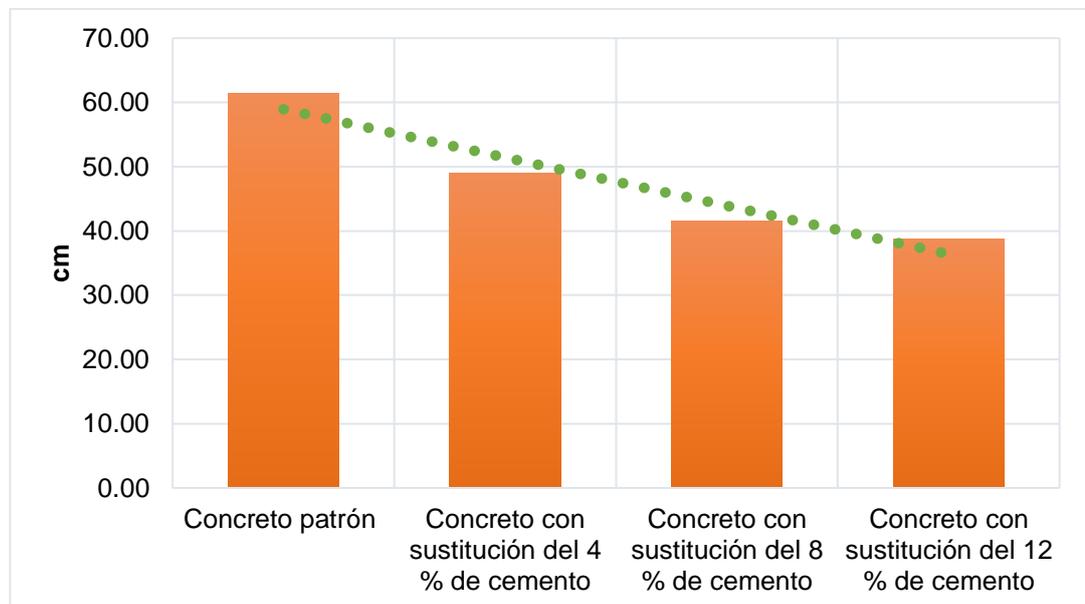


Figura 17. Diámetro de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.

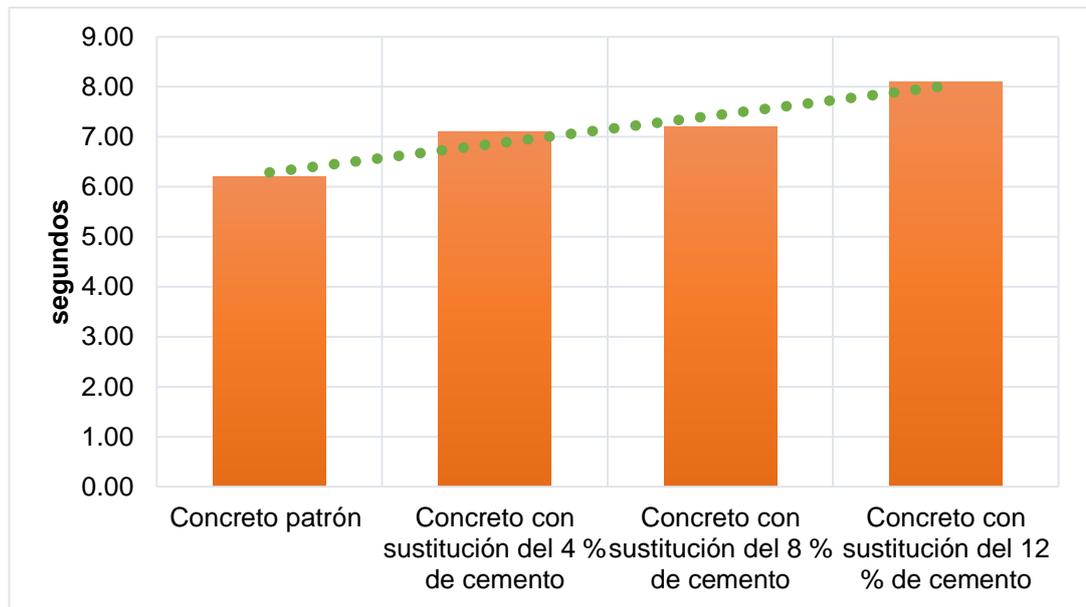


Figura 18. Tiempo de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.

Debido a lo señalado anteriormente, en la siguiente figura se detalla las variaciones del diámetro de la capacidad de paso de los concretos estudiados, de lo cual con la sustitución del 4 % de cemento por diatomita el diámetro se reduce en 20.13 %, con 8 % se reduce en 32.36 % y con 12 % se reduce en 36.76 %.

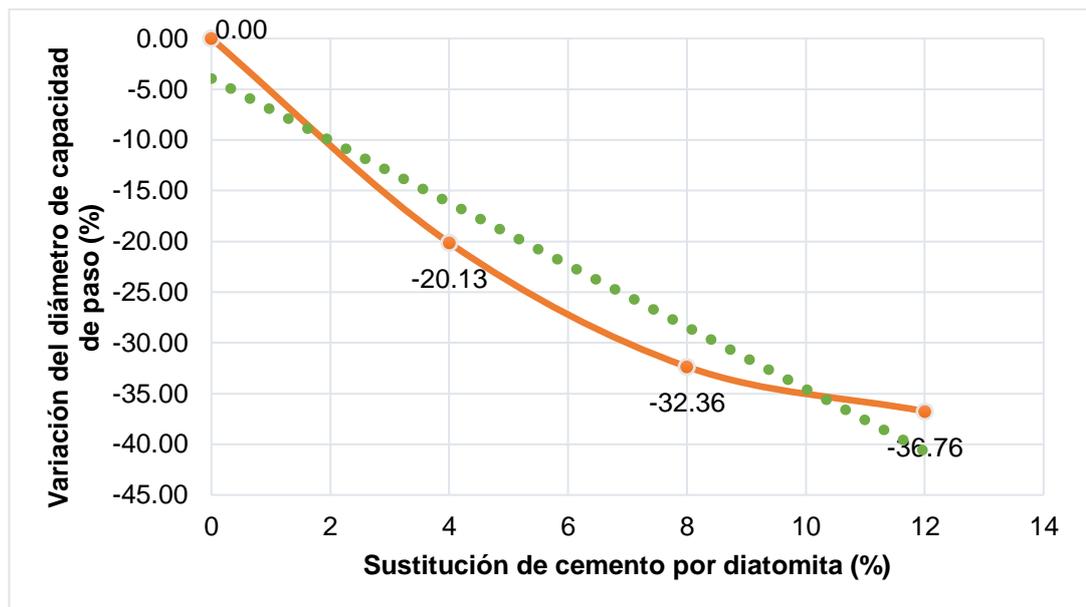


Figura 19. Variación del diámetro de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.

Asimismo, la Figura 20 especifica las variaciones del tiempo de la capacidad de paso de los concretos estudiados, de lo cual con la sustitución

del 4 % de cemento por diatomita el tiempo se incrementa en 14.33 %, con 8 % se incrementa en 16.10 % y con 12 % se incrementa en 30.43 %.

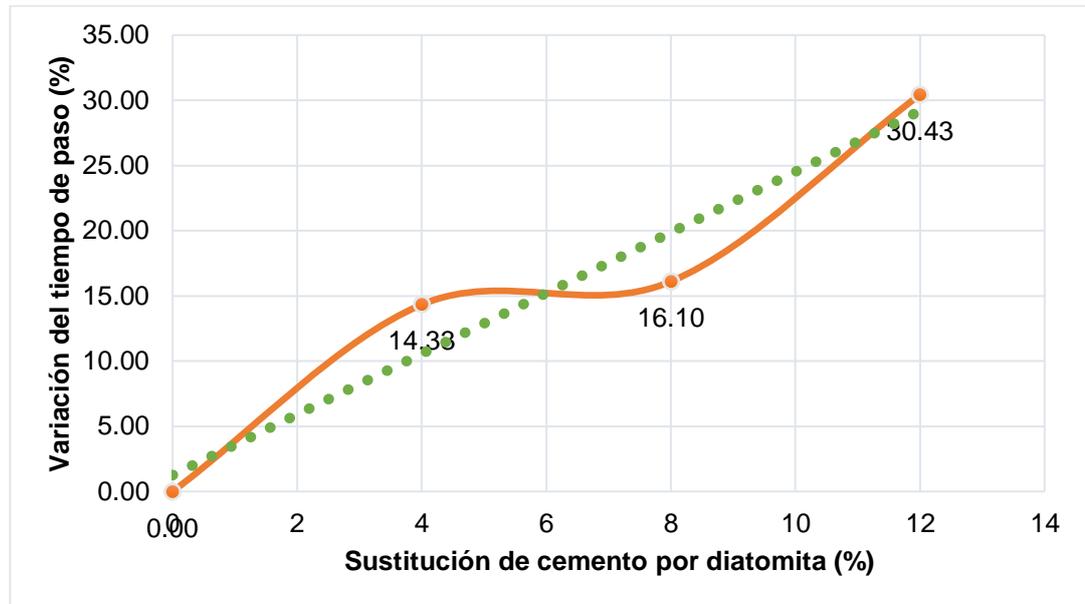


Figura 20. Variación del tiempo de la capacidad de paso en el concreto sin y con diatomita.

#### 4.7. Resistencia a la compresión

Otra característica y por qué no decir una de las más importante corresponde a la resistencia a compresión del concreto, situación por la cual en la Tabla 16 se muestra los resultados a los 7, 14 y 28 días del concreto convencional, de lo cual se tiene que la desviación estándar a los 7 días de edad fue de 3.61 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días edad fue de 4.62 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 8.08 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan que existió un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 7 días fue de 1.30 %, para los 14 días de edad fue de 1.50 % y para los 28 días de edad fue de 2.28 %, valores que representan que se tuvo un excelente manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos, para los 7, 14 y 28 días de edad del concreto patrón, de lo cual se obtuvo 7, 8 y 16 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a compresión a los 7 días fue de 278 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de edad fue de 307.67 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 354.33 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 16. Resistencia a compresión del concreto patrón.

Concreto patrón	Esfuerzo en compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	277.00	305.00	347.00
TE-01, 02 y 03	275.00	305.00	363.00
TE-01, 02 y 03	282.00	313.00	353.00
Desviación estándar	3.61	4.62	8.08
Coefficiente de variación de la desviación estándar	1.30%	1.50%	2.28%
Rango	7.00	8.00	16.00
Promedio	278.00	307.67	354.33

Consecuentemente, en la siguiente figura se representa el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto convencional o patrón a los 7, 14 y 28 días de edad.

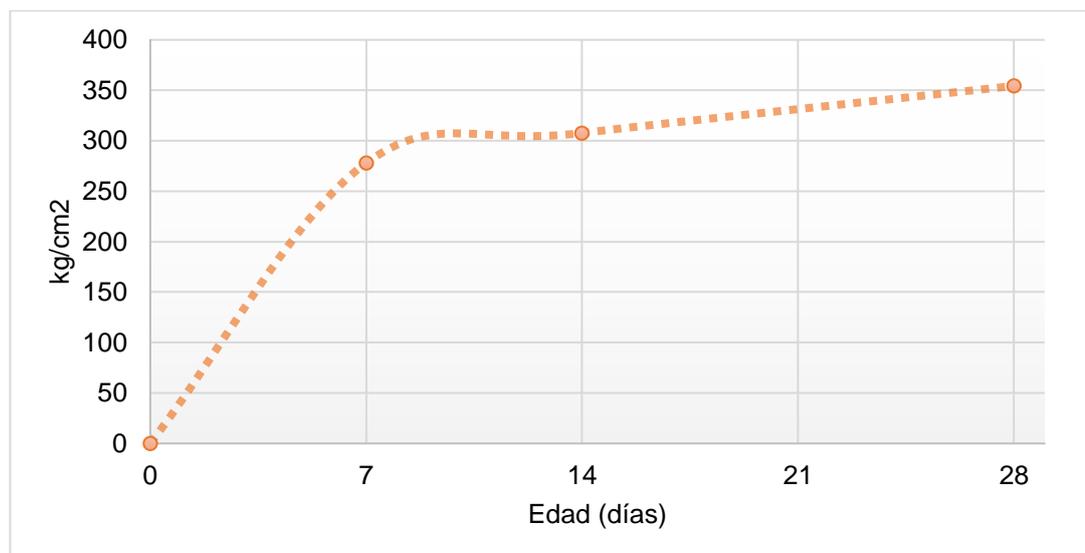


Figura 21. Resistencia a compresión del concreto patrón.

Por consiguiente, en la Tabla 17 se muestra los resultados a los 7, 14 y 28 días del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita, de lo cual la desviación estándar a los 7 días de edad fue de 1.15 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días edad fue de 2.00 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 3.46 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 7 días se obtuvo de 0.42 %, para los 14 días de edad fue de 0.65 % y para los 28 días de edad fue de 1.06 %, valores que representan un excelente manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos, para los 7, 14 y 28 días de edad del concreto patrón, de lo cual se obtuvo 2, 4 y 6 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene

que el promedio de la resistencia a compresión a los 7 días fue de 275.67 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de edad fue de 307.00 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 326.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 17. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.

Concreto con sustitución del 4 % de cemento	Esfuerzo en compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	275.00	307.00	330.00
TE-01, 02 y 03	275.00	305.00	324.00
TE-01, 02 y 03	277.00	309.00	324.00
Desviación estándar	1.15	2.00	3.46
Coefficiente de variación de la desviación estándar	0.42%	0.65%	1.06%
Rango	2.00	4.00	6.00
Promedio	275.67	307.00	326.00

Asimismo, la Figura 22 muestra el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita a los 7, 14 y 28 días de edad.

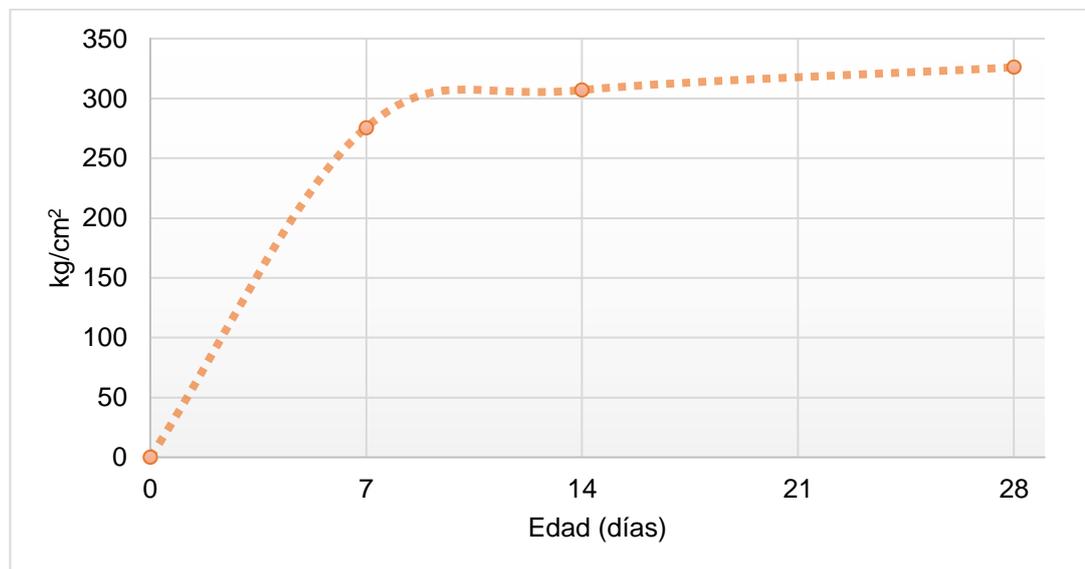


Figura 22. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.

En consecuencia, en la Tabla 18 se muestra los resultados a los 7, 14 y 28 días del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita, de lo cual la desviación estándar a los 7 días de edad fue de 2.52 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días edad fue de 1.53 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 4.16 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar

para los 7 días se obtuvo de 0.96 %, para los 14 días de edad fue de 0.53 % y para los 28 días de edad fue de 1.31 %, lo que representa un excelente manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos, para los 7, 14 y 28 días de edad del concreto patrón, de lo cual se obtuvo 5, 3 y 8 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a compresión a los 7 días fue de 263.33 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de edad fue de 287.67 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 316.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 18. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.

Concreto con sustitución del 8 % de cemento	Esfuerzo en compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	266.00	288.00	320.00
TE-01, 02 y 03	261.00	289.00	312.00
TE-01, 02 y 03	263.00	286.00	318.00
Desviación estándar	2.52	1.53	4.16
Coefficiente de variación de la desviación estándar	0.96%	0.53%	1.31%
Rango	5.00	3.00	8.00
Promedio	263.33	287.67	316.67

Por lo tanto, de acuerdo a lo detallado en la tabla anterior se tiene la Figura 23 que muestra el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita a los 7, 14 y 28 días de edad.

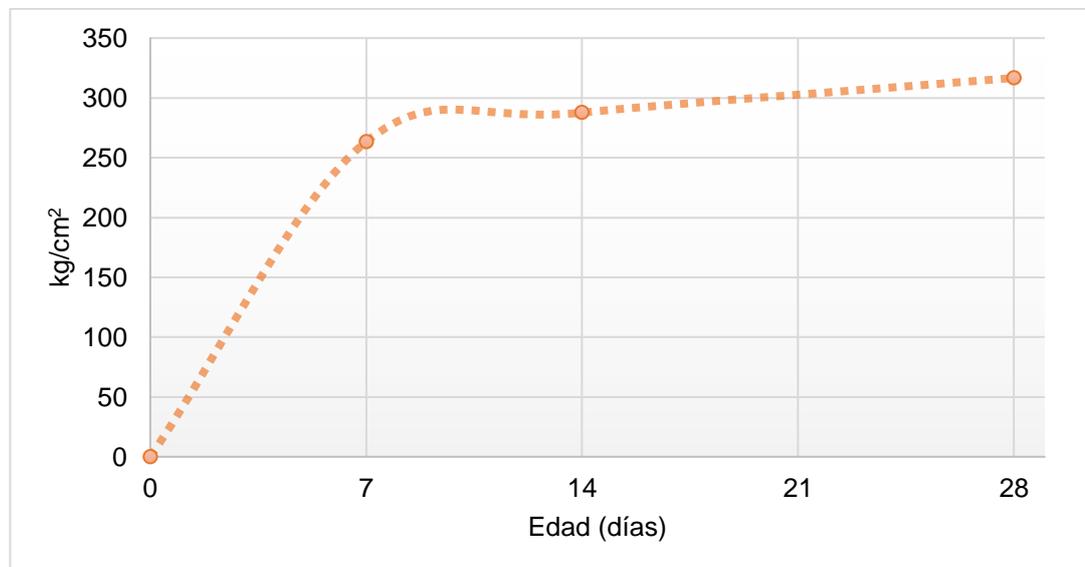


Figura 23. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.

Por consiguiente, en la Tabla 19 se muestra los resultados de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita, de lo cual se tiene que la desviación estándar a los 7 días de edad fue de 1.15 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de edad fue de 4.36 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 1.56 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan que existió un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 7 días de edad se obtuvo de 0.49 %, para los 14 días de edad fue de 1.61 % y para los 28 días de edad fue de 0.50 %, valores que representan que se hizo un excelente manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos de los valores obtenidos, donde para los 7 días de edad fue de 2.00 kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días de edad se presentó un rango de 8.00 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad se tuvo un rango de 3.00 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a compresión a los 7 días fue de 235.67 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de edad fue de 270.00 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 303.33 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 19. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.

Concreto con sustitución del 12 % de cemento	Esfuerzo en compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	237.00	273.00	302.00
TE-01, 02 y 03	235.00	272.00	305.00
TE-01, 02 y 03	235.00	265.00	303.00
Desviación estándar	1.15	4.36	1.53
Coeficiente de variación de la desviación estándar	0.49%	1.61%	0.50%
Rango	2.00	8.00	3.00
Promedio	235.67	270.00	303.33

Asimismo, la Figura 24 muestra el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita a los 7, 14 y 28 días de edad.

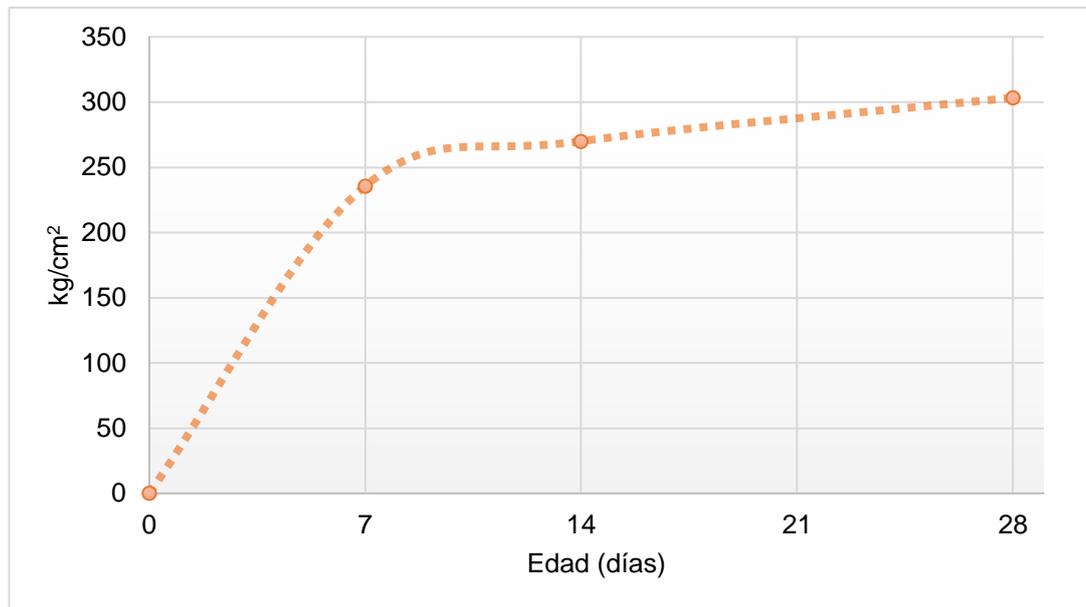


Figura 24. Resistencia a compresión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.

A fin de sintetizar lo detallado anteriormente respecto a la resistencia a compresión de los grupos de concretos evaluados se elaboró la Tabla 20, de la misma que se tiene que a los 28 días la resistencia promedio a compresión del concreto convencional o patrón fue de 354.33 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 4 % de cemento por diatomita fue de 326.00 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 8 % de cemento por diatomita fue de 316.67 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita fue de 303.33 kg/cm<sup>2</sup>; asimismo en esta tabla se especifica la variación de la resistencia, donde con 4 % de diatomita la resistencia se redujo en 8 %, con 8 % de diatomita se redujo en 10.63 % y con 12 % de diatomita se dio una reducción de 14.39 %.

Tabla 20. Resistencia a compresión del concreto sin y con diatomita.

Concretos	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			Variación
	7 días	14 días	28 días	
Concreto patrón	278.00	307.67	354.33	0.00%
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	275.67	307.00	326.00	-8.00%
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	263.33	287.67	316.67	-10.63%
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	235.67	270.00	303.33	-14.39%

Situación por la cual adicionalmente se muestra la Figura 25, donde se representa el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto patrón

o convencional y de los concretos autocompactantes con sustitución del cemento por diatomita en 4 %, 8 % y 12 % en el transcurso de los 7, 14 y 28 días de edad.

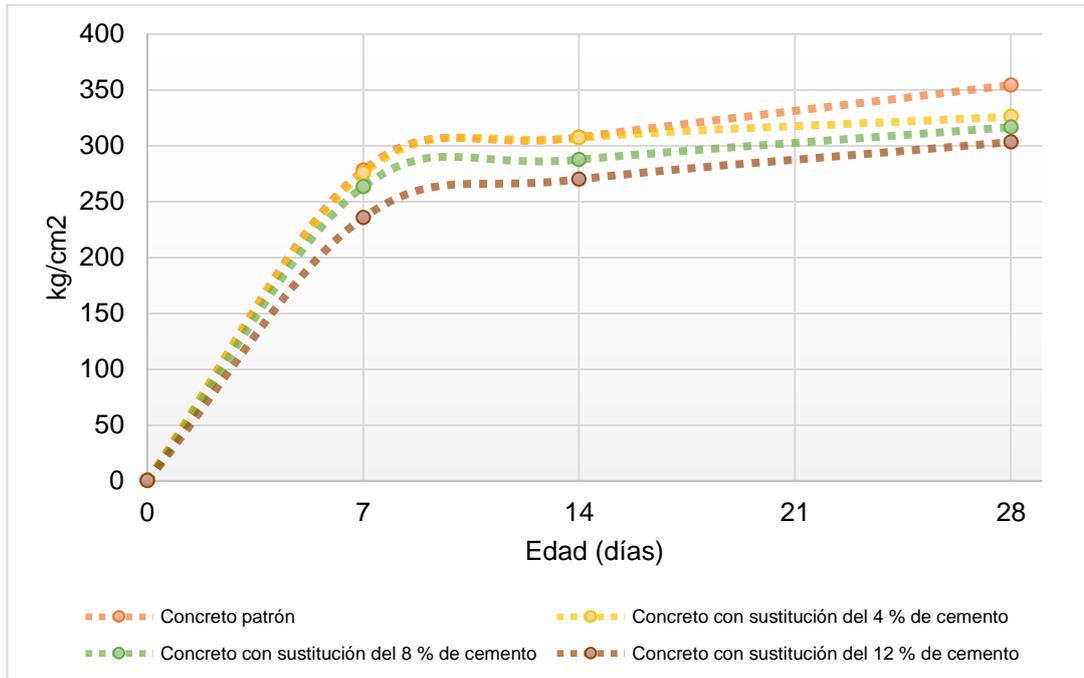


Figura 25. Resistencia a compresión del concreto sin y con diatomita.

Asimismo, se optó por determinar si la resistencia a compresión de los grupos de concretos estudiados cumplía con la resistencia mínima de diseño que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>, es así que según la Figura 26 se observa que todos los concretos tanto sin y con diatomita cumplieron con ello.

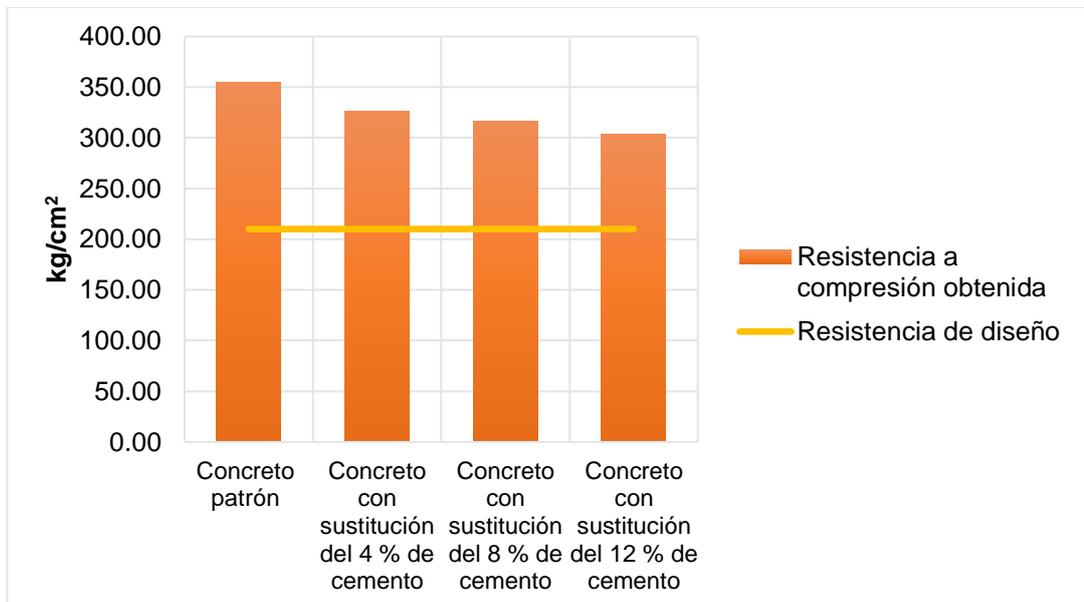


Figura 26. Comparación de la resistencia a los 28 días del concreto sin y con diatomita.

#### 4.8. Resistencia a la flexión

A fin de poder utilizar el concreto en losas de pavimento rígido se optó por realizar el ensayo de resistencia a flexión en vigas tanto para el concreto patrón o convencional y de los concretos con sustitución del cemento por diatomita en 4 %, 8 % y 12 %.

De lo cual en la Tabla 21 se muestra los resultados tanto en los 14 y 28 días de edad del concreto patrón o convencional, es así que la desviación estándar a los 14 días de edad fue de 0.98 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 2.31 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan que existió un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 14 días de edad fue de 1.92 % y para los 28 días de edad fue de 3.57 %, valores que representan que se hizo un buen manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos de los valores obtenidos, donde para los 14 días de edad se presentó un rango de 1.86 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad se tuvo un rango de 4.51 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a flexión a los 14 días de edad fue de 50.77 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 64.68 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 21. Resistencia a flexión del concreto patrón.

Concreto patrón	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	49.67	62.71
TE-01, 02 y 03	51.53	67.22
TE-01, 02 y 03	51.11	64.10
Desviación estándar	0.98	2.31
Coeficiente de variación de la desviación estándar	1.92%	3.57%
Rango	1.86	4.51
Promedio	50.77	64.68

Seguidamente en la Figura 27 se representa el desarrollo de la resistencia a flexión del concreto patrón o convencional a los 7 y 14 días de edad.

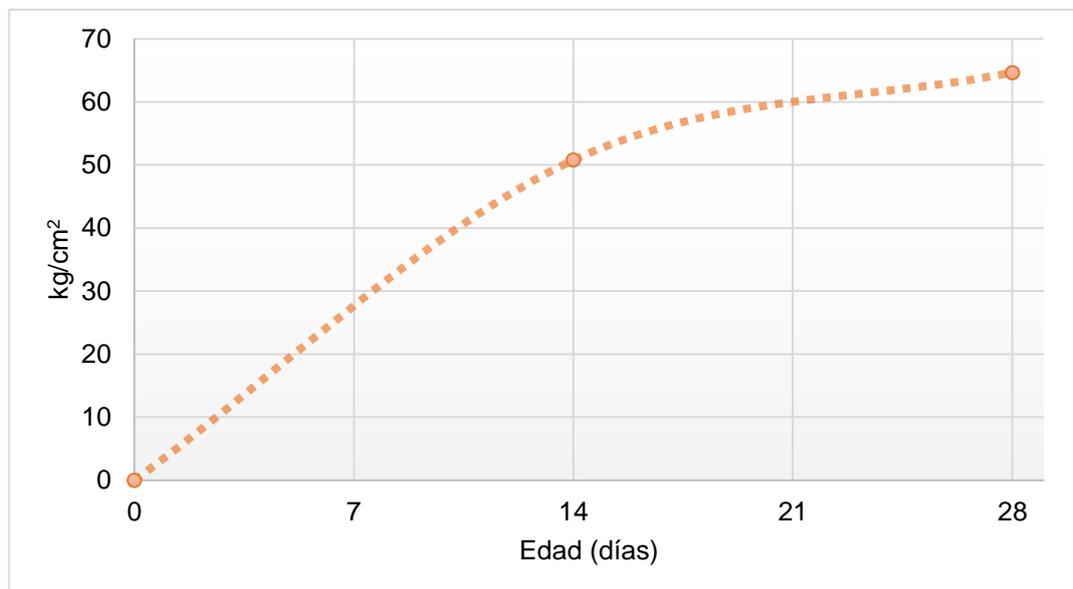


Figura 27. Resistencia a flexión del concreto patrón.

Asimismo, la Tabla 22 detalla los resultados tanto en los 14 y 28 días de edad del concreto con sustitución del cemento por diatomita en 4 %, es así que la desviación estándar a los 14 días de edad fue de 2.36 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 1.62 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan que existió un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 14 días de edad fue de 5.00 % y para los 28 días de edad fue de 3.04 %, valores que representan que se hizo un regular manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos de los valores obtenidos, donde para los 14 días de edad se presentó un rango de 4.61 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad se tuvo un rango de 3.21 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a flexión a los 14 días de edad fue de 47.14 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 53.33 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 22. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.

Concreto con sustitución del 4 % de cemento	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	49.16	55.07
TE-01, 02 y 03	47.70	51.86
TE-01, 02 y 03	44.55	53.05
Desviación estándar	2.36	1.62
Coeficiente de variación de la desviación estándar	5.00%	3.04%
Rango	4.61	3.21
Promedio	47.14	53.33

Asimismo, en la Figura 28 se representa el desarrollo de la resistencia a flexión del concreto con sustitución de cemento por diatomita en 4 % a los 7 y 14 días de edad.

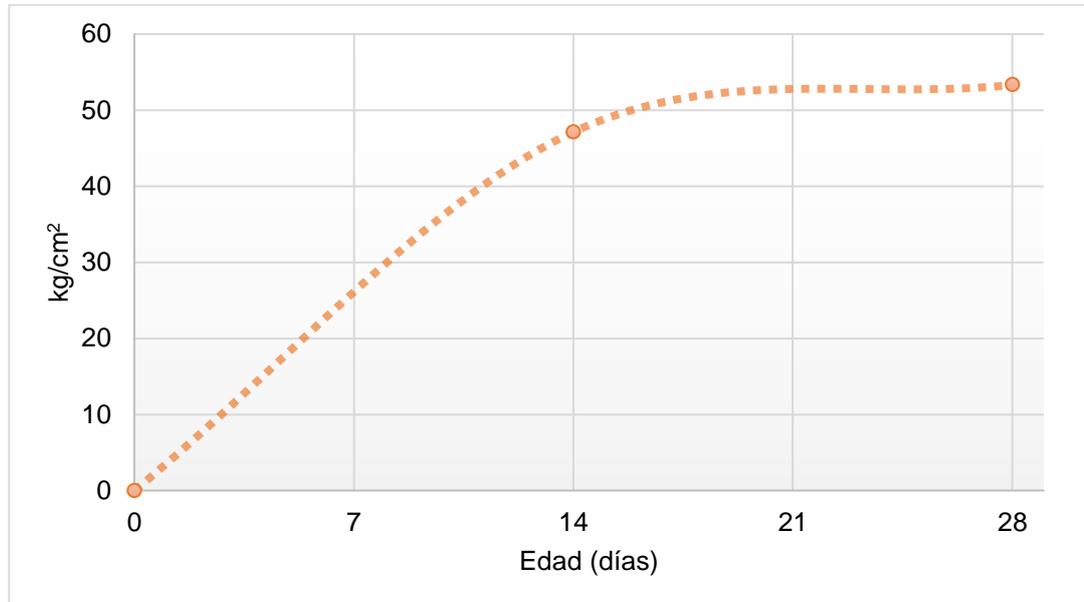


Figura 28. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita.

En consecuencia, en la Tabla 23 se detalla los resultados de la resistencia a flexión tanto en los 14 y 28 días de edad del concreto con sustitución del cemento por diatomita en 8 %, es así que la desviación estándar a los 14 días de edad fue de 1.13 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 0.96 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan que existió un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 14 días de edad fue de 2.57 % y para los 28 días de edad fue de 1.94 %, valores que representan que se hizo un muy buen manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio; asimismo, se tiene los rangos de los valores obtenidos, donde para los 14 días de edad se presentó un rango de 2.11 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad se tuvo un rango de 1.67 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a flexión a los 14 días de edad fue de 43.92 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 49.52 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 23. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.

Concreto con sustitución del 8 % de cemento	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	43.46	50.08
TE-01, 02 y 03	45.20	48.41
TE-01, 02 y 03	43.09	50.06
Desviación estándar	1.13	0.96
Coefficiente de variación de la desviación estándar	2.57%	1.94%
Rango	2.11	1.67
Promedio	43.92	49.52

Del mismo modo, en la Figura 29 se denota el crecimiento de la resistencia a compresión a los 14 y 28 días del concreto donde se sustituyó cemento por diatomita en 4 %.

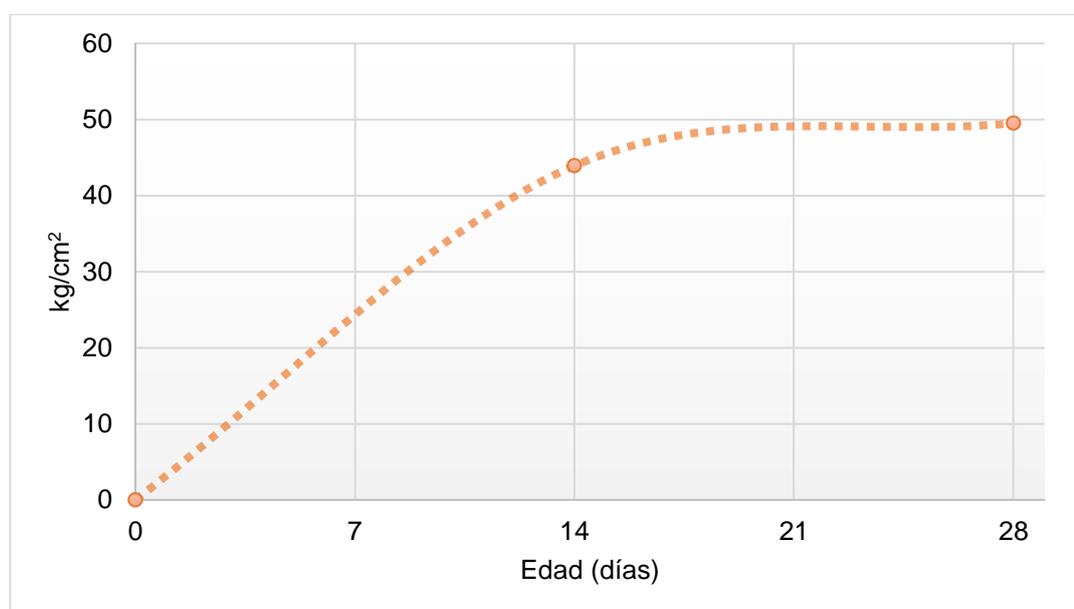


Figura 29. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 8 % de cemento por diatomita.

Por consiguiente, en la Tabla 24 se detalla los resultados de la resistencia a flexión tanto en los 14 y 28 días de edad del concreto con sustitución del cemento por diatomita en 12 %, es así que la desviación estándar a los 14 días de edad fue de 0.53 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de edad fue de 1.15 kg/cm<sup>2</sup>, valores que representan que existió un manejo excelente de las tandas de concreto en laboratorio, en cuanto al coeficiente de variación de la desviación estándar para los 14 días de edad fue de 1.33 % y para los 28 días de edad fue de 2.52 %, valores que representan que se hizo un muy buen manejo dentro de las tandas de concreto elaboradas en laboratorio;

asimismo, se tiene los rangos de los valores obtenidos, donde para los 14 días de edad se presentó un rango de 0.98 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad se tuvo un rango de 2.29 kg/cm<sup>2</sup>; por último, se tiene que el promedio de la resistencia a flexión a los 14 días de edad fue de 40.22 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días de edad fue de 45.51 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 24. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.

Concreto con sustitución del 12 % de cemento	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	14 días	28 días
TE-01, 02 y 03	39.85	44.32
TE-01, 02 y 03	40.83	45.61
TE-01, 02 y 03	39.97	46.61
Desviación estándar	0.53	1.15
Coefficiente de variación de la desviación estándar	1.33%	2.52%
Rango	0.98	2.29
Promedio	40.22	45.51

Asimismo, la Figura 30 muestra el desarrollo de la resistencia a flexión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita a los 14 y 28 días de edad.

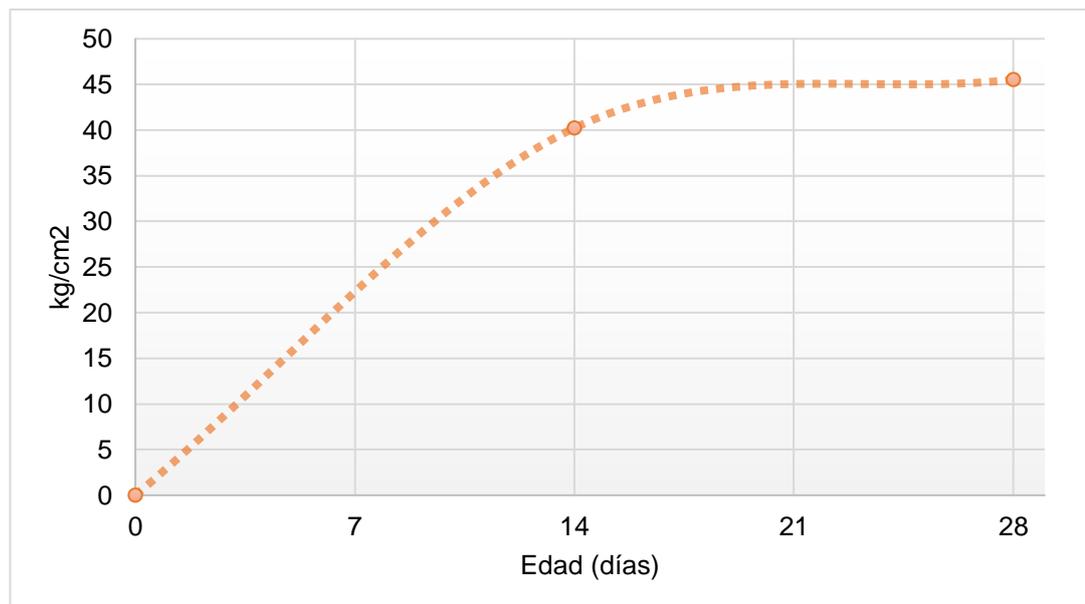


Figura 30. Resistencia a flexión del concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita.

De modo de resumen, referente a la resistencia a flexión de los grupos de concretos evaluados se muestra la Tabla 25, de la misma que se tiene que a los 28 días la resistencia promedio a flexión del concreto convencional

o patrón fue de 64.68 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 4 % de cemento por diatomita fue de 53.33 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 8 % de cemento por diatomita fue de 49.52 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita fue de 45.51 kg/cm<sup>2</sup>; asimismo en esta tabla se especifica la variación de la resistencia, donde con 4 % de diatomita la resistencia se redujo en 17.55 %, con 8 % de diatomita se redujo en 23.44 % y con 12 % de diatomita se dio una reducción de 29.63 %.

Tabla 25. Resistencia a flexión del concreto sin y con diatomita.

Concreto	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		Variación
	14 días	28 días	
Concreto patrón	50.77	64.68	0.00%
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	47.14	53.33	-17.55%
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	43.92	49.52	-23.44%
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	40.22	45.51	-29.63%

Consecuentemente, en la Figura 31 se representa el desarrollo e incremento de la resistencia a flexión durante los 14 y 28 días de edad del concreto convencional o patrón y de los concretos autocompactantes donde se reemplazó el contenido de cemento por diatomita.

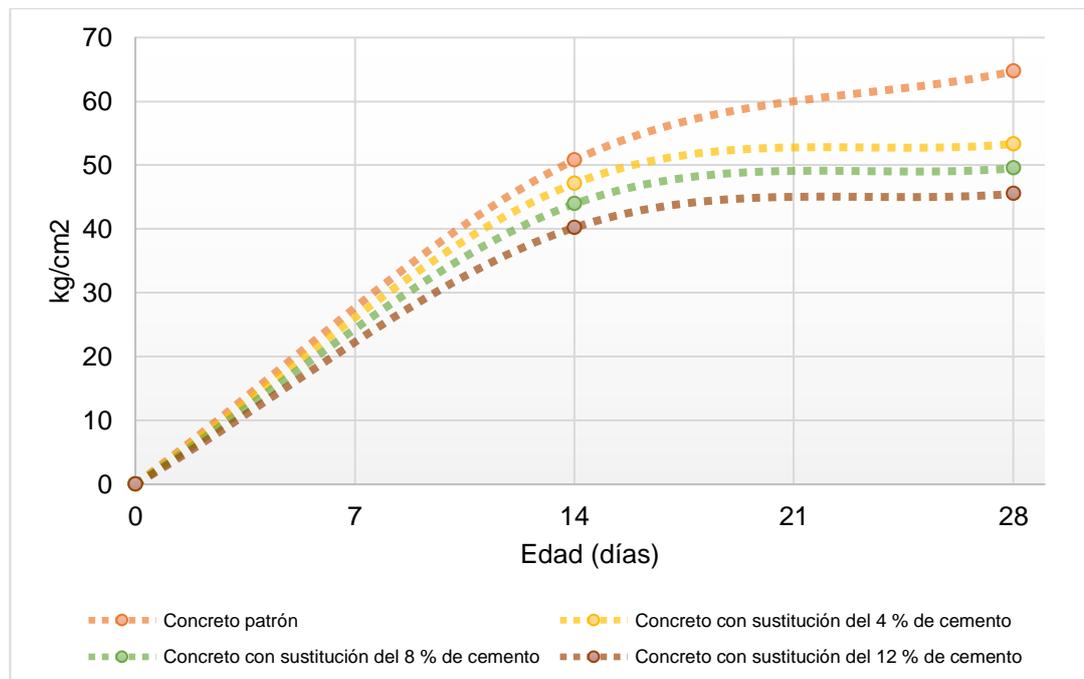


Figura 31. Resistencia a flexión del concreto sin y con diatomita.

Asimismo, se optó por determinar si la resistencia a flexión de los grupos de concretos estudiados cumplía con la resistencia mínima de 34 kg/cm<sup>2</sup> para actuar como losa de concreto en el pavimento rígido de acuerdo a la norma CE. 010 Pavimentos urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010), es así que según la Figura 26 se observa que todos los concretos tanto sin y con diatomita cumplieron con este parámetro a pesar de darse la reducción de la resistencia a flexión por la acción de la diatomita.

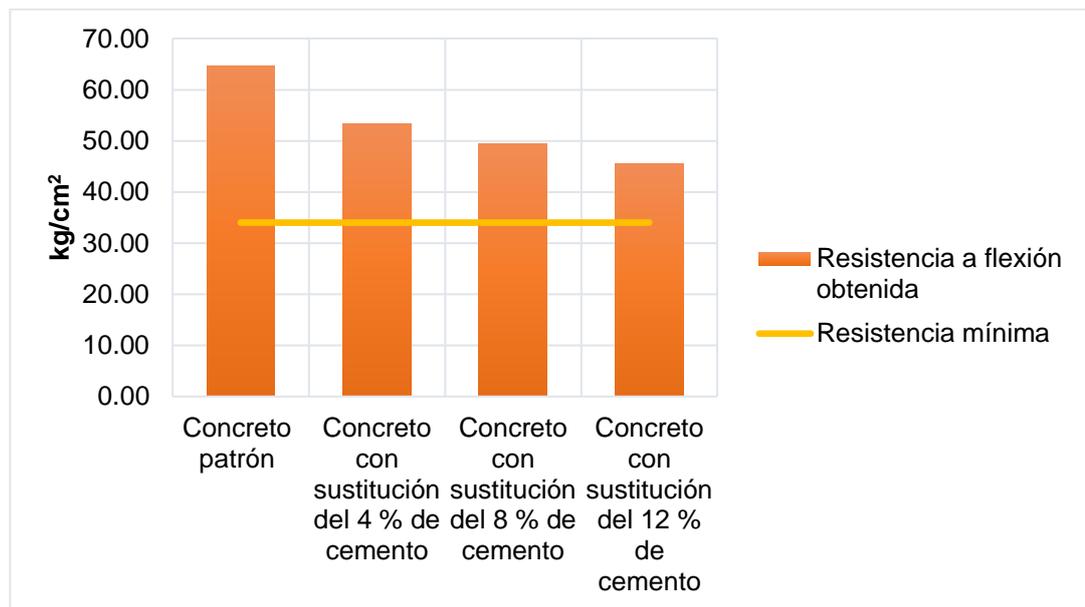


Figura 32. Comparación de la resistencia a los 28 días del concreto sin y con diatomita.

#### 4.9. Módulo de elasticidad

Otro aspecto que se consideró como propiedad de los concretos autocompactantes estudiados, correspondió al módulo de elasticidad, para lo cual se consideró la resistencia a compresión a los 28 días de estos; por ello, se tiene la Tabla 26 donde el módulo de elasticidad promedio para el concreto patrón o convencional fue de 282343.95 kg/cm<sup>2</sup>, en el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita se obtuvo 270829.51 kg/cm<sup>2</sup>, donde se sustituyó el 8 % de cemento se presentó un módulo de elasticidad de 266923.10 kg/cm<sup>2</sup> y para aquel concreto con 12 % de diatomita se obtuvo 261246.46 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 26. Módulo de elasticidad del concreto sin y con diatomita.

Tipo de concreto	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación (%)
Concreto patrón	347.00	279419.04	282343.95	0.00
	363.00	285788.38		
	353.00	281824.41		
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	330.00	272488.53	270829.51	-4.08
	324.00	270000.00		
	324.00	270000.00		
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	320.00	268328.16	266923.10	-5.46
	312.00	264952.83		
	318.00	267488.32		
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	302.00	260672.21	261246.46	-7.47
	305.00	261963.74		
	303.00	261103.43		

Por consiguiente, se tiene la Figura 33 donde se evidencia que la sustitución de cemento por diatomita en 4 %, 8 % y 12 % resulta en la reducción de la elasticidad del concreto.

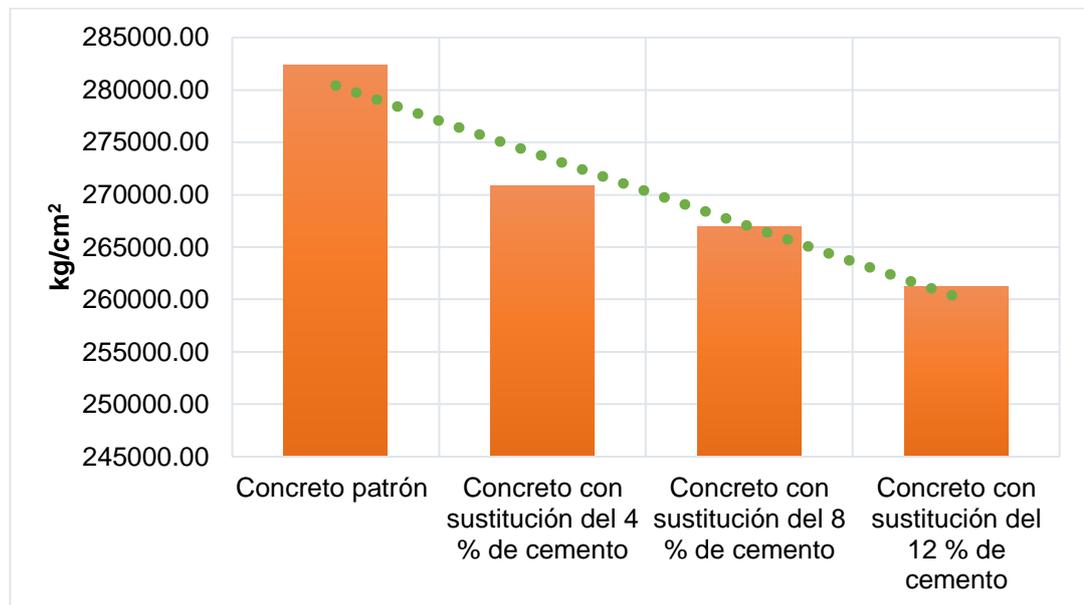


Figura 33. Módulo de elasticidad del concreto sin y con diatomita.

Por último, en la Figura 34 se especifica los porcentajes de variaciones del módulo de elasticidad de cada uno de los grupos de concreto evaluados, de lo cual se tiene que con la sustitución del 4 % de cemento por diatomita la elasticidad del concreto se reduce en 4.08 %, con la sustitución del 8 % de cemento se reduce la elasticidad en 5.46 % y con 12 % de diatomita en el concreto su elasticidad se reduce en 7.47 %.

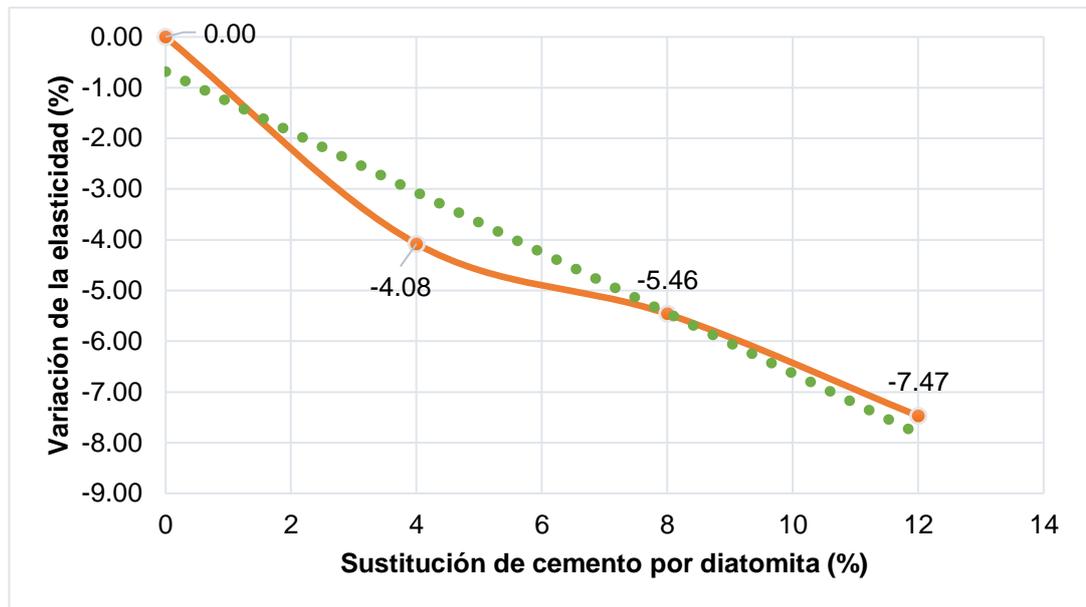


Figura 34. Variación del módulo de elasticidad del concreto sin y con diatomita.

#### 4.10. Prueba de hipótesis

##### 4.10.1. Hipótesis específica “a”

De acuerdo al problema específico: ¿De qué manera se modifica el contenido de aire del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: El contenido de aire del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: El contenido de aire del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Consecuentemente, en la Tabla 27 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce el contenido de aire en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 27. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "a".

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del contenido de aire es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula

Del mismo modo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se redujo el contenido de aire, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 28. Comparación de grupos en la hipótesis específica "a".

Grupos	Estadística de prueba	Error est.	Des. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Concreto patrón Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.86	3.15	0.00	0.01

#### 4.10.2. Hipótesis específica "b"

Referente al problema específico: ¿Cómo varía la temperatura del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: La temperatura del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: La temperatura del concreto no incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita

Por lo tanto, en la Tabla 29 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual

según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita incrementa la temperatura en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 29. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b”.

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la temperatura es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula

Del mismo modo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.03 (menor a 0.03) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita a pesar que también se incrementa la temperatura, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 30. Comparación de grupos en la hipótesis específica “b”.

Grupos	Estadística de prueba	Error est.	Desv. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.	
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	-3.00	2.71	-1.11	0.27	1.00

#### 4.10.3. Hipótesis específica “c”

Según el problema específico: ¿Cuál es la variación de la exudación del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: La exudación del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: La exudación del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Es así que, en la Tabla 31 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la exudación en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 31. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "c".

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la exudación es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula

Del mismo modo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se redujo la exudación, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 32. Comparación de grupos en la hipótesis específica "c".

Grupos	Estadística de prueba	Error estándar	Desv. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.	
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.86	3.15	0.00	0.01

#### 4.10.4. Hipótesis específica “d”

Acorde al problema específico: ¿Cómo se modifica el tiempo de fragua del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: El tiempo de fragua del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: El tiempo de fragua del concreto no incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Consecuentemente, en la Tabla 33 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita incrementa el tiempo de fragua inicial y final del concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “d”.

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del tiempo de fragua inicial es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula
La distribución del tiempo de fragua final es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula

Asimismo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.03 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se incrementa el tiempo de fragua inicial, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 34. Comparación de grupos del tiempo de fragua inicial en la hipótesis específica “d”.

Grupos		Estadística de prueba	Error est.	Desviación estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	0.00	2.71	0.00	1.00	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03

Consecuentemente, en la Tabla 35 se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se incrementa el tiempo de fragua final en el concreto, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 35. Comparación de grupos del tiempo de fragua final en la hipótesis específica “d”.

Grupos		Estadística de prueba	Error estándar	Desviación estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	-3.00	2.86	-1.05	0.29	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	-6.00	2.86	-2.10	0.04	0.22
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	-9.00	2.86	-3.15	0.00	0.01

#### 4.10.5. Hipótesis específica “e”

Referente al problema específico: ¿De qué manera varía la fluidez del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: La fluidez del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: La fluidez del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Por lo tanto, en la Tabla 36 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la fluidez del concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 36. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "e".

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del diámetro de la fluidez es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula
La distribución del tiempo de fluidez es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula

Asimismo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se reduce el diámetro de fluidez, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 37. Comparación de grupos del diámetro de fluidez en la hipótesis específica "e".

Grupos	Estadística de prueba	Error est.	Desv. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust .
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Concreto patrón Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.86	3.15	0.00	0.01

Por ello, en la Tabla 38 se especifica la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se incrementa el tiempo de fluidez, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 38. Comparación de grupos del tiempo de fluidez en la hipótesis específica “e”.

	Grupos	Estadística de prueba	Error estándar	Desviación estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	-3.00	2.86	-1.05	0.29	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	-6.00	2.86	-2.10	0.04	0.22
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	-9.00	2.86	-3.15	0.00	0.01

#### 4.10.6. Hipótesis específica “f”

En relación al problema específico: ¿Cuál es la variación de la capacidad de paso del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: La capacidad de paso del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: La capacidad de paso del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Por ello, en la Tabla 39 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la capacidad de paso del concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 39. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "f".

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del diámetro de la capacidad de paso es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula
La distribución del tiempo de la capacidad de paso es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.012	Rechace la hipótesis nula

Asimismo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se reduce el diámetro de la capacidad de paso, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 40. Comparación de grupos en el diámetro de la capacidad de paso en la hipótesis específica "f".

Grupos	Estadística de prueba	Error estándar	Desviación estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.	
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.86	3.15	0.00	0.01

Por consiguiente, en la Tabla 41 se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se incrementa el tiempo de la capacidad de paso, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 41. Comparación de grupos en el tiempo de la capacidad de paso en la hipótesis específica "f".

Grupos		Estadística de prueba	Error est.	Desv. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	-3.00	2.86	-1.05	0.29	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	-6.00	2.86	-2.10	0.04	0.22
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	-9.00	2.86	-3.15	0.00	0.01

#### 4.10.7. Hipótesis específica "g"

Según el problema específico: ¿Cómo se modifica la resistencia a compresión del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: La resistencia a compresión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: La resistencia a compresión del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Consecuentemente, en la Tabla 42 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.015 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la resistencia a compresión del concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 42. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "g".

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la resistencia a compresión es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.015	Rechace la hipótesis nula

Del mismo modo, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto

patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se redujo su resistencia a compresión, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 43. Comparación de grupos en la hipótesis específica “g”.

Grupos		Estadística de prueba	Error est.	Desv. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto patrón	Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
	Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
	Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01

#### 4.10.8. Hipótesis específica “h”

De acuerdo al problema específico: ¿De qué manera la resistencia a flexión del concreto varía mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: La resistencia a flexión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: La resistencia a flexión del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Consecuentemente, en la Tabla 44 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.016 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la resistencia a flexión en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 44. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “h”.

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la resistencia a flexión es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.016	Rechace la hipótesis nula

Por lo tanto, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se redujo su resistencia a flexión, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 45. Comparación de grupos en la hipótesis específica “h”.

Grupos	Estadística de prueba	Error est.	Desviación estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
Concreto patrón Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01

#### 4.10.9. Hipótesis específica “i”

Según el problema específico: ¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?

Se planteó las siguientes hipótesis:

Hi: El módulo de elasticidad del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Ho: El módulo de elasticidad del concreto no se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

Consecuentemente, en la Tabla 46 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.015 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce el módulo de elasticidad en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis alterna planteada en esta investigación.

Tabla 46. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica "i".

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del módulo de elasticidad es la misma entre las categorías del tipo de concreto.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.015	Rechace la hipótesis nula

Por último, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos para determinar qué grupo difiere más del concreto patrón, es así que, con un nivel de significancia de 0.01 (menor a 0.05) corresponde al concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita; mientras que, el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita a pesar que también se reduce el módulo de elasticidad del concreto, esta variación no es significativa a comparación del concreto patrón.

Tabla 47. Comparación de grupos en la hipótesis específica "i".

Grupos	Estadística de prueba	Error estándar	Desv. estadística de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
Concreto patrón Concreto con sustitución del 8 % de cemento	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Contenido de aire**

De acuerdo a los resultados obtenidos para las propiedades reológicas del concreto autocompactante, se tiene que el contenido aire según lo mostrado en la Tabla 10, el concreto convencional presentó un 2.5 %, para el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita de 2 %, para el de 8 % se obtuvo 1.70 % y para el de 12 % resultó 1.20 %, lo cual representa que la diatomita en el concreto trae consigo la reducción del contenido de aire, resultados que concuerdan con lo obtenido por Leandro (2010) que también reemplazó el contenido de cemento por diatomita en 5 % y 10 %. En cuanto a la prueba estadística de la hipótesis (Tabla 27) según la prueba de Kruskal-Wallis, el nivel de significancia fue de 0.012 (menor a 0.05) con lo cual muestra que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce el contenido de aire en el concreto, aceptándose estadísticamente la hipótesis planteada. Adicionalmente, según la comparación de grupos (Tabla 28), la reducción del contenido de aire en el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

#### **5.2. Temperatura**

Referente a la temperatura, se tiene la Tabla 11 donde se detalla los valores para el concreto convencional y los concretos con sustitución del

cemento por diatomita, de lo cual para este primero se obtuvo una temperatura de 16.40 °C, para el concreto donde se sustituyó el 4 % y 8 % de cemento se obtuvo 19 °C y para el de 12 % se obtuvo 17.60 °C, representando que la diatomita incrementa la temperatura del concreto autocompactante, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Farfán y Peña (2018) que reemplazó parcialmente el agregado fino por diatomita en 5 %, 7 % y 15 %; no obstante, se difiere con los resultados obtenidos por Rodrigo y Torres (2019) que utilizó a la diatomita como aditivo en 5 %, 10 %, 20 % y 30 %, además de lo obtenido por Leandro (2010) que también reemplazó el contenido de cemento por diatomita en 5 % y 10 %, pues se dio una reducción de la temperatura. Respecto a la contrastación de la hipótesis estadísticamente se tiene Tabla 29 con la prueba Kruskal-Wallis, que según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita incrementa la temperatura en el concreto, con lo que se acepta estadísticamente la hipótesis planteada. Adicionalmente, según la comparación entre grupos (Tabla 30) el incremento de la temperatura en el concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual este grupo es semejante a un concreto convencional.

### **5.3. Exudación**

En cuanto a la exudación, se tiene Tabla 12, donde para el concreto patrón la exudación fue de 30 ml, para el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita la exudación fue de 16 ml, para la sustitución del 8 % la exudación fue de 10.20 ml y para la sustitución del 12 % de cemento se presentó una exudación de 7 ml, resultados que demuestran la diatomita en el concreto repercute en la reducción de la exudación. Esta propiedad no fue evaluada por ninguno de los antecedentes considerados en esta investigación. No obstante, de acuerdo a la contrastación estadística de la hipótesis se presenta la Tabla 31 con la prueba de Kruskal-Wallis obtenida por medio del programa SPSS, de lo cual según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la exudación en el concreto, con lo que se acepta

estadísticamente la hipótesis planteada. Adicional a ello, es dable resaltar que de acuerdo a la comparación entre grupos según la Tabla 32 la reducción de la exudación en el concreto autocompactante con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

#### **5.4. Tiempo de fragua**

Consecuentemente, en relación al tiempo de fragua los resultados se detallan en la Tabla 13, del mismo que, para el concreto patrón el tiempo de fragua inicial es de 180 min y final de 480 min, para el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita se obtuvo 180 min y 510 min, para el concreto con sustitución del 8 % se encontró 210 min y 570 min, finalmente para el concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita se obtuvo 240 min y 630 min, de lo cual se deduce que la diatomita en el concreto autocompactante incrementa el tiempo de fragua inicial y final, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Farfán y Peña (2018) que reemplazó parcialmente el agregado fino por diatomita en 5 %, 7 % y 15 %; no obstante, se difiere con los resultados obtenidos por Leandro (2010) que también reemplazó el contenido de cemento por diatomita en 5 % y 10 %, pues se dio una reducción del tiempo de fragua inicial y final. Asimismo, respecto a la contrastación estadística de la hipótesis se tiene la Tabla 33 con la prueba de Kruskal-Wallis, que según el nivel de significancia 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita incrementa el tiempo de fragua inicial y final, con lo que se acepta estadísticamente la hipótesis planteada. Asimismo, se resalta que según la comparación entre grupos (Tabla 34 y Tabla 35) el incremento del tiempo de fragua inicial y final en el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

#### **5.5. Fluidéz**

Seguidamente para la fluidéz, se determinó el diámetro que genera el concreto en un determinado tiempo, por ello en la Tabla 14 para el concreto

convencional el diámetro resultó de 66.40 cm en 5 s, para el concreto con sustitución de cemento por diatomita en 4 % fue de 65.45 cm en 7 s, para el de 8 % resultó de 46.95 cm en 10 s y para el de 12 % fue de 43.15 cm en 13 s; por lo tanto, se deduce que la diatomita en el concreto autocompactante reduce el diámetro de fluidez e incrementa su tiempo de fluidez, es así que, la fluidez del concreto se reduce. Del mismo modo, en la Tabla 36 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis, que según el nivel de significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la fluidez del concreto, con lo que también se acepta estadísticamente la hipótesis planteada. Adicional a ello, es dable resaltar que de acuerdo a la comparación entre grupos (Tabla 37 y Tabla 38) la reducción del diámetro de fluidez e incremento del tiempo de fluidez en el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

## **5.6. Capacidad de paso**

Por consiguiente, los resultados de la capacidad de paso obtenidos con el anillo J, se tiene la Tabla 15, de lo cual se resalta que el diámetro y tiempo generado por el concreto patrón es de 61.35 cm en 6.21 s, para el concreto donde se sustituyó el cemento por diatomita en 4 % se presentó 49 cm en 7.10 s, para el de 8 % se obtuvo 41.50 cm en 7.21 s y para el de 12 % se obtuvo 38.80 cm en 8.10 s; sin embargo, estos resultados no se compararon con lo obtenidos por los antecedentes puesto que, ninguno consideró la evaluación de esta propiedad. Del mismo modo, en la Tabla 39 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis, que con significancia de 0.012 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la capacidad de paso del concreto, con lo que también se acepta estadísticamente la hipótesis planteada. Adicional a ello, es dable resaltar que de acuerdo a la comparación entre grupos (Tabla 40 y Tabla 41) la reducción del diámetro de fluidez e incremento del tiempo de fluidez en el concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es

significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

## **5.7. Resistencia a compresión**

Los resultados se especifica en la Tabla 20 donde a los 28 días la resistencia promedio del concreto convencional o patrón fue de 354.33 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 4 % de cemento por diatomita fue de 326.00 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 8 % de cemento por diatomita fue de 316.67 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita fue de 303.33 kg/cm<sup>2</sup>; consecuentemente, en esta tabla se especifica la variación de la resistencia, donde con 4 % de diatomita la resistencia se redujo en 8 %, con 8 % de diatomita se redujo en 10.63 % y con 12 % de diatomita se dio una reducción de 14.39 %. Por lo tanto, se deduce que el reemplazo de cemento por diatomita en el concreto autocompactante reduce la resistencia a compresión del concreto autocompactante; sin embargo, esta reducción no afecta en la resistencia mínima de diseño que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Rodrigo y Torres (2019) que utilizó a la diatomita como aditivo en 5 %, 10 %, 20 % y 30 %, Leandro (2010) que también reemplazó el contenido de cemento por diatomita en 5 % y 10 %, Carranza (2017) y Del Angel (2015) que reemplazó cemento por diatomita en 50 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 % y 90 %; sin embargo, difiere con lo obtenido por Farfán y Peña (2018) que reemplazó parcialmente el agregado fino por diatomita en 5 %, 7 % y 15 % y Torres y Barreto (2018) que también reemplazó cemento por diatomita en 10 % y 25 %, pues en sus resultados encontraron un incremento de la resistencia a compresión. Consecuentemente, en la Tabla 42 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis, de lo cual según el nivel de significancia de 0.015 (menor a 0.05) se tiene que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la resistencia a compresión del concreto, con lo que se acepta también estadísticamente la hipótesis alterna planteada. Adicional a ello, es dable resaltar que de acuerdo a la comparación entre grupos tal como se muestra

en la Tabla 43 la reducción de la resistencia a compresión del concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

### **5.8. Resistencia a flexión**

Los resultados se muestra la Tabla 25, donde a los 28 días la resistencia promedio a flexión del concreto convencional o patrón fue de 64.68 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto autocompactante con sustitución del 4 % de cemento por diatomita fue de 53.33 kg/cm<sup>2</sup>, para la sustitución del 8 % de cemento por diatomita fue de 49.52 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto con sustitución del 12 % de cemento por diatomita fue de 45.51 kg/cm<sup>2</sup>; asimismo en esta tabla se especifica la variación de la resistencia, donde con 4 % de diatomita la resistencia se redujo en 17.55 %, con 8 % de diatomita se redujo en 23.44 % y con 12 % de diatomita se dio una reducción de 29.63 %. Por lo tanto, se deduce que el reemplazo de cemento por diatomita reduce la resistencia a flexión del concreto autocompactante, más esta reducción se encuentra dentro de lo mínimo establecido de 34 kg/cm<sup>2</sup> para su utilización como losa en pavimento rígido según la CE.0.10 Pavimentos urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010). Por consiguiente, en la Tabla 44 de la prueba estadística de Kruskal-Wallis, que según el nivel de significancia de 0.016 (menor a 0.05) la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la resistencia a flexión en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis planteada. Asimismo, es dable resaltar que de acuerdo a la comparación entre grupos tal como se muestra en la Tabla 45 la reducción de la resistencia a flexión del concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

### **5.9. Módulo de elasticidad**

Por último, se tiene el módulo de elasticidad, para lo cual se consideró la resistencia a compresión a los 28 días de edad; obteniendo así la Tabla 26 donde el módulo de elasticidad promedio para el concreto patrón o

convencional fue de 282343.95 kg/cm<sup>2</sup>, en el concreto con sustitución del 4 % de cemento por diatomita se obtuvo 270829.51 kg/cm<sup>2</sup>, donde se sustituyó el 8 % de cemento fue de 266923.10 kg/cm<sup>2</sup> y para aquel concreto con 12 % de diatomita se obtuvo 261246.46 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, de acuerdo a este análisis se deduce que la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce la elasticidad del concreto autocompactante. Del mismo modo, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Leandro (2010) que también reemplazó el contenido de cemento por diatomita en 5 % y 10 %. Consecuentemente, en la Tabla 46 se presenta la prueba estadística de Kruskal-Wallis, que según el nivel de significancia de 0.015 (menor a 0.05) la sustitución parcial de cemento por diatomita reduce el módulo de elasticidad en el concreto, con lo que se acepta la hipótesis planteada. Adicional a ello, es dable resaltar que de acuerdo a la comparación entre grupos (Tabla 47) la reducción del módulo de elasticidad del concreto con sustitución del 4 % y 8 % de cemento por diatomita no es significativa estadísticamente, con lo cual estos dos grupos son semejantes a un concreto convencional.

## CONCLUSIONES

1. Se concluye que las propiedades reológicas del concreto y su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita en 4 % y 8 % se mantienen en comparación del concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.
2. El contenido de aire del concreto se reduce con la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con la sustitución del 4 % se reduce en 20 %, con la sustitución del 8 % se reduce en 32 % y con 12 % se reduce en 52 %, esto en comparación al concreto patrón que fue de 2.5 %; asimismo, estadísticamente la reducción que se da con 4 % y 8 % de diatomita no difiere significativamente con el concreto patrón.
3. La temperatura del concreto se incrementa con la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues en relación con el concreto convencional (16.40 °C), en la sustitución del 4 % y 8 %, la temperatura incrementó en 15.85 % y con 12 % se incrementó en 7.32 %; asimismo, estadísticamente el incremento con 12 % de diatomita no difiere significativamente del concreto patrón.
4. La exudación del concreto se reduce con la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con 4 % se reduce en 46.67 %, con 8 % se reduce en 66 % y con 12 % se reduce en 76.67 %, estos en comparación con el concreto patrón que fue de 30 ml; asimismo, estadísticamente la reducción con 4 % y 8 % de diatomita no difiere significativamente con el concreto patrón.
5. El tiempo de fragua del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con el 4 % no se presenta variación del tiempo de fragua inicial; más, con 8 % se da un incremento del 16.67 % y con 12 % en 33.33 %; asimismo, el tiempo de fragua final con el 4 % incrementa en 6.25 %, con 8 % de 18.75 % y con 12 % en 31.25 %; estos en comparación al concreto convencional (180 min y 480 min), estadísticamente el incremento con 4 % y 8 % no difiere significativamente con el concreto patrón.
6. La fluidez del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con el 4 % el diámetro de fluidez se reduce en 1.43 %, con 8 % en 29.29 % y con 12 % en 35.02 %; del mismo modo, con el 4 % el

tiempo de fluidez incrementa en 40 %, con 8 % en 100 % y con 12 % en 160 %; estos en comparación al concreto convencional que presentó un diámetro de 66.40 cm en 5 s; asimismo, estadísticamente la reducción de la fluidez que se da con 4 % y 8 % no difiere significativamente con el concreto patrón.

7. La capacidad de paso del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con 4 %, el diámetro se reduce en 20.13 %, con 8 % en 32.36 % y con 12 % en 36.76 %; asimismo, con 4 % el tiempo se incrementa en 14.33 %, con 8 % en 16.10 % y con 12 % en 30.43 %, en relación al concreto patrón (61.35 cm y 6.21 s); estadísticamente la reducción con 4 % y 8 % de diatomita no es significativa con el concreto patrón.
8. La resistencia a compresión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues a los 28 días de edad con 4 % la resistencia se redujo en 8 %, con 8 % en 10.63 % y con 12 % en 14.39 %; esto en comparación al concreto patrón que fue de 354.33 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, esta reducción en la resistencia a compresión no se encuentra por debajo de la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>; asimismo, estadísticamente la reducción de la resistencia a compresión que se da con 4 % y 8 % de diatomita no difiere significativamente con el concreto patrón.
9. La resistencia a flexión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con 4 % la resistencia se redujo en 17.55 %, con 8 % en 23.44 % y con 12 % de 29.63 %; estos en comparación al concreto patrón con 64.68 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, la reducción de la resistencia a flexión cumple con lo requerido para una losa de pavimento rígido (34 kg/cm<sup>2</sup>) según la CE.010 Pavimentos urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones; asimismo, estadísticamente la reducción de la resistencia a flexión con 4 % y 8 % de diatomita no difiere significativamente con el concreto patrón.
10. El módulo de elasticidad del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita, pues con 4 % se reduce en 4.08 %, con 8 % en 5.46 % y con 12 % en 7.47 %; estos en comparación al concreto patrón con 282343.95 kg/cm<sup>2</sup>; estadísticamente la reducción de la resistencia a flexión con 4 % y 8 % de diatomita no difiere significativamente con el concreto patrón.

## RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda la utilización de la diatomita en 12 % como reemplazo parcial del cemento en concretos autocompactantes de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con lo cual se contribuiría a la reducción del uso desmesurado del cemento.
2. Se recomienda que la diatomita para ser empleada como reemplazo de cemento no debe presentar humedad, pues ello afectaría el diseño de mezcla.
3. Se recomienda a los investigadores y ejecutores de obras que para la elaboración del concreto autocompactante con diatomita, los materiales a utilizar deban contar la debida calidad.
4. Se recomienda para la realización de investigaciones referentes a concreto autocompactante contar la guía de un profesional calificado en el tema.
5. Se recomienda para la medición de las propiedades reológicas del concreto autocompactantes realizarlas en la brevedad posible, pues las condiciones del ambiente pueden afectar los valores que se obtenga.
6. Se recomienda para futuras investigaciones considerar la utilización de la diatomita de forma calcinada a fin de contrastar los resultados obtenidos en la presente investigación.
7. Se recomienda realizar investigaciones de concreto con diatomita sometidos a cargas de fatiga a fin de compararlo con un concreto convencional.
8. Se recomienda optar por incrementar la cantidad de diatomita en el concreto y verificar sus propiedades reológicas y mecánicas.
9. Según lo obtenido en esta investigación se recomienda la utilización del concreto autocompactante con sustitución del 12 % de cemento por diatomita en losas de pavimento rígido, debido a que su resistencia a flexión cumple con lo establecido por la CE.010 Pavimentos urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.
10. Se recomienda a fin de obtener resultados de laboratorio confiables que los instrumentos que se utilicen se encuentren debidamente calibrados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, R., & Medina, D. (2019). *Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Carranza, R. (2017). *Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras de diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica*. Universidad Politécnica de Valencia.
- CEMEX. (2019). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en concreto? Recuperado de <https://www.cemex.com.pe/articulos-del-2019>
- Del Angel, A. (2015). *Elaboración de material de construcción a partir de residuos industriales sólidos granulkares procedentes de tierras diatomáceas* (Universidad Mexiquense del Bicentenario). <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Farfán, R., & Peña, A. (2018). *Análisis comparativo de propiedades físico - mecánicas del concreto respecto al concreto con diatomita de Arequipa y Cusco sustituyendo el agregado fino, Cusco 2018* (Universidad Andina del Cusco). <https://doi.org/10.36888/udual.universidades.2019.80.19>
- Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
- Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas, L. D., & Segura, G. (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(2), 80-86. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632>
- Leandro, J. (2010). Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia. Universidad Ricardo Palma.
- Mayta, J. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo* (Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>
- MVCS. (2010). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Tercera; Empresa Editora Macro E.I.R.L., Ed.). Lima - Perú: Ministerio de Vivienda,

Construcción y Saneamiento.

- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú* (Segunda). Lima - Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Rivera, G. (2007). *Concreto simple* (Primera, p. 256). Primera, p. 256. Recuperado de <https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>
- Rodrigo, E., & Torres, L. (2019). *Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias  $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$  en la ciudad e Arequipa*. Universidad Católica de Santa María.
- Rueda, M., & Vega, K. (2012). *Determinación del carácter puzolánico de laterita, niquelífera, pumita, diatomita y su efecto como aditivo en el comportamiento del cemento Portland tipo I* (Universidad Industrial de Santander). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sánchez, D. (2000). *Tecnología del concreto y del mortero* (Cuarta). Santafé de Bogotá: Bhandar Editores Ltda.
- Serrano-Guzmán, M., & Pérez-Ruiz, D. (2010). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. *Concreto y cemento*, 2, 17-30. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v2n1/v2n1a2.pdf>
- Silva, Y., & Delvasto, S. (2018). Concreto autocompactante con materiales cementicios suplementarios de Colombia. *V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante y Hormigones Especiales*, 505-524. <https://doi.org/10.4995/hac2018.2018.6090>
- Ticlla, J. (2018). *Tecnología del concreto* (p. 77). p. 77. Recuperado de [http://www.academia.edu/download/56669256/6-Diseño\\_de\\_Mezcla\\_I\\_Parte\\_2018-I.pdf](http://www.academia.edu/download/56669256/6-Diseño_de_Mezcla_I_Parte_2018-I.pdf)
- Torres, G., & Barreto, J. (2018). *Análisis de una muestra de concreto de 4000 psi sintetizada a partir de suelo diatomáceo con activación alcalina* (Universidad Católica de Colombia). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: matriz de consistencia**

**Matriz de consistencia**

**Tesis: “Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita”**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿De qué manera se modifica el contenido de aire del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita? b) ¿Cómo varía la temperatura del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita? c) ¿Cuál es la variación de la exudación del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita? d) ¿Cómo se modifica el tiempo de fragua del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita? e) ¿De qué manera varía la fluidez del</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar la influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar de qué manera se modifica el contenido de aire del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. b) Establecer cómo varía la temperatura del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. c) Analizar cuál es la variación de la exudación del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. d) Determinar cómo se modifica el tiempo de fragua del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. e) Analizar de qué manera varía la fluidez</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Las propiedades reológicas del concreto y su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita se mantienen en comparación del concreto convencional.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) El contenido de aire del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. b) La temperatura del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. c) La exudación del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. d) El tiempo de fragua del concreto se incrementa mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. e) La fluidez del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita. f) La capacidad de paso del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> diatomita</p> <p><b>Variable dependiente 1 (Y<sub>1</sub>):</b> propiedades reológicas</p> <p><b>Variable dependiente 2 (Y<sub>2</sub>):</b> comportamiento del concreto</p>	<p>- Diatomita.</p> <p>- Contenido de aire.</p> <p>- Temperatura.</p> <p>- Exudación.</p> <p>- Tiempo de fragua.</p> <p>- Fluidez.</p> <p>- Capacidad de paso.</p> <p>- Resistencia a compresión.</p> <p>- Resistencia a flexión.</p> <p>- Módulo de elasticidad.</p>	<p>- Cantidad de diatomita en relación al cemento.</p> <p>- Contenido de aire según manómetro.</p> <p>- Factor de corrección de agregado.</p> <p>- Temperatura.</p> <p>- Tiempo absoluto acumulado.</p> <p>- Volumen exudado. Área.</p> <p>- Tiempo de fragua inicial.</p> <p>- Tiempo de fragua final.</p> <p>- Diámetro de flujo.</p> <p>- Tiempo.</p> <p>- Diámetro de flujo.</p> <p>- Tiempo.</p> <p>- Fuerza.</p> <p>- Área de probeta.</p> <p>- Fuerza.</p> <p>- Área transversal de viga.</p> <p>- Resistencia a compresión.</p>	<p><b>Método de investigación:</b> método científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> aplicado.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población para el desarrollo de esta investigación correspondió a la cantidad de concreto autocompactante diseñado para un f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup> sin y con sustitución parcial del cemento por diatomita .</p>

---

<p>concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?</p> <p>f) ¿Cuál es la variación de la capacidad de paso del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?</p> <p>g) ¿Cómo se modifica la resistencia a compresión del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?</p> <p>h) ¿De qué manera la resistencia a flexión del concreto varía mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?</p> <p>i) ¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita?</p>	<p>del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p>f) Establecer la variación de la capacidad de paso del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p>g) Determinar cómo se modifica la resistencia a compresión del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p>h) Establecer de qué manera la resistencia a flexión del concreto varía mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p>i) Determinar la variación del módulo de elasticidad del concreto mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p>	<p>g) La resistencia a compresión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p>h) La resistencia a flexión del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p> <p>i) El módulo de elasticidad del concreto se reduce mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.</p>	<p><b>Muestra:</b> De acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico intencional correspondió a 36 probetas y 24 vigas de concreto autocompactante sin y con sustitución parcial del cemento por diatomita, tal como se muestra en la Tabla 2.</p>
---	---	--	---

---

**Anexo N° 02: resumen de datos de laboratorio**

Tabla 48. Resumen de datos obtenidos en laboratorio.

Muestras		Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)	Exudación (ml)	Tiempo de fragua (min)		Fluidez		Capacidad de paso	
					Inicial	Final	Diámetro (cm)	Tiempo (s)	Diámetro (cm)	Tiempo (s)
Concreto patrón	TE-01, 02 y 03	2.50	16.40	30.00	180.00	480.00	66.40	5.00	61.35	6.21
Concreto patrón	TE-01, 02 y 03	2.50	16.40	30.00	180.00	480.00	66.40	5.00	61.35	6.21
Concreto patrón	TE-01, 02 y 03	2.50	16.40	30.00	180.00	480.00	66.40	5.00	61.35	6.21
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	TE-01, 02 y 03	2.00	19.00	16.00	180.00	510.00	65.45	7.00	49.00	7.10
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	TE-01, 02 y 03	2.00	19.00	16.00	180.00	510.00	65.45	7.00	49.00	7.10
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	TE-01, 02 y 03	2.00	19.00	16.00	180.00	510.00	65.45	7.00	49.00	7.10
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	TE-01, 02 y 03	1.70	19.00	10.20	210.00	570.00	46.95	10.00	41.50	7.21
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	TE-01, 02 y 03	1.70	19.00	10.20	210.00	570.00	46.95	10.00	41.50	7.21
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	TE-01, 02 y 03	1.70	19.00	10.20	210.00	570.00	46.95	10.00	41.50	7.21
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	TE-01, 02 y 03	1.20	17.60	7.00	240.00	630.00	43.15	13.00	38.80	8.10
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	TE-01, 02 y 03	1.20	17.60	7.00	240.00	630.00	43.15	13.00	38.80	8.10
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	TE-01, 02 y 03	1.20	17.60	7.00	240.00	630.00	43.15	13.00	38.80	8.10

Continuación de la Tabla 48.

Muestras		Esfuerzo en compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			1° criterio de aceptación, promedio móvil $\geq$ f'c diseño		2° criterio de aceptación, f'c $\geq$ f'c diseño - 35 kg/cm <sup>2</sup>	
		7 días	14 días	28 días				
Concreto patrón	TE-01, 02 y 03	277.00	305.00	347.00	354.33	Correcto	175.00	Correcto
Concreto patrón	TE-01, 02 y 03	275.00	305.00	363.00	358.00	Correcto	175.00	Correcto
Concreto patrón	TE-01, 02 y 03	282.00	313.00	353.00			175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	TE-01, 02 y 03	275.00	307.00	330.00	326.00	Correcto	175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	TE-01, 02 y 03	275.00	305.00	324.00	324.00	Correcto	175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	TE-01, 02 y 03	277.00	309.00	324.00			175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	TE-01, 02 y 03	266.00	288.00	320.00	316.67	Correcto	175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	TE-01, 02 y 03	261.00	289.00	312.00	315.00	Correcto	175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	TE-01, 02 y 03	263.00	286.00	318.00			175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	TE-01, 02 y 03	237.00	273.00	302.00	303.33	Correcto	175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	TE-01, 02 y 03	235.00	272.00	305.00	304.00	Correcto	175.00	Correcto
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	TE-01, 02 y 03	235.00	265.00	303.00			175.00	Correcto

Continuación de la Tabla 48.

Muestras		Esfuerzo en flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
		14 días	28 días	
Concreto patrón	VA-01 y 02	49.67	62.71	279419.04
Concreto patrón	VA-01 y 02	51.53	67.22	285788.38
Concreto patrón	VA-01 y 02	51.11	64.10	281824.41
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	VA-03 y 04	49.16	55.07	272488.53
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	VA-03 y 04	47.70	51.86	270000.00
Concreto con sustitución del 4 % de cemento	VA-03 y 04	44.55	53.05	270000.00
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	VA-05 y 06	43.46	50.08	268328.16
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	VA-05 y 06	45.20	48.41	264952.83
Concreto con sustitución del 8 % de cemento	VA-05 y 06	43.09	50.06	267488.32
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	VA-07 y 08	39.85	44.32	260672.21
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	VA-07 y 08	40.83	45.61	261963.74
Concreto con sustitución del 12 % de cemento	VA-07 y 08	39.97	46.61	261103.43

**Anexo N° 03: certificados de los ensayos de laboratorio**

**Anexo N° 03.01: diseño de mezcla**

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL ACI			
Tesis: Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.			
Fecha : 06/12/2020	Distrito : Chilca		
Realizado por : Tec. V.R.H.D.	Provincia : Huancayo		
Revisado por : Ing. I.R.R.O.	Region : Junín		
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera de donde se extraen los materiales : CANTERA PILCOMAYO			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'c$ ) =	230	kg / cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'cr$ ) =	294	kg / cm <sup>2</sup>	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa :	2.83	Tamaño máximo nominal ( Pulg. ) :	3/4"
Absorción ( % ) :	1.80	Peso seco compactado ( kg / m <sup>3</sup> ) :	1526.00
Contenido de Humedad ( % ) :	2.40	Peso específico de masa :	2.67
Módulo de finura :	2.94	Absorción ( % ) :	0.70
		Contenido de Humedad ( % ) :	0.30
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a usar :	Andino Tipo I	Aditivo : Chema Plat	Densidad : 1.2 gr/ml
Peso Específico :	3.15	Dosificación :	360 ml x bolsa de cemento
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Aparentamiento :		Tipo de consistencia : Fluido	
		Aparentamiento : < 350 mm	
Tipo de Concreto a diseñar :		Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de Agua :		205.00	lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :		2.00	%
Relación Agua / Cemento :		0.56	
Factor cemento :		Factor Cemento =	366.00 kg / m <sup>3</sup>
		Factor Cemento =	8.6 Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :	0.61	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :	930.86	kg / m <sup>3</sup>
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales		Cemento :	0.16 m <sup>3</sup>
		Agua :	0.205 m <sup>3</sup>
		Aire :	0.020 m <sup>3</sup>
		Agregado Grueso :	0.349 m <sup>3</sup>
		Suma de Volúmenes :	0.690 m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino :	0.310	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco :	878	kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m <sup>3</sup> .		Cemento :	366.00 kg / m <sup>3</sup>
		Agua de diseño :	205.00 lt / m <sup>3</sup>
		Agregado Fino seco :	878.00 kg / m <sup>3</sup>
		Agregado Grueso seco :	931.00 kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.		Cemento :	42.30 kg / sacco
		Agua de diseño :	23.80 lt / sacco
		Agregado Fino seco :	101.95 kg / sacco
		Agregado Grueso seco :	108.11 kg / sacco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado		Cemento :	1
		Agregado fino seco :	2.40
		Agregado grueso seco :	2.54
		Agua de Diseño :	23.8 lt / sacco

**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204392  
 Especialista en Suelos

### GRAVEDAD ESPECÍFICA, PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

TESIS : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

TESISTA : Oré Tarazona Vomira

CANTERA : Pilcomayo

FECHA : 06/12/2020

#### AGREGADO FINO NTP 400.022 - ASTM C 128

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	RESULTADO DE MUESTRA AGREGADO FINO
Peso del picnómetro	(gr)	442.3
Peso del picnómetro + Agua	(gr)	1300.3
Peso del Agua		945.5
Densidad del agua a 23° C	(gr/cm <sup>3</sup> )	0.99747
Volumen del picnómetro	(cm <sup>3</sup> )	947.9
Peso Muestra Saturado Superficialmente Seco	(gr)	300.0
Peso del picnómetro + Muestra SSD	(gr)	942.3
Peso del picnómetro + Agua + Muestra SSD	(gr)	1714.3
Peso del Agua añadida al frasco	(gr)	772.2
Volumen del Agua añadida al frasco	(cm <sup>3</sup> )	774.2
Peso de Muestra Seca al horno	(gr)	491.4
Peso Especifico Masa de Agregado Fino		2.83
Peso Especifico SSS de Agregado Fino		2.88
Peso Especifico Apar. de Agregado Fino		2.98
% de Absorción de Agregado Fino	%	1.8

#### AGREGADO GRUEJO NTP 400.021 - ASTM C 127

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUEJO	RESULTADO DE MUESTRA AGREGADO GRUEJO
Densidad del agua a 23° C	(gr/cm <sup>3</sup> )	0.99747
Peso de la bandeja	(gr)	474.5
Peso de la bandeja + Muestra SSS	(gr)	3630.3
Peso Saturado Superficialmente Seco	(gr)	3156.0
Peso de la canastilla sumergida	(gr)	430.9
Peso de la canastilla + Muestra saturada en Agua	(gr)	2411.5
Peso de Muestra Saturada en Agua	(gr)	1981.0
Peso de Muestra Seca	(gr)	3133.0
Peso Especifico Masa de Agregado Grueso		2.67
Peso Especifico SSS de Agregado Grueso		2.69
Peso Especifico Apar. de Agregado Grueso		2.72
% de Absorción de Agregado Grueso	%	0.7

SILVER GEO SAC  
Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
Consultoría Técnica  
Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
C.P. N° 204662  
Especialista en Geotecnia

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO NTP 400.012 - ASTM C 29**

TESIS : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

TESISTA : Oré Tarazona Yamira

CANTERA : Pilcomayo

MUESTRA : M-01

FECHA : 06/12/2020

DESCRIPCION	AGREGADO FINO SUELTO			AGREGADO FINO COMPACTO		
	1	2	3	1	2	3
Nº de Ensayo	1	2	3	1	2	3
Numero de Molde	T-01	T-02	T-03	T-01	T-02	T-03
Peso del agua (gr)	2831	2831	2831	2831	2831	2831
Temperatura (°C)	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
Densidad del Agua (gr/mL)	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998
Volumen de Molde (cm³)	2837	2837	2837	2837	2837	2837
Peso de Molde (gr)	1636	1636	1636	1636	1636	1636
Peso de Molde + Arido (gr)	5742	5787	5770	6237	6628	6467
Peso de Arido (gr)	4106	4151	4134	4601	4992	4831
Peso Unitario (kg/m³)	1447	1463	1457	1622	1760	1703
Peso Unitario Promedio (kg/m³)	1456			1695		

Porcentaje de vacíos en agregado fino compactado : 1.0 %

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO SUELTO			AGREGADO GRUESO COMPACTO		
	1	2	3	1	2	3
Nº de Ensayo	1	2	3	1	2	3
Numero de Molde	T-01	T-02	T-03	T-01	T-02	T-03
Volumen de Molde (cm³)	2837	2834	2834	2834	2834	2834
Peso de Molde (gr)	1636	1636	1636	1636	1636	1636
Peso de Molde + Arido (gr)	5437	5427	5419	5921	5964	5979
Peso de Arido (gr)	3801	3791	3783	4285	4348	4343
Peso Unitario (kg/m³)	1340	1338	1335	1512	1534	1533
Peso Unitario Promedio (kg/m³)	1338			1526		

Porcentaje de vacíos en agregado grueso compacto: 1.0 %

SILVER GEO SAC  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Capitulada Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.U.P. N° 204452  
 Especialista en Suelos

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM C 566**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.  
**TESISTA** : Oré Tarazona Yomira  
**CANTERA** : Pilcomayo **MUESTRA** : M-01  
**FECHA** : 06/12/2020

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (gr)	3496.1
2	Peso de la muestra seca + tara (gr)	3488.4
3	Peso de la tara (gr)	476.2
4	Peso de la muestra húmeda (W-1-3)	3019.9
5	Peso de muestra seca (D-2-3)	3012.2
6	CONTENIDO DE HUMEDAD $\% H = [(W-D)/D] * 100$	0.26
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>0.3 %</b>


**SILVER GEO SAC**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny E. RAMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 274180

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO NTP 339.185 - ASTM C 566**

**TEMA :** Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.  
**TESITA:** Oré Tarazona Yomira  
**CANTERA :** Pilcomayo  
**FECHA :** 06/12/2020  
**MUESTRA :** M-01  
**COORDENADAS:** 473665.59 E, 8667552.17 S

DATOS Y RESULTADOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03
1	Peso de la muestra húmeda + tara (gr)	786.5	772.4	791.4
2	Peso de la muestra seca + tara (gr)	776.3	764.2	783.4
3	Peso de la tara (gr)	410.7	411.5	415.1
4	Peso de la muestra húmeda (W-1-3)	375.8	360.9	376.3
5	Peso de muestra seca (D-2-3)	365.6	352.7	368.3
6	CONTENIDO DE HUMEDAD % $H = [(W-D)/D] * 100$	2.79	2.32	2.17

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>2.4</b>	<b>%</b>
-----------------------------	------------	----------

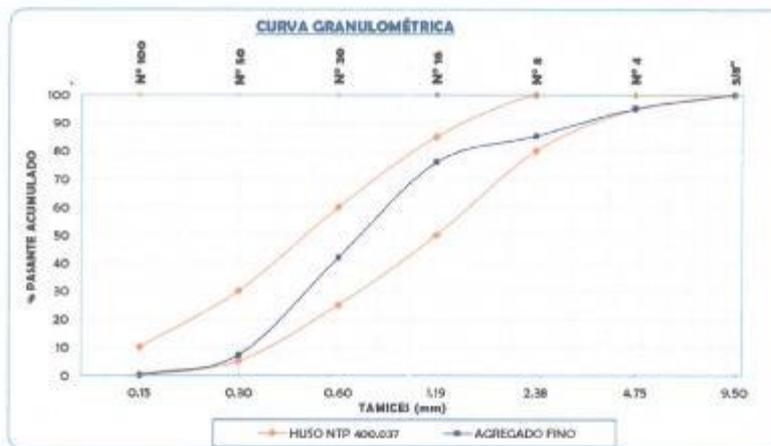

**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 207382  
 Encargado

**ENSAJO GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO NTP 400.012 - ASTM C 136**

**TEMA :** Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.  
**TEJTA:** Oré Tarazona Vamira  
**CANTERA :** Pilcomayo  
**FECHA :** 06/12/2020  
**MUESTRA :** M-01  
**COORDENADAS:** 473665.59 E, 8667552.17 S

DATOS Y RESULTADOS						LÍMITES GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO			CONDICIÓN
3/8	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	CUMPLE
N° 4	4.75	24.0	4.80	4.80	95.20	95.00	95.20	100.00	CUMPLE
N° 8	2.38	49.7	9.94	14.74	85.26	80.00	85.26	100.00	CUMPLE
N° 16	1.19	45.3	9.26	24.00	76.00	50.00	76.00	85.00	CUMPLE
N° 30	0.60	169.5	33.90	57.90	42.10	25.00	42.10	60.00	CUMPLE
N° 50	0.30	174.5	34.90	92.80	7.20	5.00	7.20	80.00	CUMPLE
N° 100	0.15	35.0	7.00	99.80	0.20	0.00	0.20	10.00	CUMPLE
FONDO		1.0	0.20	100.00	0.00				
TOTAL		500.0							

\* Peso de la muestra lavado seco : 500.0 gr. MF: 2.94



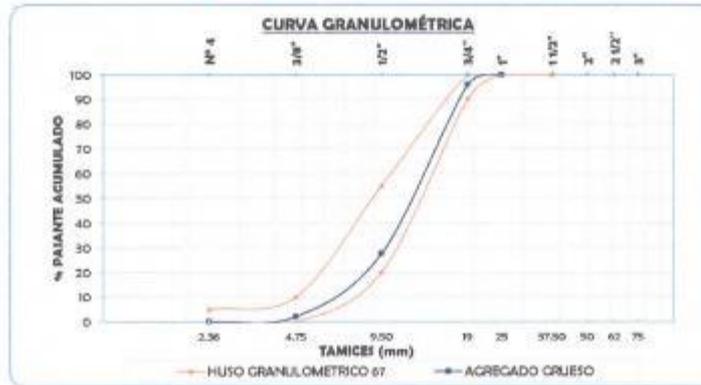
**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204282

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO NTP 400.012 - ASTM C 136**

**TEMA:** Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.  
**TESITA:** Oré Tarazona Yomira  
**CANTERA:** Pícomayo  
**FECHA:** 06/12/2020  
**MUESTRA:** M-01  
**COORDENADAS:** 473665.59 E, 8667552.17 S

DATOS Y RESULTADOS						HUSO N° 67			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PEJO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO			CONDICION
5"	75								
3 1/2"	62								
2"	50								
1 1/2"	37.50								
1"	25	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	CUMPLE
3/4"	19	195.5	3.99	3.99	96.01	90.00	96.01	100.00	CUMPLE
3/8"	9.50	348.5	68.37	72.36	27.64	20.00	27.64	55.00	CUMPLE
N° 4	4.75	138.7	25.68	97.99	3.01	0.00	2.01	30.00	CUMPLE
N° 8	2.36	99.3	1.99	99.98	0.02	0.00	0.02	5.00	CUMPLE
FONDO		1.0	0.02	100.00	0.00				
<b>TOTAL</b>		<b>5000.0</b>							

\* Peso de la muestra lavada seco : 5000.8 gr



**SILVER GEO SAC.**  
Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
Consultoría Técnica  
Ing. Johnny R. RAMBLANDO OLIVERA  
C.I.P. N° 204382

CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL ACI	
Tesis: Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.	
Fecha : 06/12/2020	Distrito : Chilca
Realizado por : Tec. V.R.H.D.	Provincia : Huancayo
Revisado por : Ing. I.R.R.O.	Región : Junín
CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO	
Cantera de donde se extraen los materiales : CANTERA PILCOMAYO	
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino : 2.40 % Agregado Grueso : 0.30 %
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino : 899.00 Kg / m <sup>3</sup> Agregado Grueso : 934.00 Kg / m <sup>3</sup>
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino : 0.60 % Agregado Grueso : -0.40 %
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino : 5.00 lt / m <sup>3</sup> Agregado Grueso : -4.00 lt / m <sup>3</sup> Aporte Total : 1.00 lt / m <sup>3</sup>
Agua Efectiva :	Agua Efectiva : 204.00 lt / m <sup>3</sup>
Relación Agua / Cemento de Diseño :	0.56
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m <sup>3</sup> .	Cemento : 366.00 Kg / m <sup>3</sup> Agua Efectiva : 204.00 lt / m <sup>3</sup> Agregado Fino Húmedo : 899.00 Kg / m <sup>3</sup> Agregado Grueso Húmedo : 934.00 Kg / m <sup>3</sup> Aditivo Chema Platificante : 3.90 lt / m <sup>3</sup>
Relación Agua / Cemento Efectiva :	0.56
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento : 42.5 Kg / saco Agua Efectiva : 23.7 lt / saco Agregado fino húmedo : 104.4 Kg / saco Agregado grueso húmedo : 108.5 Kg / saco Aditivo Chema platificante : 0.36 lt / saco
Proporción : 1 : 2.4 : 2.5 / 23.7 Lt/saca Aditivo Platificante: 0.36 Lt/saca	Cemento : 1 p3 Agregado fino húmedo : 2.46 p3 Agregado grueso húmedo : 2.55 p3 Agua Efectiva : 23.7 lt / saco Aditivo Chema platificante : 0.36 lt / saco

  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 208363  
 Especialista en Suelos

**Anexo N° 03.02: ensayos en estado fresco**

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE. CAPACIDAD DE FLUJO ASTM C 1611**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CAPACIDAD DE FLUJO ASTM C1611					
TIPO DE CONCRETO	% SUST.	D1(cm)	D2(cm)	Df (cm)	T500 (seg)
Patrón	0	67.5	65.3	66.40	5
Sustitución de cemento x diatomita	4	55.7	53.2	54.45	7
Sustitución de cemento x diatomita	8	48.1	45.8	46.95	10
Sustitución de cemento x diatomita	12	44.7	41.6	43.15	13



**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelo y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204382  
 Especialista en Suelos

**ENSAYO TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO NTP 339.082 - ASTM C 403**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 1 Concreto sin sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 19.2 °C

**Hora de mezclado**: 09:15 a.m.

RESULTADOS			
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (Hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
09:15:00 a.m.	00:00	0	0
12:15:00 p.m.	03:00	180	2
12:45:00 p.m.	03:30	210	4
01:15:00 p.m.	04:00	240	6
01:45:00 p.m.	04:30	270	9
02:15:00 p.m.	05:00	300	16
02:35:00 p.m.	05:30	330	18
03:15:00 p.m.	06:00	360	23
03:45:00 p.m.	06:30	390	24
04:15:00 p.m.	07:00	420	25
04:45:00 p.m.	07:30	450	32
05:15:00 p.m.	08:00	480	42
05:45:00 p.m.	08:30	510	50



<b>Tiempo de fraguado inicial</b> :	180 min	3:00 hrs/min
<b>Tiempo de fraguado final</b> :	480 min	8:00 hrs/min

**ENSAYO TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO NTP 339.082 - ASTM C 403**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 2 Concreto con 4% de sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 19.5 °C

**Hora de mezclado:** 09:30 a.m.

RESULTADOS			
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (Hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
09:30:00 a.m.	00:00	0	0
12:30:00 p.m.	03:00	180	2
01:00:00 p.m.	03:30	210	3
01:30:00 p.m.	04:00	240	4
02:00:00 p.m.	04:30	270	6
02:30:00 p.m.	05:00	300	10
03:00:00 p.m.	05:30	330	16
03:30:00 p.m.	06:00	360	18
04:00:00 p.m.	06:30	390	24
04:30:00 p.m.	07:00	420	30
05:00:00 p.m.	07:30	450	36
05:30:00 p.m.	08:00	480	42
06:00:00 p.m.	08:30	510	46
06:30:00 p.m.	09:00	540	50



<b>Tiempo de fraguado inicial</b>	: 180 min	3:00 hrs/min
<b>Tiempo de fraguado final</b>	: 510 min	8:30 hrs/min

**SILVER GEO SAC**  
Ingeniería, Obras y Construcción  
Capacitación Técnica

**Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA**  
C.I.P. N° 246303  
Especialista en Estudios

**ENSAYO TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO NTP 339.082 - ASTM C 403**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 3 Concreto con 8% de sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 20.6 °C

**Hora de mezclado**: 10:00 a.m.

RESULTADOS			
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (Hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
10:00:00 a.m.	00:00	0	0
01:30:00 p.m.	03:30	210	2
02:00:00 p.m.	04:00	240	3
02:30:00 p.m.	04:30	270	4
03:00:00 p.m.	05:00	300	6
03:30:00 p.m.	05:30	330	10
04:00:00 p.m.	06:00	360	12
04:30:00 p.m.	06:30	390	18
05:00:00 p.m.	07:00	420	22
05:30:00 p.m.	07:30	450	28
06:00:00 p.m.	08:00	480	34
06:30:00 p.m.	08:30	510	40
07:00:00 p.m.	09:00	540	46
07:30:00 p.m.	09:30	570	50



SILVER GEO SAC  
Ingeniería de Suelos y Laboratorio  
Especialista en Suelos

Ing. Johnny B. RAYANANDA OLIVERA  
C.I.P. N° 206352  
Especialista en Suelos

**ENSAYO TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO NTP 339.082 - ASTM C 403**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 4 Concreto con 12% de sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 19.9 °C

**Hora de mezclado**: 10:30 a.m.

RESULTADOS			
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (Hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
10:30:00 a.m.	00:00	0	0
02:30:00 p.m.	04:00	240	2
02:00:00 p.m.	04:30	270	2
02:30:00 p.m.	05:00	300	3
03:00:00 p.m.	05:30	330	4
03:30:00 p.m.	06:00	360	7
04:00:00 p.m.	06:30	390	13
04:30:00 p.m.	07:00	420	20
05:00:00 p.m.	07:30	450	25
05:30:00 p.m.	08:00	480	30
06:00:00 p.m.	08:30	510	34
06:30:00 p.m.	09:00	540	38
07:00:00 p.m.	09:30	570	42
07:30:00 p.m.	10:00	600	46
08:00:00 p.m.	10:30	630	50



Tiempo de fraguado inicial : 240 min 4:00 hrs/min  
 Tiempo de fraguado final : 630 min 10:30 hrs/min

SILVER GEO SAC  
 Ingeniería de Soportes y Cimentación  
 Geotecnología Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYVUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 205392  
 Especialista en Soportes

**ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C 232**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 1 Concreto sin sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 19.2 °C

**Hora de mezclado**: 09:15 a.m.

RESULTADOS				
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	VOLÚMEN DE EXUDACIÓN (ml)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOLÚMEN DE AGUA POR UNIDAD DE SUPERFICIE (ml/cm <sup>2</sup> )
09:15:00 a.m.	00:00	0.0	78.54	0.000
09:25:00 a.m.	00:10	8.0	78.54	0.102
09:35:00 a.m.	00:10	7.0	78.54	0.089
09:45:00 a.m.	00:10	5.0	78.54	0.064
09:55:00 a.m.	00:10	2.5	78.54	0.032
10:25:00 a.m.	00:30	2.0	78.54	0.025
10:55:00 a.m.	00:30	1.5	78.54	0.019
11:25:00 a.m.	00:30	1.5	78.54	0.019
11:55:00 a.m.	00:30	1.0	78.54	0.013
12:25:00 p.m.	00:30	1.0	78.54	0.013
12:55:00 p.m.	00:30	0.5	78.54	0.006
01:25:00 p.m.	00:30	0.0	--	--

Volúmen de exudación acumulado: 30 ml



**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelos y Cimentación  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.I.P. N° 206352  
 Especialista en Suelos

**ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C 232**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 2 Concreto con 4% de sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 19.5 °C

**Hora de mezclado:** 09:30 a.m.

RESULTADOS				
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	VOLÚMEN DE EXUDACIÓN (ml)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOLÚMEN DE AGUA POR UNIDAD DE SUPERFICIE (ml/cm <sup>2</sup> )
09:30:00 a.m.	00:00	0.0	78.55	0.000
09:40:00 a.m.	00:10	4.0	78.55	0.051
09:50:00 a.m.	00:20	2.0	78.55	0.025
10:00:00 a.m.	00:30	2.5	78.55	0.032
10:10:00 a.m.	00:40	2.0	78.55	0.025
10:40:00 a.m.	01:10	2.0	78.55	0.025
11:10:00 a.m.	01:40	1.5	78.55	0.019
11:40:00 a.m.	02:10	1.0	78.55	0.013
12:10:00 p.m.	02:40	0.5	78.55	0.006
12:40:00 p.m.	03:10	0.3	78.55	0.004
01:10:00 p.m.	03:40	0.2	78.55	0.003
01:40:00 p.m.	04:10	0.0	--	--

Volúmen de exudación acumulado: 16 ml



**SILVER GEO SAC.**  
 Ingenieros de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. KAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 C-000/2018-011/2018

**ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C 232**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Dré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

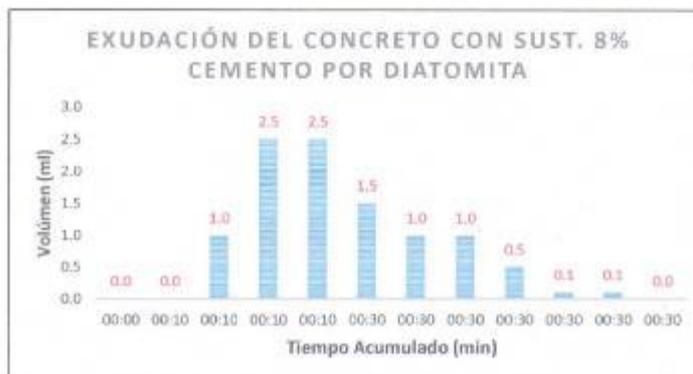
**Mezcla ensayada** : Moide 3 Concreto con 8% de sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 20.6 °C

**Hora de mezclado**: 10:00 a.m.

RESULTADOS				
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	VOLÚMEN DE EXUDACIÓN (ml)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOLÚMEN DE AGUA POR UNIDAD DE SUPERFICIE (ml/cm <sup>2</sup> )
10:00:00 a.m.	00:00	0.0	78.53	0.000
10:10:00 a.m.	00:10	0.0	78.53	0.000
10:20:00 a.m.	00:10	1.0	78.53	0.013
10:30:00 a.m.	00:10	2.5	78.53	0.032
10:40:00 a.m.	00:10	2.5	78.53	0.032
11:10:00 a.m.	00:30	1.5	78.53	0.019
11:40:00 a.m.	00:30	1.0	78.53	0.013
12:10:00 p.m.	00:30	1.0	78.53	0.013
12:40:00 p.m.	00:30	0.5	78.53	0.006
01:10:00 p.m.	00:30	0.1	78.53	0.001
01:40:00 p.m.	00:30	0.1	78.53	0.001
02:10:00 p.m.	00:30	0.0	--	--

Volúmen de exudación acumulado: 10.2 ml



**SILVER GEO SAC.**  
Ingeniería Geotécnica y Geología  
Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
C.P. N° 296332  
Especialista en Suelos

**ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C 232**

**TESIS** : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

**TESISTA** : Oré Tarazona Elizabeth Yomira

**FECHA** : 06/12/2020

**Mezcla ensayada** : Molde 4 Concreto con 12% de sustitución de cemento por diatomita

**Temperatura** : 19.9 °C

**Hora de mezclado**: 10:30 a.m.

RESULTADOS				
HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	VOLÚMEN DE EXUDACIÓN (ml)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOLÚMEN DE AGUA POR UNIDAD DE SUPERFICIE (ml/cm <sup>2</sup> )
10:30:00 a.m.	00:00	0.0	78.53	0.000
10:40:00 a.m.	00:10	0.0	78.53	0.000
10:50:00 a.m.	00:10	1.0	78.53	0.013
11:00:00 a.m.	00:10	1.0	78.53	0.013
11:10:00 a.m.	00:10	2.0	78.53	0.025
11:40:00 a.m.	00:30	1.0	78.53	0.013
12:10:00 p.m.	00:30	1.0	78.53	0.013
12:40:00 p.m.	00:30	0.5	78.53	0.006
01:10:00 p.m.	00:30	0.3	78.53	0.004
01:40:00 p.m.	00:30	0.1	78.53	0.001
02:10:00 p.m.	00:30	0.1	78.53	0.001
02:40:00 p.m.	00:30	0.0	--	--

Volúmen de exudación acumulado: 7 ml



**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 214033  
 Especialista en Geotecnia

**MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE POR EL MÉTODO DE PRESIÓN NTP 339.085 ASTM C 231**

TESIS : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

TESISTA : Oré Tarazona Elizabeth Vomira

FECHA : 06/12/2020

Resultados de la medición del contenido de Aire por el método de presión:			
Tipo de concreto	Porcentaje sustitución (%)	Cont. Aire (%)	Temperatura de colocado (C°)
concreto patrón	0	2.5	16.4
concreto con sustitución al	4	2.0	19.0
concreto con sustitución al	8	1.7	19.0
concreto con sustitución al	12	1.2	17.6



**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. Nº 204352  
 Especialista en Suelos

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA APROBAR LA CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO  
 AUTOCOMPACTANTE MEDIANTE EL ANILLO J - ASMT C1621**

TESIS : Influencia en las propiedades reológicas del concreto y en su comportamiento mediante la sustitución parcial de cemento por diatomita.

TESISTA : Oré Terazona Elizabeth Yomira

FECHA : 06/12/2020

RESULTADOS DEL ENSAYO					
TIPO DE CONCRETO	% DE SUSTITUCIÓN	Diámetro (cm)	Altura interior (Hi) cm	Altura exterior (H) cm	Tiempo (seg)
Patrón	0	61.35	2.60	2.00	6.21
Sust. Cemento x Diatomita	4	49.00	3.00	2.50	7.10
Sust. Cemento x Diatomita	8	41.50	4.75	2.73	7.21
Sust. Cemento x Diatomita	12	38.80	6.95	2.95	8.10



**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204862  
 Especialista en Suelos

**Anexo N° 03.03: ensayos de resistencia a compresión**

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA PRÓXIMO ENSAYO	FECHA PRÓXIMO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE REPORTE
03-10-20	17-10-20	TE-02	SG. N°126/2020

<b>SOLICITANTE:</b>  <b>ORÉ TARAZONA YOMIRA</b>	<b>PROYECTO:</b>  " INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."
---	---

<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> UBICACIÓN : LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	<b>REFERENCIAS NORMATIVAS:</b> ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno
---	---

<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b> Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante muestra Patrón Modalidad : Muestreo, curado, mojado y custodia en Laboratorio Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio
---

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)	Esfuerzo de Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estrés
1	TE-02-01	03/10/2020	17/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	235.27 kN	235270	305	TIPO 3	C.A.C Patrón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
2	TE-02-02	03/10/2020	17/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	234.88 kN	234880	305	TIPO 2c	C.A.C Patrón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
3	TE-02-03	03/10/2020	17/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	241.03 kN	241030	313	Tipo 2a	C.A.C Patrón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
							<b>237.05 kN</b>	<b>237050</b>	<b>308</b>		

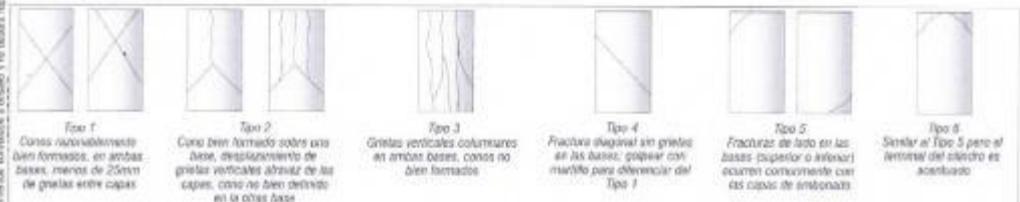


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido molidos en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUAR LTDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon caps de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fabricados dentro del tiempo permitido de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

<b>ELABORADO:</b> Revisado: <b>Sech Denis P.R.</b> <b>Jep Johnny R. D.</b>	<b>LABORATORIO:</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585-2018/050	<b>INGENIERO:</b>  <b>Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVES</b> C.A.P. N° 206052	<b>RUC:</b> 20621685524 [Fig. 02]
--	---	--	--------------------------------------



Jr. Agre. Fernando Colina 57, 3659 no. 116 ofi. 115, Lima  
 Pasaje N° 123-132 C/ San Juan  
 Telf: 08121231 / 98504668 / 98504664  
 Correo: [ventas@silvergeotec.com](mailto:ventas@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
03-10-20	10-10-20	TE-01	BG. N°126/2020

**SOLICITANTE:** **ORÉ TARAZONA YOMIRA** **PROYECTO:** **" INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreta de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Tipo de Ensayo:** Concreto Autocompactante muestra Patrón  
**Modalidad:** Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
**Método de Muestreo:** ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (MPa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-C1_01	03/10/2020	10/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	213.70 kN	21.5700	277	TPO 4	C.A.C Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
2	TE-C1_02	03/10/2020	10/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	211.60 kN	21.1600	275	TPO 2a	C.A.C Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
3	TE-C1_03	03/10/2020	15/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	217.41 kN	21.7410	282	TPO 3	C.A.C Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
							<b>214.31 kN</b>	<b>21.4310</b>	<b>278</b>		

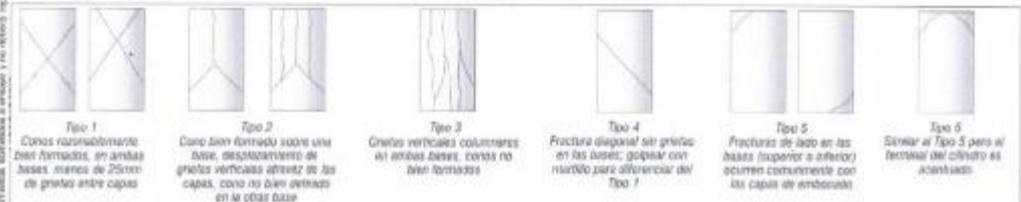


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del laboratorio PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicado una velocidad de carga de 2.0 kN/sq se conformó con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elemento de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancia prescritos, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

**Observaciones:**

Realizado: Bach. Denis F.R  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2019/D08**

**Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA**  
 RUC: 20601665524 [Pág. 01]

FECHA RECIBO ENSAYO	FECHA DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
03-10-20	31-10-20	TE-03	SG N°126/2020

<b>SOLICITANTE:</b>  <b>ORÉ TARAZONA YOMIRA</b>	<b>PROYECTO:</b>  " INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>  UBICACIÓN: LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN	<b>REFERENCIAS NORMATIVAS:</b>  ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante muestra Patrón  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-03_01	03/10/2020	31/10/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	207.44 kN	26740	347	TIPO 2a	C.A.C Patrón fc = 210 kg/cm²
2	TE-03_02	03/10/2020	31/10/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	276.31 kN	27930	363	TIPO 2a	C.A.C Patrón fc = 210 kg/cm²
3	TE-03_03	03/10/2020	31/10/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	271.56 kN	27180	358	TIPO 3	C.A.C Patrón fc = 210 kg/cm²
							<b>272.77 kN</b>	<b>27270</b>	<b>354</b>		

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales suministrados para el ensayo y no debe replicarse para otros ensayos ni materiales.

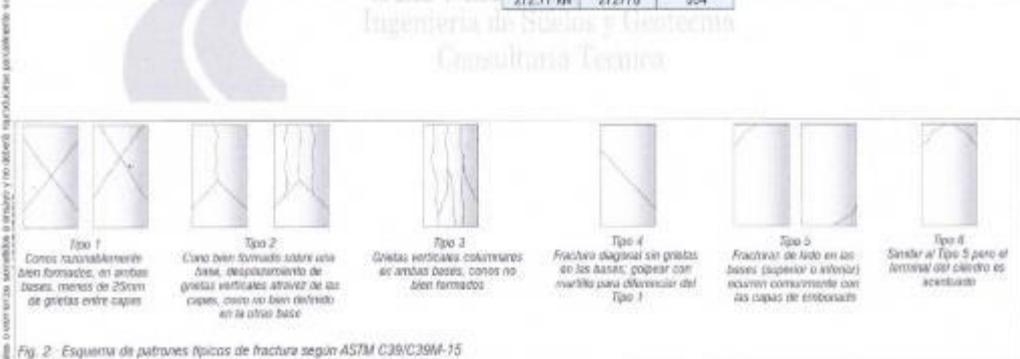


Fig. 2: Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido evaluados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal Merito capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUOMI LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 Mpa/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon patrones de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15.
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de laboratorio prescrito, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Revisado: **Eng. Denis Y.R.**  
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**



**Fig. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA**  
 C.I.B. N° 264352  
 Ejecutor

RUC: 20901605524  
 [Fig. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/CO

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA RECIBO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	CCO. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
13-10-20	27-10-20	TE-02	SG. N°126/2020

SOLICITANTE: **ORÉ TARAZONA YOMIRA** PROYECTO: **" INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A C  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C190/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 4% de cemento por diatomita.  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio.  
 Método de Muestreo : ASTM C190/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Probado (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-02_01	13/10/2020	27/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	236.34 kN	23634	307	TIPO 6a	C.A.C Sustit. al 4% P.C - 210 kg/cm³
2	TE-02_02	13/10/2020	27/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	235.21 kN	23521	305	TIPO 3	C.A.C Sustit. al 4% P.C - 210 kg/cm³
3	TE-02_03	13/10/2020	27/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	237.74 kN	23774	309	Tipo 2b	C.A.C Sustit. al 4% P.C - 210 kg/cm³
							<b>236.43 kN</b>	<b>236430</b>	<b>307</b>		

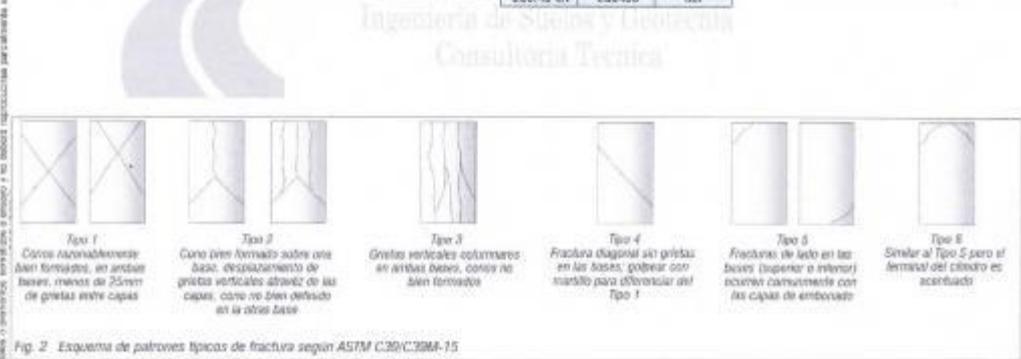


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C190/C192M-15 por personal técnico especializado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 MPa/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fabricados dentro del tiempo permisible de tolerancias presuntas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

REVISIONES:  
 Autorizado: Bach. Denis Y.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2016-D6D

**Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA**  
 C.I.P. N° 203092  
 Español  
 RUC: 20601666024 (Pág. 02)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA SOLICITADO	FECHA POR EFECTUADO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
13-10-20	20-10-20	TE-01	SG. N°126/2020

**SOLICITANTE:**

**ORÉ TARAZONA YOMIRA**

**PROYECTO:**

**\* INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA.\***

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de calibratos con similitudes de negro

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 4% de cemento por diatomita.

Modalidad : Muestreo, curado, muestreo y custodia en Laboratorio

Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Dámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (MPa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-01_01	13/10/2020	20/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm <sup>2</sup>	211.47 kN	21.1470	275	TIPO 5b	C.A.C Sustit. a 4% Ft = 210 kg/cm <sup>2</sup>
2	TE-01_02	13/10/2020	20/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm <sup>2</sup>	212.05 kN	21.2050	275	TIPO 2b	C.A.C Sustit. a 4% Ft = 210 kg/cm <sup>2</sup>
3	TE-01_03	13/10/2020	20/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm <sup>2</sup>	213.57 kN	21.3570	277	TIPO 2b	C.A.C Sustit. a 4% Ft = 210 kg/cm <sup>2</sup>
							212.98 kN	21.2980	276		

Distribución de Resultados solo afecta a los materiales, o métodos, o procesos, y no afecta a los procedimientos, o métodos, o procesos, o a los procedimientos, o métodos, o procesos.

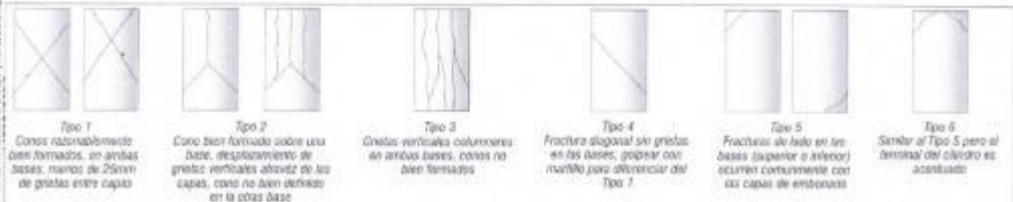
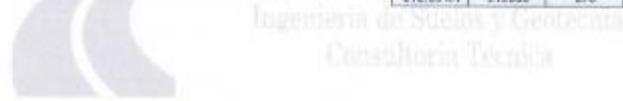


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido medidos en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del laboratorio PUNUAR LTDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon patos de acero en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fabricados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el apéndice F.2 de la ASTM C39/C39M-15

**DESARROLLADO:**

Realizado: Arch. Denis P.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYARUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 206352

RUC: 20001085524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/IGSD

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
13-10-20	10-11-20	TE-03	SG. N°126/2020

**SOLICITANTE:**

ORÉ TARAZONA YOMIRA

**PROYECTO:**

" INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 4% de cemento por diatomita.  
 Modalidad : Muestreo, curado, moledo y custodia en Laboratorio  
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (MPa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-03_01	13/10/2020	10/11/2020	25 días	100 mm Ø	7854 mm <sup>2</sup>	254.23 kN	254230	330	TIPO 2b	C.A.C Sustit. al 4% Fc ~210 kg/cm <sup>2</sup>
2	TE-03_02	13/10/2020	10/11/2020	25 días	100 mm Ø	7854 mm <sup>2</sup>	249.27 kN	249270	324	TIPO 2b	C.A.C Sustit. al 4% Fc ~210 kg/cm <sup>2</sup>
3	TE-03_03	13/10/2020	10/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm <sup>2</sup>	249.58 kN	249580	324	TIPO 2b	C.A.C Sustit. al 4% Fc ~210 kg/cm <sup>2</sup>
							<b>251.02 kN</b>	<b>251020</b>	<b>326</b>		

Este informe de Silver Geo Sac sólo sirve a los especímenes y ensayos que se detallan en el presente y no cubre repeticiones paralelas ni la aplicación del método.

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

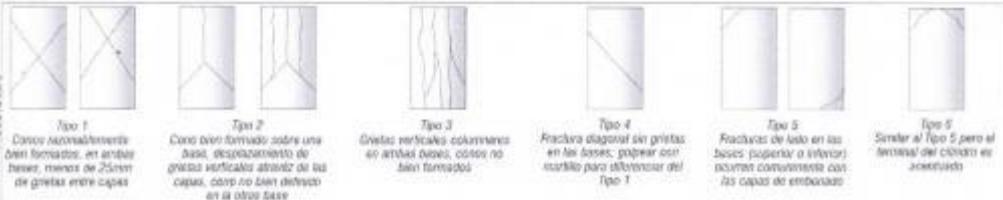


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS:**

- Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNEUMATICA, modelo PG-40, serie 40<sup>a</sup> con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 MPa/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
- Como elemento de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15.
- Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permitido de tal como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Sarah Denis P.R.  
 Revisado: Jop Johnny R. D.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2016/06D

**SILVER GEO SAC,**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2000168324  
 (Pág. 03)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	IDD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-10-20	30-10-20	TE-02	SG. N°126/2020

SOLICITANTE: **ORÉ TARAZONA YOMIRA** PROYECTO: **" INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **LABORATORIO SILVERGEOTECH S.A.C**  
 DISTRITO: **CHILCA**  
 PROVINCIA: **HUANCAYO**  
 DEPARTAMENTO: **JUNÍN**

REFERENCIAS NORMATIVAS:  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1203/C1203M-15 Utilización de cabezales con almofadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Tipo de Ensayo: **Concreto Autocompactante sustitución del 6% de cemento por diatomita.**  
 Modalidad: **Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio**  
 Método de Muestreo: **ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio**

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estrés
1	TE-02-01	16/10/2020	30/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	221.50 kN	221600	266	TPO 2a	C.A.C Sustit. al 6% f.c - 210 kg/cm²
2	TE-02-02	16/10/2020	30/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	222.75 kN	222750	266	TPO 5a	C.A.C Sustit. al 6% f.c - 210 kg/cm²
3	TE-02-03	16/10/2020	30/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	220.23 kN	220230	266	TPO 5a	C.A.C Sustit. al 6% f.c - 210 kg/cm²
							<b>221.54 kN</b>	<b>221537</b>	<b>266</b>		



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDAR LTDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1203/C1203M-15.
  - 4) Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permitido de tolerancia practica, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: **Rich Davis Y.R**  
 Revisado: **Ing. Jobay R. RAYMUNDO OLIVERA**

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004885-2019/DSD

**SILVER GEO SAC**  
 Ingeniería de Estudios y Geotécnica  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Jobay R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204362  
 RUC: 20801685524  
 [Pag. 02]



H. Angel Fernández Chávez N° 2909 H.L. 04 UNB, EDO, Lima  
 Pasaje N° 101 132 Chila, Huancayo  
 Telef. 994212021 / 994208888 / 994208884  
 Correo: [angel@silvergeo.com](mailto:angel@silvergeo.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-10-20	23-10-20	TE-01	SG. N°126/2020

**SOLICITANTE:**

**ORÉ TARAZONA YOMIRA**

**PROYECTO:**

**" INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohaditas de neopreno.

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 8% de cemento por diatomita.  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en laboratorio  
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (Días)	Díámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-01-01	16/10/2020	23/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	20485 kN	20485	256	TPO 5a	C.A.C Sustit. al 8% f <sub>c</sub> = 21.0 kg/cm²
2	TE-01-02	16/10/2020	23/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	20125 kN	20125	251	TPO 3	C.A.C Sustit. al 8% f <sub>c</sub> = 21.0 kg/cm²
3	TE-01-03	16/10/2020	23/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	20256 kN	20256	253	TPO 5a	C.A.C Sustit. al 8% f <sub>c</sub> = 21.0 kg/cm²
							<b>202.76 kN</b>	<b>202.760</b>	<b>253</b>		

Este informe es confidencial, solo aplica a los materiales o elementos especificados y no deberá reproducirse parcialmente sin autorización por escrito del



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido realizados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
  - 3) Como elemento de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon placas de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15.
  - 4) Todo los ensayos de ensayo para una determinada edad de ensayo han sido realizados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el inciso 7.3 de la ASTM C39/C39M-15.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Edm. Dios T.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00498-2018/DSD

RUC: 2080168224  
 [Pag. 01]

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-10-20	13-11-20	TE-03	SG. N°126/2020

**SOLICITANTE:**

**ORÉ TARAZONA YOMIRA**

**PROYECTO:**

**" INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado de especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 5% de cemento por diatomita.  
 Metodología : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio.  
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-03_01	16/10/2020	13/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	246.39 kN	246300	320	TIPO 2b	C.A.C Sustit. al 5% fc = 210 kg/cm²
2	TE-03_02	16/10/2020	13/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	240.12 kN	240120	312	TIPO 5a	C.A.C Sustit. al 5% fc = 210 kg/cm²
3	TE-03_03	16/10/2020	13/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	244.75 kN	244750	318	TIPO 5a	C.A.C Sustit. al 5% fc = 210 kg/cm²
							243.75 kN	243750	316		

Este informe de resultados solo aplica a los ensayos estrictamente relacionados a prueba y no deberá reproducirse parcialmente en otro momento por ningún motivo.

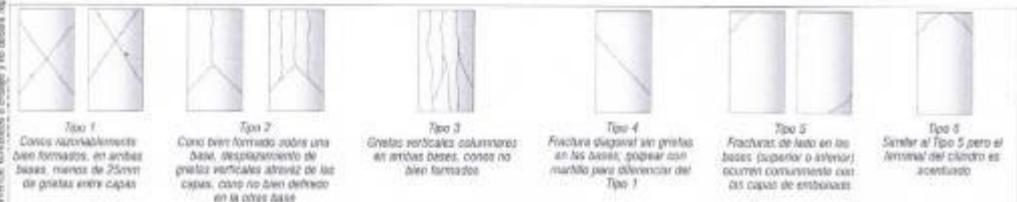


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elemento de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permitido de tolerancias prescritas, como se detalla en el capítulo 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

**DISTRIBUCIÓN:**

Realizado: Bení Denis P.R.  
 Revisado: Ing. Jairo R. D.



SILVER GEO S.A.C.  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C. LP. N° 284352  
 Esmeraldas

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2016/OIGD

RUC: 20001585324  
 [Pág. 03]

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	ID. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
17-10-20	31-10-20	TE-02	SG. N°128/2020

**SOLICITANTE:**

**ORÉ TARAZONA YOMIRA**

**PROYECTO:**

**"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**UBICACIÓN:** LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Tipo de Ensayo:** Concreto Autocompactante sustitución del 12% de cemento por diatomita.

**Modalidad:** Muestreo, curado, moldeo y curado en Laboratorio

**Método de Muestreo:** ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Fallo	Tipo de Estructura
1	TE-02_01	17/10/2020	31/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	210,13 kN	210,30	273	TIPO 3	C.A.C Sustit. al 12% Fc= 210 kg/cm²
2	TE-02_02	17/10/2020	31/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	208,44 kN	209,40	272	TIPO 5a	C.A.C Sustit. al 12% Fc= 210 kg/cm²
3	TE-02_03	17/10/2020	31/10/2020	14 días	100 mm Ø	7854 mm²	207,84 kN	207,84	270	TIPO 2a	C.A.C Sustit. al 12% Fc= 210 kg/cm²

Este informe de resultados solo sirve a las muestras e pruebas, motivadas a su vez y no deberá considerarse un soporte ni un sustituto del proyecto.

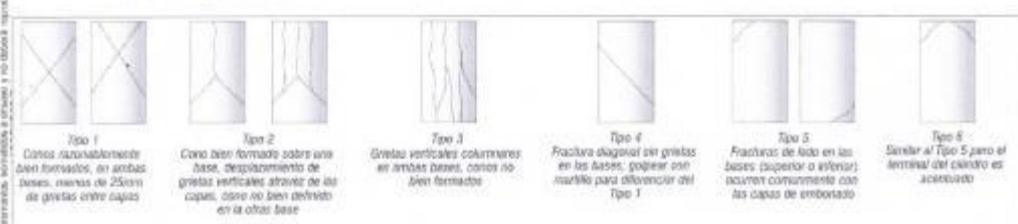


Fig. 2. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2,0 kN/sq en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
  - 3) Como elemento de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15.
  - 4) Todo los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo han sido fabricados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescrites, como se detalla en el capítulo 7.3 de la ASTM C39/C39M-15.

**DECLARACIONES:**

Realizado: Sach Denis F.R.  
Revisado: Ing. Johnny R. D.



**SILVER GEO SAC.**  
Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
C.I.P. N° 404382  
Especialista en Suelos

RUC: 20601965624  
[Pg. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA MCO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
17-10-20	24-10-20	TE-01	SG. N°126/2020

<b>SOLICITANTE:</b>  <b>ORÉ TARAZONA YOMIRA</b>	<b>PROYECTO:</b>  " INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>  LIBRACION : LABORATORIO SILVERGEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	<b>REFERENCIAS NORMATIVAS:</b>  ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C1251/C1251M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno
<b>FORMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>  Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 12% de cemento por diatomita Modalidad : Muestreo, curado, muestreo y custodia en Laboratorio Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio	

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Proyectado (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-01_01	17/10/2020	24/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	182.36 kN	182360	237	TIPO 5b	C.A.C Sustit. al 12% fc=2'0 kg/cm²
2	TE-01_02	17/10/2020	24/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	193.65 kN	193650	235	TIPO 5a	C.A.C Sustit. al 12% fc=2'0 kg/cm²
3	TE-01_03	17/10/2020	24/10/2020	7 días	100 mm Ø	7854 mm²	181.32 kN	181320	236	TIPO 2b	C.A.C Sustit. al 12% fc=2'0 kg/cm²
							<b>181.44 kN</b>	<b>181440</b>	<b>236</b>		

Este informe de los datos con ANEXO a los comprobos o muestras, muestras a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente ni la reproducción del mismo.

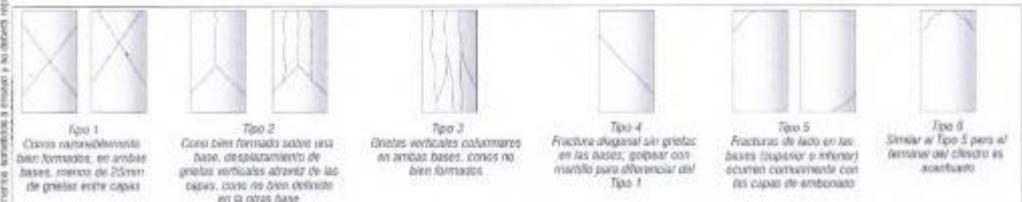


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C190/C190M-15 por personal técnico capacitado.
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDUAN LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
  - 3) Datos elementales de distribución de carga en los extremos de los testigos se expresaron por medio de separo en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15.
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15.

<b>RECOMENDACIONES:</b>			
Realizado: Bach. Denis Y.R. Revisado: Ing. Johnny R. O.		Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA C.I.P. N° 204352 Especialista en Geotecnia	RUC: 2060168524 [Pg. 01]
Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004668-2018/DSD			



V. Ángel Hernández Cuervo N° 2899 H, 104 Urb. F. N. 1968  
 Pucallpa, Perú. Teléfono: 0942 132123, 0943 446688 / 9555252584  
 Correo: silvergeo@silvergeo.com.pe

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO ENSAYO	FECHA FIN ENSAYO	COD. MATRIZ O ACTUACIÓN	NÚMERO DE INFORME
17-10-20	14-11-20	TE-03	SG. N°126/2020

**SOLICITANTE:** ORÉ TARAZONA YOMIRA

**PROYECTO:** " INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA."

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVERGEOTECH S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado de especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1251/C1251M-15 Utilización de cernidos con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Concreto Autocompactante sustitución del 12% de cemento por diatomita.  
 Modalidad : Muestras, curado, moldeo y custodia en Laboratorio.  
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestras	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (MPa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estrucasa
1	TE-03-01	17/10/2020	14/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	232.36 kN	232360	302	TIPO 5a	C.A.C Sustit. al 12% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
2	TE-03-02	17/10/2020	14/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	234.88 kN	234880	305	TIPO 2b	C.A.C Sustit. al 12% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
3	TE-03-03	17/10/2020	14/11/2020	28 días	100 mm Ø	7854 mm²	233.56 kN	233560	303	TIPO 4	C.A.C Sustit. al 12% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
							233.60 kN	233600	303		

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos especificados y ensayo y no afecta a otros materiales o elementos que no se mencionen en este informe.

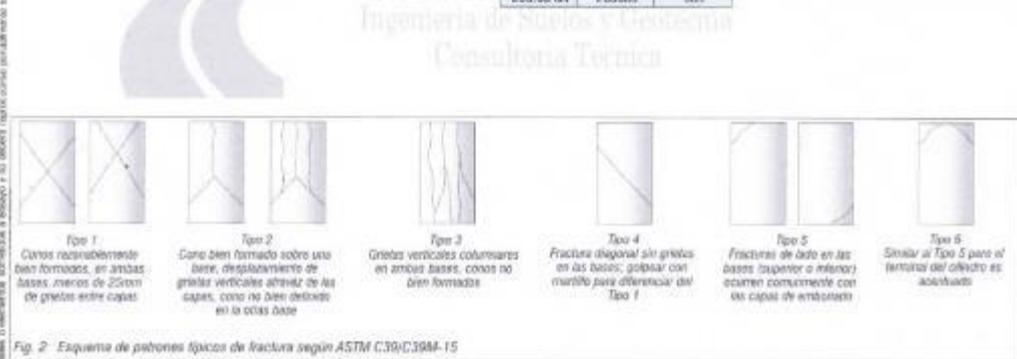


Fig. 2. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1251/C1251M-15.
  - 4) Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo han sido fabricados dentro del tiempo permisible de tolerancias presentadas, como se detalla en el acápite 7.3 de la Norma ASTM C39/C39M-15.

**DEBERACIONES:**

Analizó: Bach. Denis Y.R.  
 Revisó: Ing. Jairo R. O.

  
**SILVER GEO SAC**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 264382  
 Edificios: 101 y 102  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004585-2016/D60  
 RUC: 20901885524 (Pag. 03)

**Anexo N° 03.04: ensayos de resistencia a flexión**



J. Angélica Ferrero Gales M288 Inicia M194 Urb. Elia - Lima - Lima  
 Pongu Pongu N°152-12 Chica Huancayo Arell  
 Teléfono 04212221 / 9404882 / 15552394  
 Correo Electrónico: silverg@silverg.com

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NUMERO DE INFORME
23-10-2020	17-10-2020	17-10-2020	SG N° 128 0023

<b>SOLICITANTE</b>	<b>PROYECTO</b>
ELIZABETH YOMIKA DE TALARONA	"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCION PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA"
<b>DIRECCION DEL PROYECTO</b>	<b>ENSAYO REALIZADO</b>
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEO S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 388.006 ASTM C-172
<b>Modalidad</b> : Muestras en laboratorio	<b>Método de Muestreo</b> : NTP 388.006 ASTM C-172

**CONCRETO PATRON EDAD 14 DIAS**

N°	EDAD		LUZ (mm)	ALTEZA (mm)	ANCHO (mm)	ESGRO (mm)	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTURA (kN/m)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA								
1	03/10/2020	17/10/2020	48.00	15.00	15.00	14	34.25	4.57	43.57	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
2	03/10/2020	17/10/2020	48.00	15.00	15.00	14	35.10	5.05	51.63	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
3	03/10/2020	17/10/2020	48.00	15.00	15.00	14	35.24	5.01	51.11	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
							<b>35.00</b>	<b>4.98</b>	<b>50.80</b>	

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-02 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.

ASTM C1187/C1187M-15 (Elaboración y curado) especímenes de concreto (Laboratorio)

MODALIDAD: Los ensayos de control de calidad, investigación y preparaciones en laboratorio

METODO DE MUESTREO: ASTM C193/192M-15 Práctica normalizada para la obtención y curado de especímenes de concreto en laboratorio

TIPO DE FALLA: Fractura en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



- 1) Los ensayos han sido realizados en conformidad con la Norma ASTM C78/C78M-02 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINTLAPULI S.A., modelo PC-42, serie 452 con carga máxima de 1300 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/mg en conformidad con la Norma ASTM C36/C36M-15.
- 3) El método de carga del tercio medio se utilizó en la realización de ensayos de flexión de hormigón empleando ojales que aseguren que las fuerzas aplicadas, las sea perpendicular a la cara de la muestra y aplicado sin asimetrías. ASTM C78/C78M-02
- 4) Todos los vigas de ensayo para una determinada edad han sido fructuadas dentro del tiempo permisible de tolerancia prescrita.



Este informe no puede ser producido total ni parcial sin la autorización del Laboratorio Inscrito en el Registro de Pruebas Industrial del INDECOPI con Resolución N° 06483-2019-030.



A. Angel Fombrino Guzmán N°285 / Avda N° 54 Urb. Elba - Lima - Perú  
 Puntaje: Rufino P. 192 - 337 Calle Héroicos Juan  
 Velasco 0412211 - 9448681 - 944925584  
 Correo Electrónico: silverggeo@outlook.com

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NÚMERO DE INFORME
06-10-2020	05-11-2020	05-11-2020	SG N° 120/2020

<b>CLIENTE:</b> ELIZABETH YOMBALORÉ TARAZONA	<b>PROYECTO:</b> "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITAS"
<b>UBICACIÓN DEL MONITOREO:</b> UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	<b>ENSAYO REALIZADO:</b> MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 380.076 ASTM C-112
<b>Mediudad :</b> Muestra en laboratorio.	<b>Método de Muestras :</b> NTP 338.106 ASTM C-112

**CONCRETO PATRÓN EDAD 28 DÍAS:**

N°	VIGAS		LUZ (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA								
1	09/10/2020	03/11/2020	45.00	15.00	15.00	28	43.24	6.15	62.71	Dentro del trazo medio de la longitud del trazo.
2	09/10/2020	03/11/2020	45.00	15.00	15.00	28	46.36	6.59	67.22	Dentro del trazo medio de la longitud del trazo.
3	09/10/2020	03/11/2020	45.00	15.00	15.00	28	44.20	6.29	64.10	Dentro del trazo medio de la longitud del trazo.
							<b>64.60</b>	<b>6.34</b>	<b>64.68</b>	

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-02 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto al trazo de viga simple con carga en los tercios del trazo.

ASTM C150/C150M-15 Elaboración y curado de especímenes de concreto (Laboratorio)

**NOTICIAS:** Los tercos de concreto fueron curados, trasladados y almacenados en laboratorio.

**MÉTODO DE MUESTREO:** ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

**TIPO DE FALLA:** Falla en la superficie de trazo dentro del trazo medio de la longitud del trazo.



- 1) Las vigas fueron moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PRIZMAR LTDA., modelo PC-42, serie 402 con carga máxima de 1000 kN aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.
- 3) El método de carga del tercer punto se utilizó en la realización de ensayos de flexión de hormigón envolviendo cojinetes que aseguran que las fuerzas aplicadas, la flexión perpendicular a la cara de la muestra y aplican en verticalidad. ASTM C78/C78M-02.
- 4) Todos los vigas de ensayos para una determinada edad han sido frccionadas dentro del tiempo permisible de tolerancia prescrita.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingeniería de Soporte y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204862  
 Especialista en Soportes

Este informe no puede ser producido total o parcialmente en la autorización del Laboratorio incluido en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 034586-2018/SUSO



Jr. Angélica Fernández Galvez N° 2003 Interoceano N° 1500, Edo. - Lima - Lima  
 Pisco: Pisco N° 152-102 Ochoa Huamán José  
 Teléfono: 042 30211 - 8440988 / 15555554  
 Correo Electrónico: silverggeo@gmail.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NÚMERO DE INFORME
10-10-2020	24-10-2020	24-10-2020	SG N°126/2021

<b>CLIENTE:</b>	<b>PROYECTO:</b>
ELIZABETH YOMIRA ORTE TARAZONA	INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCION PARCIAL DE CEMENTO POR DAKOTOMITA
<b>UBICACION DEL PROYECTO:</b>	<b>ENSAYO REALIZADO:</b>
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 389.078 ASTM C-170
<b>Modalidad :</b> Muestras en laboratorio.	<b>Metodo de Muestra :</b> NTP 389.078 ASTM C-172

SUSTITUCION DEL 4% DE CEMENTO POR DAKOTOMITA EDAD 14 DIAS

N°	VIGAS		LUZ (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE RUPURA								
1	15/10/2020	24/10/2020	48.00	15.00	16.00	14	33.90	4.82	45.16	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
2	15/10/2020	24/10/2020	48.00	15.00	16.00	14	32.89	4.68	47.70	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
3	15/10/2020	24/10/2020	48.00	15.00	16.00	14	30.72	4.37	44.55	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
							<b>32.90</b>	<b>4.62</b>	<b>47.14</b>	

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C78/C78M-02 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.  
 ASTM C1066/C1066M-15 Elaboración y curado / espesamiento concreto (Laboratorio)

MODALIDAD: Los试件 de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados en laboratorio.

METODO DE MUESTREO: ASTM C1066/C1066M-15 (método normalizado para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio)

TIPO DE FALLA: Fractura en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



- 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C1066/C1066M-15 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNEUMAR LTDA., modelo PC-42, serie 452 con carga máxima de 3000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C1066/C1066M-15.
- 3) El método de carga del tercio medio se utilizó en la realización de ensayos de flexión de hormigón empleando cojinetes que aseguran que las fuerzas aplicadas, la haz será perpendicular a la cara de la muestra y aplicado sin excentricidad. ASTM C78/C78M-02
- 4) Todas las vigas de la muestra para una determinada edad han sido fabricados dentro del tiempo permitido de fabricación prescrita.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Geotécnica y Suelos  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204339  
 Especialista en Suelos

Este informe no puede ser producido total ni parcial sin la autorización del Laboratorio Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP, con Resolución N° 30438-2018/DSD



Av. Angel Fierabracci, Quilicura N° 2509 Intero N° 104 Mo. Eto. - Lima - Lima  
 Ruc/Vat: 20101101201  
 Teléfono: 54523221 / 54548882 / 55525534  
 Correo Electrónico: silverg@silverg.com

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NÚMERO DE INFORME
13-10-2020	10-11-2020	10-11-2020	SG N°126 2020

<b>SOLICITANTE</b>	<b>PROYECTO:</b>
ELIZABETH YUMIKA ORTIZ TAJADINA	"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTEAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA"
<b>UBICACION DEL PROYECTO</b>	<b>ENSAYO REALIZADO</b>
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 449.078 ASTM C-78
<b>Modalidad</b> : Muestras en laboratorio	<b>Método de Muestreo</b> : NTP 309.006 ASTM C-172

**SUSTITUCIÓN DEL 4% DE CEMENTO POR DIATOMITA EDAD 28 DIAS**

N°	MIGAS		LUZ (mm)	ALTURA (mm)	ANCHO (mm)	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTORA (Mpa)	MÓDULO DE SOLICITA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE RUPTURA								
1	13/10/2020	10/11/2020	48.00	15.00	15.00	28	37.07	5.40	95.07	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
2	13/10/2020	10/11/2020	48.00	15.00	15.00	28	35.70	5.05	91.66	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
3	13/10/2020	10/11/2020	48.00	15.00	15.00	28	36.58	5.20	93.05	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
							<b>36.77</b>	<b>5.23</b>	<b>93.38</b>	

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-02 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.

ASTM C150/C150M-15 Elaboración y curado de especímenes de concreto (Laboratorio)

MODALIDAD : Los ensayos de concreto fueron realizados, instrumentados y preparados en laboratorio.

METODO DE MUESTREO: ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

TIPO DE FALLA: Fractura en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



1) Los ensayos han sido realizados en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 con personal técnico capacitado.

2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-42, serie 402 con carga máxima de 1000 kN Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kg/sq en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

3) El método de carga del tercer punto se utilizó en la realización de ensayos de flexión de los vigas, empleando cuerdas que aseguren que las fuerzas aplicadas, se hacen perpendicular a la cara de la muestra y aplicadas sin eccentricidad. ASTM C78/C78M-02.

4) Todos los vigas de ensayo para una determinada edad han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Científica  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204362  
 Especialista en Suelos

Este informe no puede ser producido total ni parcial sin la autorización del Laboratorio Fracta en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP, con Resolución N° 30438-2018/DSD



X. Arq. Fomento Quito N°308 | Home N°134 | Es. - Lima - Lima  
 Pisco Pisco N°152 | Olla Huanayo - Lima  
 Teléfono: 042 22071 | 969486811 | 96322594  
 Correo Electrónico: silverg@silverg.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NÚMERO DE INFORME
05-10-2020	30-10-2020	30-10-2020	SG N°125/2020

<b>SILVANTAS</b>	<b>PROYECTO</b>
ELIZABETH YOMBA ORTEGA TAVARINA	"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DATOMITA"
<b>UBICACION DEL PROYECTO</b>	<b>ENSAYO REALIZADO</b>
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLECCIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SEMPLI CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 338.078 ASTM C-178
<b>Mediamente</b> : Muestras en laboratorio	<b>Método de Muestreo</b> : NTP 338.036 ASTM C-172

SUSTITUCIÓN DEL 8% DE CEMENTO POR DATOMITA EDAD 14 DIAS

N°	VIGAS		LIZ (mm)	ALTURA (mm)	ANCHO (mm)	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE RUPTURA								
1	19/10/2020	30/10/2020	48.00	15.00	15.00	14	25.97	4.26	43.46	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
2	19/10/2020	30/10/2020	48.00	15.00	15.00	14	31.17	4.43	45.20	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
3	19/10/2020	30/10/2020	48.00	15.00	15.00	14	23.71	4.23	43.09	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
							<b>30.20</b>	<b>4.31</b>	<b>43.92</b>	

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C79/C79M-02 Método de ensayo común usado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.

ASTM C150/C150M-15 Elaboración y cuidado de especímenes de concreto (Laboratorio)

MODALIDAD: Los vigas de concreto fueron curadas, almacenadas y preparadas en laboratorio.

METODO DE MUESTREO: ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la elaboración y cuidado de especímenes de concreto en laboratorio.

TIPO DE FALLA: Fractura en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



1) Los ensayos fueron realizados en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 por personal técnico capacitado.

2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNEUMATICA, modelo PC-42, serie 452 con carga máxima de 1000 kN Aplicado una velocidad de carga de 20 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C293C294-15.

3) El método de carga del tercer punto se utilizó en la realización de ensayos de flexión de hormigón empleando copines que aseguran que las fuerzas aplicadas, a su vez serán perpendicular a la cara de la muestra y aplicado sin excentricidad. ASTM C79/C79M-02.

4) Todas las vigas de ensayos para una determinada edad han sido fracturadas dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica y Geología  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204369  
 Especialista en Suelos

Este informe no puede ser producido total o parcialmente en la autorización del Laboratorio inscrita en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 04638-2016/DSD.



J. Angel Fierro Gana N°200 Frente N° 04 Ub. Elv. - Lima - Lima  
 P.O. Box 1161-02 Casa Herrero Junín  
 Teléfono 2841.8211 - 9684088 - 9653584  
 Correo Electrónico: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NÚMERO DE INFORME
17-10-2020	14-11-2020	14-11-2020	SG N° 29/2020

RESISTENTE:	PROYECTO:
ELIZABETH YOMBA ORÉ TARAVACA	"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYO REALIZADO:
LABORATORIO SILVER GEOTE C S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 589.078 ASTM C-178
Modalidad : Muestras en laboratorio	Método de Muestra: NTP 338.006 ASTM C-172

SUSTITUCIÓN DEL PN DE CEMENTO POR DIATOMITA EDAD 28 DIAS

N°	VIGAS		LIZ (mm)	ALTIMA (mm)	ANCHO (mm)	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE RUPURA								
1	17/10/2020	14/11/2020	40.00	15.00	15.00	28	34.53	4.51	50.06	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo.
2	17/10/2020	14/11/2020	40.00	15.00	15.00	28	33.39	4.75	48.41	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo.
3	17/10/2020	14/11/2020	40.00	15.00	15.00	28	34.52	4.51	50.06	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo.
							<b>34.14</b>	<b>4.98</b>	<b>49.82</b>	

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C150/C150M-03 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.

ASTM C150/C150M-15 Elaboración y curado de especímenes de concreto (Laboratorio)

MODALIDAD: Los bloques de concreto fueron curados, resquebrajados y proporcionados en laboratorio.

MÉTODO DE MUESTREO: ASTM C1321/1321M-15 Prueba normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

TIPO DE FALLA: Fractura en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



- 1) Los bloques fueron moldeados en conformidad con la Norma ASTM C-307/307M-15 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica de fabricación PRUZAR LTDA, modelo PD-42, serie 482 con carga máxima de 1000 kN Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sq en conformidad con la Norma ASTM C99/C99M-15.
- 3) El método de carga de tercio punto se utilizó en la realización de ensayos de flexión de momento empleando engranes que aseguran que los esfuerzos aplicados, la luz sea perpendicular a la cara de la muestra y aplicado en verticalidad. ASTM C79/C79M-02.
- 4) Todos los vigas de ensayos para una determinada edad fueron sidos fabricados dentro del tiempo permisible de laboratorio precisos.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingenieros de Saneamiento y Construcción Civil  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C. I. N. N° 204388  
 Especialista en Saneamiento

Este informe no puede ser producido total o parcialmente en la explotación del Laboratorio inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 104636-2018/DESD



J. Angel Fernandez Quiroz P.O. Box N° 24 08, Ete. - Lima - Peru  
 Phone: +51 (0)1 8446668 89992084  
 Telefax: +51 (0)1 8446668 89992084  
 Correo Electronico: silverg@silverg.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

FECHA TOGA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NUMERO DE INFORME
24-10-2020	07-11-2020	07-11-2020	SG N°126-0102

SOLICITANTE: ELIZABETH YUMEA ORTEGA TARRAZONA

PROYECTO: INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCION PARCIAL DE CEMENTO POR DIATOMITA

UBICACION DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEO S.A.C.

DISTRITO: CHILCA

PROVINCIA: HUANCAYO

DEPARTAMENTO: JUNIN

ENSAYO REALIZADO: METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 800.078 ASTM C-78

Modalidad: Muestra en laboratorio. Metodo de Muestra: NTP 800.036 ASTM C-172

SUSTITUCION DEL 17% DE CEMENTO POR DIATOMITA EDAD 14 DIAS

N°	VIDAS		LIZ (mm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (kN)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA								
1	24/10/2020	07/11/2020	48.00	15.00	15.00	14	27.40	3.91	35.95	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo.
2	24/10/2020	07/11/2020	48.00	15.00	15.00	14	28.15	4.00	40.15	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo.
3	24/10/2020	07/11/2020	48.00	15.00	15.00	14	27.50	3.92	39.97	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo.
							27.73	3.94	40.22	

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C78/C78M-02 Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la flexion del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.

ASTM C186/C186M-15 Elaboracion y curado de especimenes de concreto (Laboratorio)

MODALIDAD: Los trabajos de concreto fueron curados, muestreados y preparados en laboratorio.

METODO DE MUESTREO: ASTM C1403/1403M-15 Practica normalizada para la seleccion y curado de especimenes de concreto en laboratorio.

TIPO DE FALLA: Fallas en la superficie de tenson dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



1) Los vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 por personal tecnico capacitado.

2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidraulica del fabricante PNEUMAT L.TDA., modelo PC-42, serie 452 con carga maxima de 1000 kN Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/kg en conformidad con la Norma ASTM C666/C666M-15.

3) El metodo de carga del tercer punto se utilizo en la realizacion de ensayos de flexion de homogeneo empleando apoyos que aseguran que las fuerzas son ortogonales, la luz sera perpendicular a la cara de la muestra y el modo de ensayado ASTM C78/C78M-02.

4) Todos los vigas de ensayo para una determinada edad han sido fundados dentro del tiempo permitido de laboratorio practicas.

SILVER GEO S.A.C.  
 Ingeniería de Minas y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204332  
 Especialista en Suelos

Este Informe no puede ser producido total ni parcial en la autorización del Laboratorio Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 204586-2016/DSD



J. Raúl Fernández Cuzco A 280 Inca N° 04 Urb. Elv. - Lima - Lima  
 Pasaje Huicho 7782-02 Calle Huicho Junín  
 Teléfono: 042-2021 5684688 5684684  
 Correo Electrónico: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	NÚMERO DE INFORME
24-10-2020	21-11-2020	21-11-2020	SG N° 26/2020

<b>SOLICITANTE:</b>  ELIZABETH YUMIRA ORÉ TARAGANA	<b>PROYECTO:</b>  "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANOLÓGICAS DEL CONCRETO Y EN SU COMPORTAMIENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEMENTO POR LEATUMITA"
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	<b>ENSAYO REALIZADO:</b>  MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLECCIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL TRAMO NTP 338.076 ASTM C-172
<b>Modalidad :</b> Muestras en laboratorio.	<b>Método de Muestras :</b> NTP 338.036 ASTM C-172

SUSTITUCIÓN DEL 12% DE CEMENTO POR LEATUMITA EDAD 28 DÍAS

N°	VSAS		LADZ (mm)	ALTURA (mm)	ANCHO (mm)	EDAD (Días)	CARGA MÁXIMA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE RUPTURA								
1	24/10/2020	21/11/2020	45.00	75.00	15.00	28	20.56	4.35	44.32	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
2	24/10/2020	21/11/2020	45.00	75.00	15.00	28	31.49	4.47	45.61	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
3	24/10/2020	21/11/2020	45.00	75.00	15.00	28	32.14	4.57	46.61	Dentro del tercio medio de la longitud del tramo
							<b>21.39</b>	<b>4.46</b>	<b>45.51</b>	

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C78/C78M-02 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple con carga en los tercios del tramo.  
 ASTM C100/C100M-15 Calibración y cuidado de espárragos controlados (Laboratorio)

**MODALIDAD:** Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y preparados en laboratorio.

**MÉTODO DE MUESTREO:** ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la elaboración y cuidado de espárragos de concreto en laboratorio.

**TIPO DE FALLA:** Fractura en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo.



- 1) Los ensayos han sido realizados en conformidad con la Norma ASTM C 150/C 150M-15 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZLAK L 111A, modelo PT-47, con una capacidad máxima de 1500 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 mm/s en conformidad con la Norma ASTM C308/C308M-15.
- 3) El método de carga de tercer punto se utilizó en la realización de ensayos de flexión de hormigón empleando coqueletes que aseguran que las fuerzas aplicadas, a su vez, sean perpendicular a la cara de la muestra y aplicado sin excentricidad. ASTM C78/C78M-02.
- 4) Todas las vigas de ensayos para una determinación estadística han sido evaluadas dentro del tiempo permitido de tolerancias prescritas.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Ingenieros de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. 475204-3399  
 Especialista en Suelos

Este Informe no puede ser producido total o parcialmente en la autorización del Laboratorio Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INECOPRI con Resolución N° 034586-2018/DSD

**Anexo N° 04: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Presión*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LP - 009 - 2020**

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOP/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Presión de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,6 °C
Humedad Relativa	76 % HR	76 % HR

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL	Manómetro de Indicación Digital con Clase de Exactitud 0,05 % FS	INACAL LFP-050-2019
Regla Metálica de clase I	CINTA MÉTRICA con Grado de Incertidumbre de 0,2 mm	DM / INACAL LLA - 399 - 2019

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPC: 940037499

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
calidad@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LP - 009 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Presión*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>200112</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>SILVER GEOTEC S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Pj. Nuñez Nº 122, Chilca - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Tipo</b>	<b>B</b>	
<b>Marca</b>	<b>FORNEY</b>	
<b>Modelo</b>	<b>LA-0316</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>721</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Medidor de Aire:</b>		
<b>Tipo de Indicación</b>	<b>ANALOGICA</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	<b>0 a 15 psi / 0 a 100 %</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2020-02-05</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-02-05

**WILLIAMS PÉREZ COELLO****Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá 345 F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037499

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LP - 009 - 2020**

Página 3 de 3

**10. Resultados de Medición**

Recipiente de Medición			
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Masa (kg)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
203,12	217,46	3,585	7046,52

Medidor de Aire tipo Bourdon					
Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error de Indicación		Error de Histeresis (psi)
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	Ascendente	Descendente	
			(psi)	(psi)	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,05	5,03	0,05	0,03	-0,02
10,00	10,07	10,05	0,07	0,05	-0,02
15,00	15,13	15,11	0,13	0,11	-0,02

Ensayo de Carga Directa					
Valores Referenciales (% de aire)	Lecturas del A Calibrar			Promedio (% de aire)	Error (% de aire)
	L <sub>1</sub> (% de aire)	L <sub>2</sub> (% de aire)	L <sub>3</sub> (% de aire)		
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0
10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0
15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	0,0

**Nota 1.-** El diámetro del recipiente de medición es de 0,93 veces la altura del recipiente.

**Nota 2.-** El punto inicial se determinó en 4%, para obtener el cero.

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1,184 kg/m<sup>3</sup>
- Densidad del agua destilada utilizada para la calibración a 27 °C es de 996,5225 (kg/m<sup>3</sup>)

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 372 / 997 846 766 / 942 633 342 / 971 439 282  
RPC: 949937490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
calidad@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 024 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Temperatura de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Mínimo	Máximo
Temperatura	25,6 °C	26,6 °C
Humedad Relativa	74,1 %	74,7 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,013 °C hasta 0,035 °C	DM INACAL LT-310-2019
		DM INACAL LT-311-2019

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 024 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>200106</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>SILVER GEOTEC S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Pj. Nuñez Nº 122, Chilca - Huancayo - JUNIN</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>-50 °C a 300 °C</b>	
<b>Div. de escala / Resolución</b>	<b>0,1 °C</b>	
<b>Marca</b>	<b>CONTROL COMPANY</b>	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Modelo</b>	<b>4353</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>181528723</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Elemento Sensor</b>	<b>TERMISTOR</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2020-02-04</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-02-04

WILLIAMS PÉREZ COELLO

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 343 / 971 439 282

R.P.C: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 024 - 2020**

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
10,1	10,08	-0,02	0,14
24,8	24,72	-0,08	0,14
40,1	40,25	0,15	0,14
74,5	74,78	0,28	0,14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

**Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue 120 mm aproximadamente.**Nota 2.-** Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (51) 340-0642

Cel.: (51) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 633 342 / 971 439 282

RPC: 946637490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** FORNEY, LLC

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-0211-01

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** ASTM C31, C39, C192, C470, AASHTO M205, T22, T23, T126, EN 12390-1

**PRODUCT DESCRIPTION:** CYLINDER MOLDS, 6 X 12 PLASTIC - 20 PER CASE, NO LID  
**MODELO:** LA-0211-01



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

**No.**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 018-2020 PLF**

Página 2 de 3

**4. LUGAR DE CALIBRACION**

Laboratorio de PINZUAR LTDA. SUCURSAI DEL PERÚ  
Calle Ricardo palma 998 Urb. San Joaquin Bellavista - Callao

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final	
Temperatura	24,6	25,0	°C
H. R.	68,0	65,0	%

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de PINZUAR LTDA.	Celda de Carga	No. 6569

**7. OBSERVACIONES**

En el presente Certificado de calibración se le adjunta una etiqueta que indica CALIBRADO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 - 4841608 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.co  
peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

## CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 018-2020 PLF<sup>Nº.</sup>

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-03-01

1. SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.

DIRECCIÓN : P.J. NUÑEZ NRO. 122 (A 2 CDRS MERCADO DE CHILCA) JUNIN - HUANCAYO - CHILCA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO A COMPRESIÓN

FABRICANTE : PINZUAR LTDA

MODELO : PC - 42

NÚMERO DE SERIE : 457

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

CARGA MÁXIMA (F<sub>k</sub>) : 1000 kN

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-03-01

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

La calibración de la carga aplicada se realiza mediante comparación directa entre una celda de carga patrón y la celda de carga del instrumento.

  
  
**Harold Jackson Orihuela Chipana**  
 Responsable del Laboratorio de Metrología

  
  
**Elvis Quinte Huiza**  
 Técnico del Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 018-2020 PLF**  
No.

Página 3 de 3

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**CALIBRACIÓN DE LA CARGA APLICADA**

Indicación Máquina (kN)	Promedio Mediciones (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
100,0	99,37	-0,63	0,10
200,0	199,50	-0,50	0,12
300,0	299,43	-0,57	0,10
400,0	399,37	-0,63	0,08
500,0	499,63	-0,37	0,10
600,0	599,63	-0,37	0,08
700,0	699,40	-0,60	0,07
800,0	799,37	-0,63	0,10
900,0	899,33	-0,67	0,04
1000,0	999,53	-0,47	0,10

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 996 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 - 4641606 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.pe  
peru.comercial@pinzuar.com.pe | www.pinzuar.com.pe



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 568

Solicitante: SILVER GEOTEC S.A.C.  
Direccion: P.J. NUÑEZ NRO. 122 (A. 2 CDRS MERCADO DE CHILCA)  
JUNIN- HUANCAYO- CHILCA  
Proveedor: PINZUAR LTDA  
Dureza Shore A: 61,18 Shore A.

### JUEGO DE ALMOHADILLAS DE NEOPRENO 6"

Norma: ASTM C-1231 Referencia: PC124

CARACTERISTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Diámetro de la almohadilla	158,16	mm
Espesor de la almohadilla	13,04	mm

DUREZA SHORE A DURÓMETRO	CLASIFICACIÓN ASTM D 2009
50	M2BC514
60	M2BC614
70	M2BC714

\* La tolerancia de la dureza A es  $\pm 5$

Fecha: 2020-09-28

Firma:   
Henry León Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-140/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 999 Urbanización San Joaquín Bellavista - Calleo.  
Teléfonos 51(1) 5821263 - 4641088 | RPC 086054547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 493**

**Fecha: 2020-08-18**

**Solicitante:** SILVER GEOTEC S.A.C.  
**Dirección:** P.J. NUÑEZ NRO 122 ( A 2 CDRAS DE MERCADO DE CHILCA) JUNIN - HUANCAYO - CHILCA  
**Ciudad:** HUANCAYO  
**Instrumento:** MOLDE PARA VIGUETA METÁLICA 6"X6"X21  
**Fabricante:** Pinzuar Ltda.  
**Referencia:** PC1181  
**Modelo:** NO INDICA  
**Serie:** NO INDICA  
**Trazabilidad:** Cinta métrica de 5m L-17826 de Pinzuar Ltda  
**Norma de Referencia:** INV E -402

**Se Realizaron las siguientes medidas:**

Item	Longitud del molde (mm)	Altura del molde (mm)	Ancho del molde (mm)
1	533	152	152
2	534	153	153
3	534	152	153

Firmado

  
Henry Julio León Mesgo  
Responsable Laboratorio de Metrología  
PINZUAR LTDA.

**TRAZABILIDAD:** Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.  
Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | [labmetrologia@pinzuar.com.pe](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.pe)

[WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 494

Solicitante: SILVER GEOTEC S.A.C.

Dirección: P.J. NUÑEZ NRO 122 ( A 2 CDRAS DE MERCADO DE CHILCA) JUNIN -  
HUANCAYO - CHILCA

### DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE VIGAS A LA FLEXIÓN

Norma: INV E-414

Referencia: PC105

CARACTERISTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Distancia de desplazamiento de la placa inferior	600,50	mm
Diámetro de los rodillos	31,47	mm
Longitud de los rodillos	171,95	mm
Ancho de la caja porta-rodillo	31,54	mm
Distancia de desplazamiento de la placa superior	203,50	mm

Fecha: 2020-08-19

Firma: 

AC-P-01-F-14/Rev 01/ Válido desde 2017-11-15



Calle Ricardo Palma N° 598 Urbanización San Joaquín Bellavista - Calleo.  
Teléfonos 51(1) 5821263 - 4841686 | RPD 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO

**Anexo N° 05: análisis económico de la elaboración del concreto**

En la siguiente tabla se muestra el costo de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto convencional, lo cual involucra un total de S/ 316.63 soles.

Tabla 49. Costo de la elaboración de concreto convencional.

Componente	Cantidad	Precio unitario (S/)	Sub total (S/)
Cemento (kg)	366	0.55	201.30
Agua (L)	204	0	0.00
Agregado fino húmedo (kg)	899	0.04	35.96
Agregado grueso húmedo (kg)	934	0.05	46.70
Aditivo Chema plastificante (L)	3.1	10.54	32.67
Total			316.63

Del mismo modo, en la Tabla 50 se muestra el costo de elaboración del concreto autocompactante con el reemplazo del 4 % de cemento por diatomita, es así que, elaborar 1 m<sup>3</sup> cuesta S/ 306.18 soles.

Tabla 50. Costo de la elaboración del concreto autocompactante con 4 % de diatomita.

Componente	Cantidad	Precio unitario (S/)	Sub total (S/)
Cemento (kg)	322.56	0.55	177.41
Diatomita (kg)	13.44	1	13.44
Agua (L)	204	0	0.00
Agregado fino húmedo (kg)	899	0.04	35.96
Agregado grueso húmedo (kg)	934	0.05	46.70
Aditivo Chema plastificante (L)	3.1	10.54	32.67
Total			306.18

De acuerdo a la Tabla 51, se tiene que elaborar 1 m<sup>3</sup> de concreto autocompactante con el reemplazo del cemento por 8 % de diatomita cuesta S/ 312.23 soles.

Tabla 51. Costo de la elaboración del concreto autocompactante con 8 % de diatomita.

Componente	Cantidad	Precio unitario (S/)	Sub total (S/)
Cemento (kg)	309.12	0.55	170.02
Diatomita (kg)	26.88	1	26.88
Agua (L)	204	0	0.00
Agregado fino húmedo (kg)	899	0.04	35.96
Agregado grueso húmedo (kg)	934	0.05	46.70
Aditivo Chema plastificante (L)	3.1	10.54	32.67
Total			312.23

Según la Tabla 52, elaborar 1 m<sup>3</sup> de concreto autocompactante con el reemplazo del cemento por 12 % de diatomita cuesta S/ 312.23 soles.

Tabla 52. Costo de la elaboración del concreto autocompactante con 12 % de diatomita.

Componente	Cantidad	Precio unitario (S/)	Sub total (S/)
Cemento (kg)	295.68	0.55	162.62
Diatomita (kg)	40.32	1	40.32
Agua (L)	204	0	0.00
Agregado fino húmedo (kg)	899	0.04	35.96
Agregado grueso húmedo (kg)	934	0.05	46.70
Aditivo Chema plastificante (L)	3.1	10.54	32.67
Total			318.28

En la siguiente figura, se muestra la comparación de los costos de la elaboración del concreto por m<sup>3</sup> tanto del convencional y de los concretos donde se reemplazó 4 %, 8 % y 12 % de diatomita, donde se evidencia que el concreto con 4 % y 8 % de diatomita son de menor costo en relación del concreto convencional.

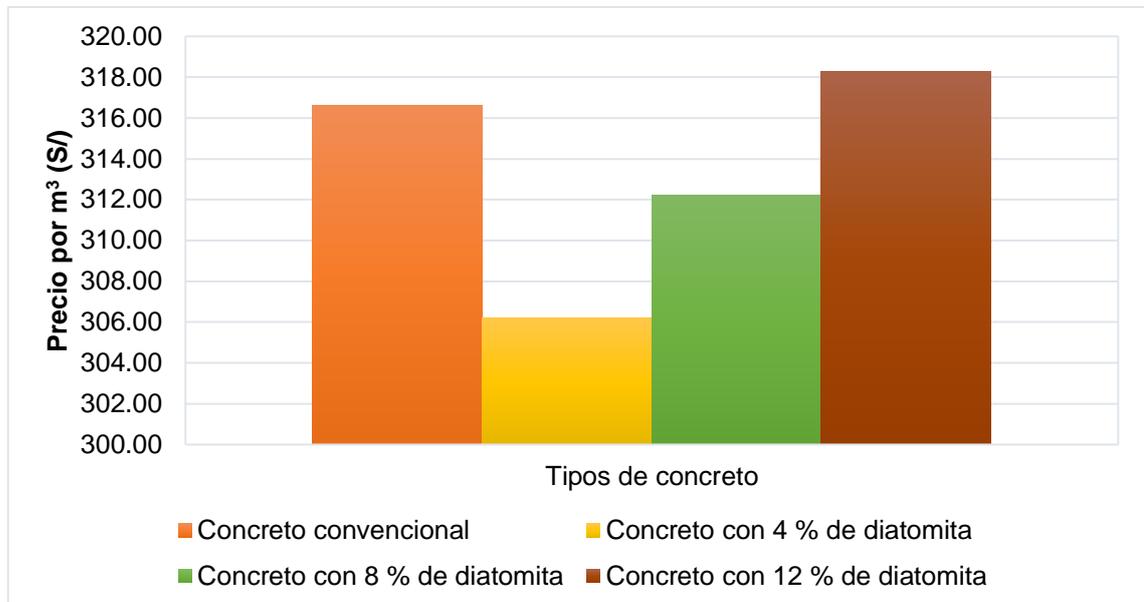


Figura 35. Comparación de costos por la elaboración de m<sup>3</sup> de concreto.

**Anexo N° 06: panel fotográfico**

**Anexo N° 06.01: caracterización del agregado**



Fotografía 1 y Fotografía 2. Muestreo de agregados en cantera Pilcomayo – Huancayo.



Fotografía 3 y Fotografía 4. Ensayo de reducción de muestras de agregado grueso de acuerdo a la NTP 400.043 y el método A mediante cuarteador mecánico.



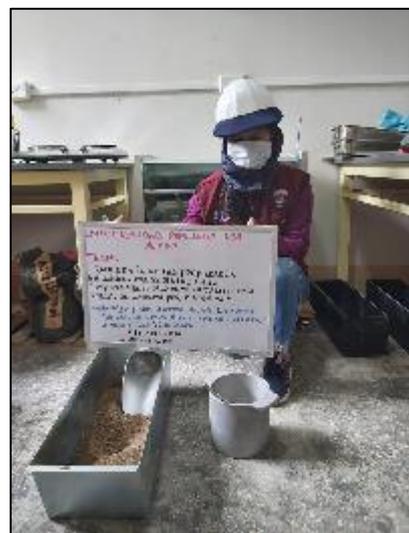
Fotografía 5 y Fotografía 6. Ensayo de reducción de muestras de agregado fino de acuerdo a la NTP 400.043 y el método A mediante cuarteador mecánico.



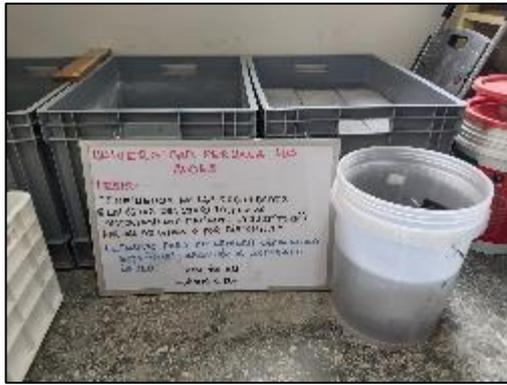
Fotografía 7 y Fotografía 8. Ensayo de granulometría del agregado fino y grueso de acuerdo a la NTP 400.012.



Fotografía 9. Ensayo para la determinación del contenido de humedad evaporable del agregado secado mediante la NTP 339.185.



Fotografía 10 y Fotografía 11. Realización del ensayo para determinar la masa por unidad de volumen (peso unitario suelto y compactado) y vacíos en el agregado grueso y fino según la NTP 400.017.



Fotografía 12, Fotografía 13, Fotografía 14 y Fotografía 15. Realización del ensayo para determinar la gravedad específica y absorción del agregado grueso según la NTP 400.021.



Fotografía 16, Fotografía 17, Fotografía 18 y Fotografía 19. Realización del ensayo para determinar la gravedad específica y absorción del agregado fino según la NTP 400.022.

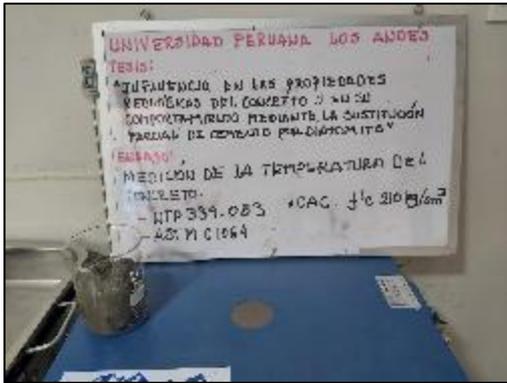
**Anexo N° 06.02: Elaboración del concreto patrón y medición de sus propiedades en estado fresco**



Fotografía 20. Vista de moldes para la elaboración de los cilindros de concreto de acuerdo a la NTP 339.209.



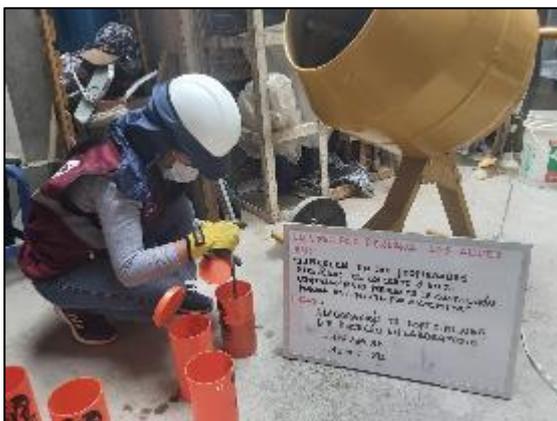
Fotografía 21, Fotografía 22, Fotografía 23 y Fotografía 24. Vista de agregados, agua y aditivo para la elaboración del concreto patrón.



Fotografía 25 y Fotografía 26. Medición de la temperatura del concreto patrón de acuerdo a la NTP 339.083.



Fotografía 27 y Fotografía 28. Medición del contenido de aire en el concreto patrón mediante el método de presión y la NTP 339.085.

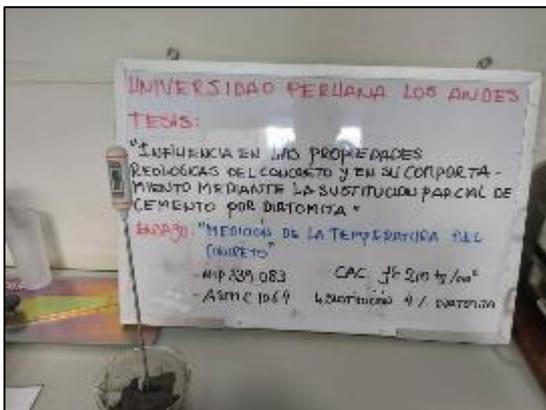


Fotografía 29, Fotografía 30 y Fotografía 31. Elaboración de cilindros de concreto y vigas del concreto patrón según la NTP 339.183.

**Anexo N° 06.03: elaboración del concreto autocompactante con  
sustitución de cemento al 4 % por diatomita y medición de sus  
propiedades en estado fresco**



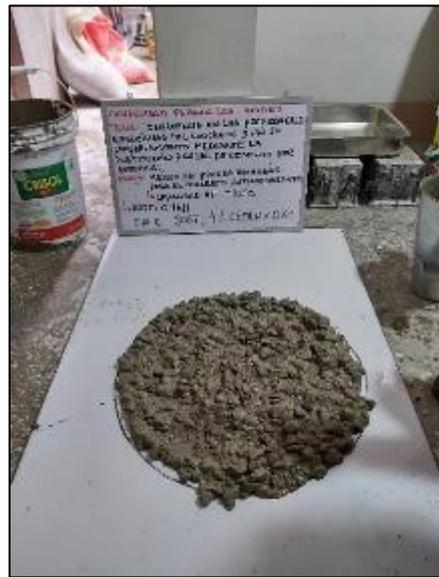
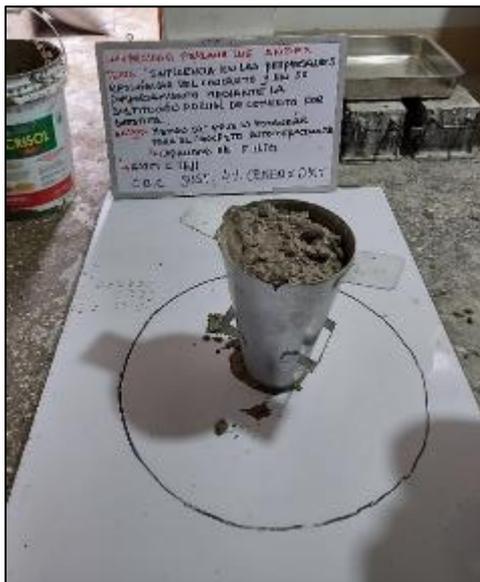
Fotografía 32, Fotografía 33 y Fotografía 34. Vista de materiales tales como agregado, aditivo, agua y diatomita para la elaboración del concreto autocompactante con sustitución del cemento en 4 % por diatomita.



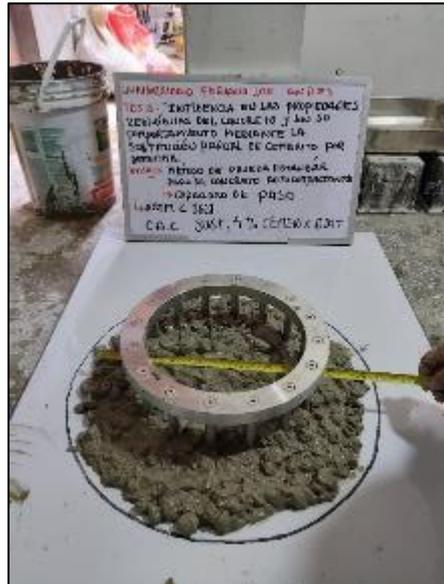
Fotografía 35 y Fotografía 36. Medición de la temperatura del concreto con sustitución de cemento al 4 % por diatomita según la NTP 339.083.



Fotografía 37. Medición del contenido de aire por el método a presión del concreto con sustitución de cemento al 4 % por diatomita según la NTP 339.085.



Fotografía 38, Fotografía 39 y Fotografía 40. Medición de la fluidez del concreto con sustitución de cemento al 4 % por diatomita según la norma ASTM C1611.



Fotografía 41, Fotografía 42, Fotografía 43 y Fotografía 44. Medición de la capacidad de paso del concreto con sustitución de cemento al 4 % por diatomita mediante el anillo J y la ASTM C1621.



Fotografía 45. Vista de probetas y vigas del concreto con sustitución de cemento al 4 % por diatomita.

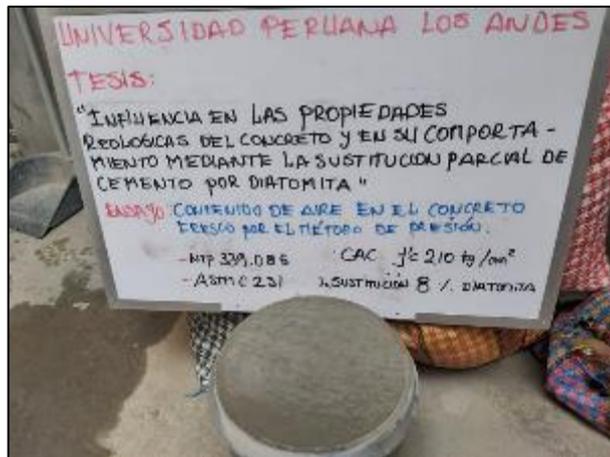
**Anexo N° 06.04: elaboración del concreto autocompactante con  
sustitución de cemento al 8 % por diatomita y medición de sus  
propiedades en estado fresco**



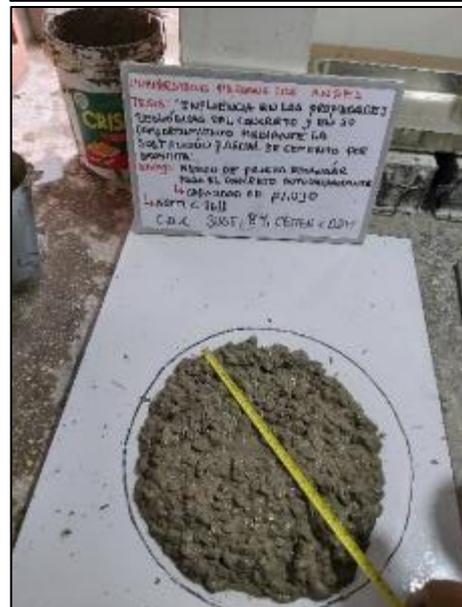
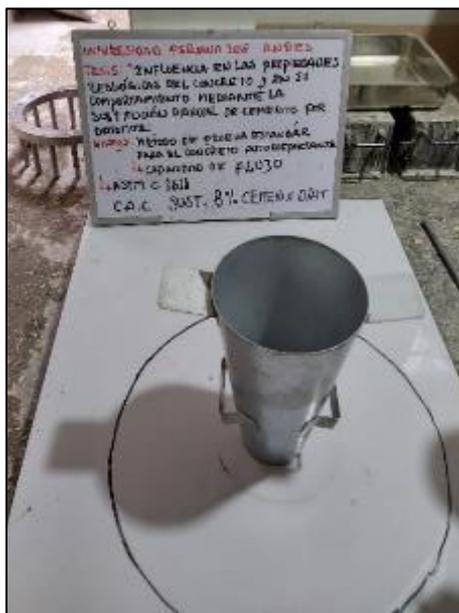
Fotografía 46, Fotografía 47 y Fotografía 48. Vista de materiales tales como agregado, aditivo, agua y diatomita para la elaboración del concreto autocompactante con sustitución del cemento en 8 % por diatomita.



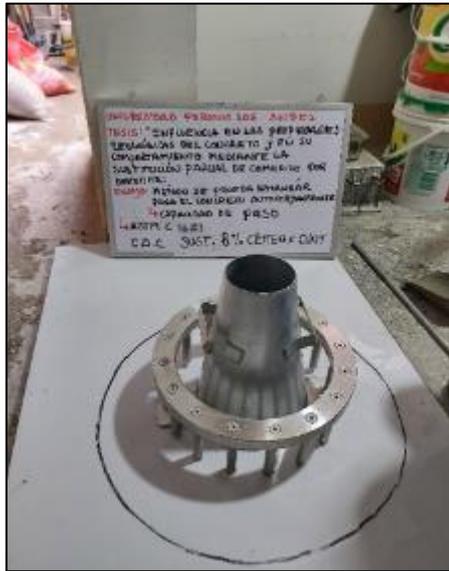
Fotografía 49. Medición de la temperatura del concreto con sustitución de cemento al 8 % por diatomita según la NTP 339.083.



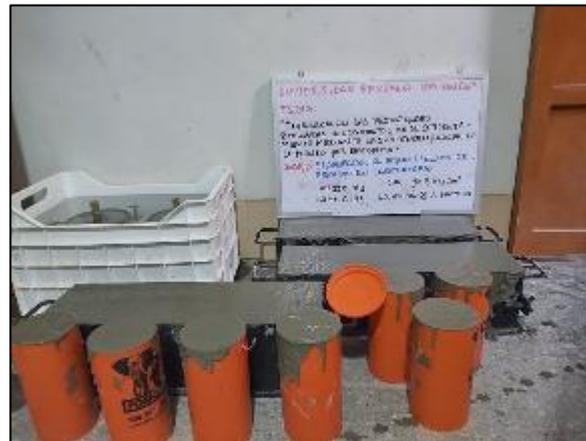
Fotografía 50. Medición del contenido de aire por el método a presión del concreto con sustitución de cemento al 8 % por diatomita según la NTP 339.086.



Fotografía 51, Fotografía 52, Fotografía 53 y Fotografía 54. Medición de la fluidez del concreto con sustitución de cemento al 8 % por diatomita según la norma ASTM C1611.

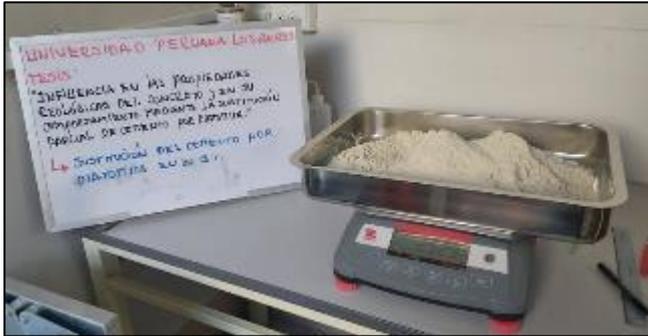


Fotografía 55, Fotografía 56 y Fotografía 57. Medición de la capacidad de paso del concreto con sustitución de cemento al 8 % por diatomita mediante el anillo J y la ASTM C1621.



Fotografía 58 y Fotografía 59. Vista de vigas y probetas del concreto con sustitución de cemento al 8 % por diatomita.

**Anexo N° 06.05: elaboración del concreto autocompactante con  
sustitución de cemento al 12 % por diatomita y medición de sus  
propiedades en estado fresco**



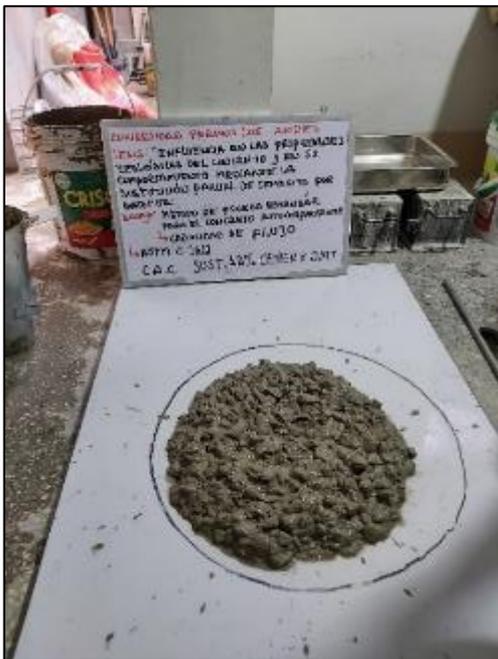
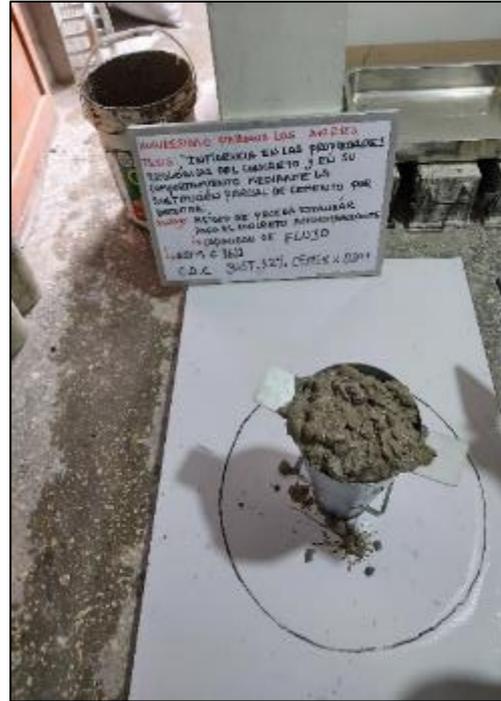
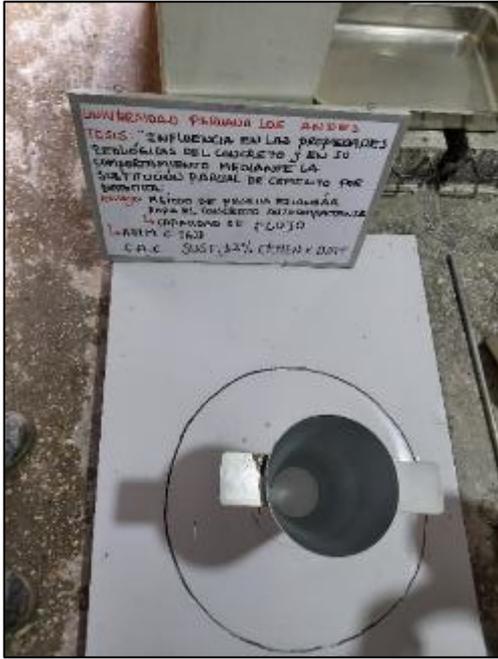
Fotografía 60 y Fotografía 61. Vista de materiales tales como aditivo y diatomita para la elaboración del concreto autocompactante con sustitución del cemento en 12 % por diatomita.



Fotografía 62. Medición de la temperatura del concreto con sustitución de cemento al 12 % por diatomita según la NTP 339.083.



Fotografía 63. Medición del contenido de aire por el método a presión del concreto con sustitución de cemento al 12 % por diatomita según la NTP 339.085.



Fotografía 64, Fotografía 65, Fotografía 66 y Fotografía 67. Medición de la fluidez del concreto con sustitución de cemento al 12 % por diatomita según la norma ASTM C1611.

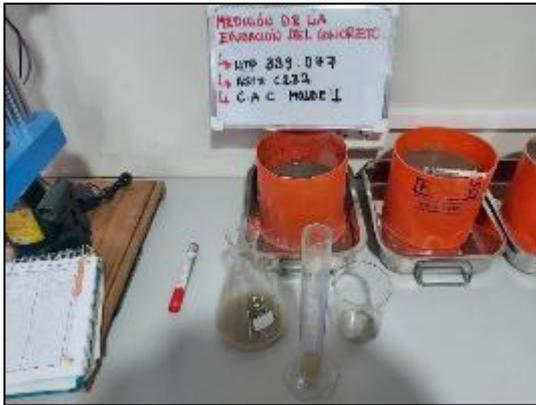


Fotografía 68, Fotografía 69 y Fotografía 70. Medición de la capacidad de paso del concreto con sustitución de cemento al 12 % por diatomita mediante el anillo J y la ASTM C1621.



Fotografía 71 y Fotografía 72. Vista de vigas y probetas del concreto con sustitución de cemento al 12 % por diatomita.

**Anexo N° 06.06: exudación y tiempo de fragua del concreto patrón y  
concretos autocompactantes modificados por diatomita**



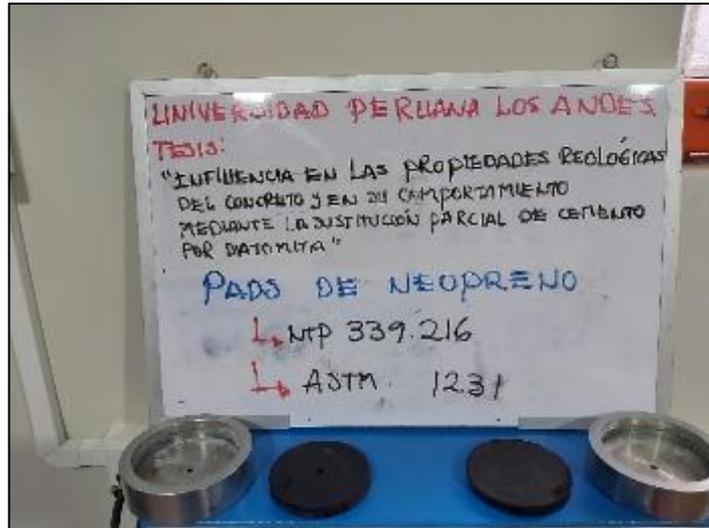
Fotografía 73, Fotografía 74, Fotografía 75 y Fotografía 76. Medición de la exudación del concreto patrón y de los concretos con sustitución al 4 %, 8 % y 12 % de cemento por diatomita según la NTP 339.077.





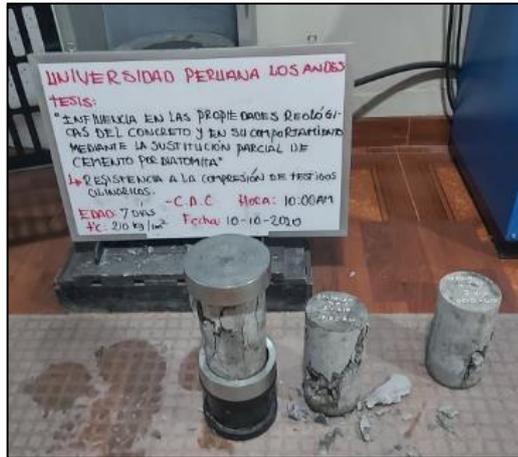
Fotografía 77, Fotografía 78, Fotografía 79, Fotografía 80, Fotografía 81 y Fotografía 82. Medición del tiempo de fragua del concreto patrón y de los concretos con sustitución al 4 %, 8 % y 12 % de cemento por diatomita según la NTP 339.082.

**Anexo N° 06.07: resistencia a compresión del concreto patrón**



Fotografía 83. Vista de los pads de neopreno que cumple con lo estipulado por la NTP 339.216.





Fotografía 84, Fotografía 85, Fotografía 86 y Fotografía 87. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón a los 7 días de edad según la NTP 339.034.

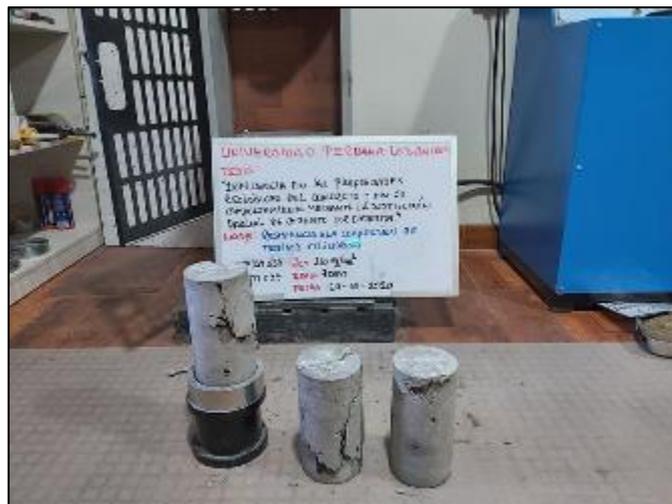
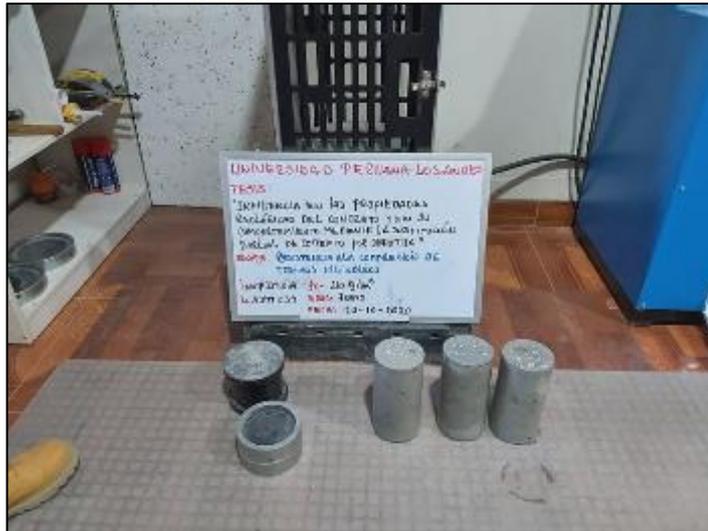


Fotografía 88, Fotografía 89 y Fotografía 90. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón a los 14 días de edad según la NTP 339.034.



Fotografía 91 y Fotografía 92. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón a los 28 días de edad según la NTP 339.034.

**Anexo N° 06.08: resistencia a compresión del concreto autocompactante  
con sustitución de cemento al 4 % por diatomita**



Fotografía 93, Fotografía 94 y Fotografía 95. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 4 % a los 7 días de edad según la NTP 339.034.





Fotografía 96, Fotografía 97, Fotografía 98, Fotografía 99 y Fotografía 100. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 4 % a los 14 días de edad según la NTP 339.034.



Fotografía 101 y Fotografía 102. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 4 % a los 28 días de edad según la NTP 339.034.

**Anexo N° 06.09: resistencia a compresión del concreto autocompactante  
con sustitución de cemento al 8 % por diatomita**



Fotografía 103 y Fotografía 104. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 8 % a los 7 días de edad según la NTP 339.034.



Fotografía 105, Fotografía 106, Fotografía 107 y Fotografía 108. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 8 % a los 14 días de edad según la NTP 339.034.

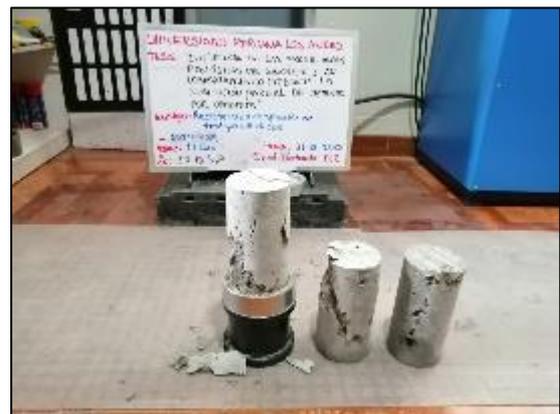


Fotografía 109 y Fotografía 110. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 8 % a los 28 días de edad según la NTP 339.034.

**Anexo N° 06.10: resistencia a compresión del concreto autocompactante  
con sustitución de cemento al 12 % por diatomita**



Fotografía 111 y Fotografía 112. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 12 % a los 7 días de edad según la NTP 339.034.

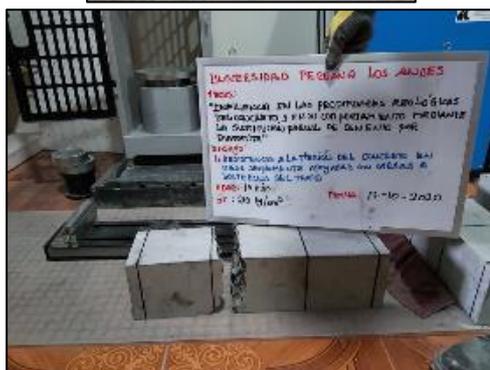
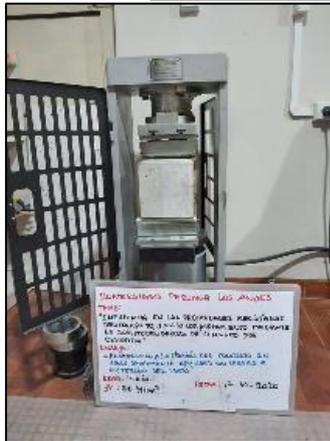


Fotografía 113 y Fotografía 114. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 12 % a los 14 días de edad según la NTP 339.034.



Fotografía 115 y Fotografía 116. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 12 % a los 28 días de edad según la NTP 339.034.

**Anexo N° 06.11: resistencia a flexión del concreto patrón**



Fotografía 117, Fotografía 118, Fotografía 119, Fotografía 120 y Fotografía 121. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto patrón a los 14 días de edad según la NTP 339.078.

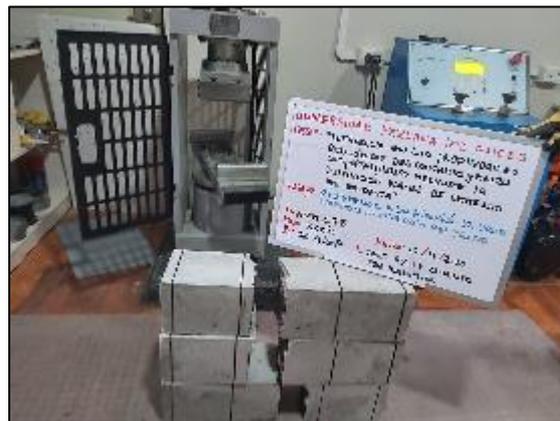


Fotografía 122 y Fotografía 123. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto patrón a los 28 días de edad según la NTP 339.078.

**Anexo N° 06.12: resistencia a flexión del concreto autocompactante con  
sustitución de cemento al 4 % por diatomita**



Fotografía 124 y Fotografía 125. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 4 % a los 14 días de edad según la NTP 339.078.



Fotografía 126 y Fotografía 127. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 4 % a los 28 días de edad según la NTP 339.078.

**Anexo N° 06.13: resistencia a flexión del concreto autocompactante con  
sustitución de cemento al 8 % por diatomita**



Fotografía 128, Fotografía 129 y Fotografía 130. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 8 % a los 14 días de edad según la NTP 339.078.



Fotografía 131 y Fotografía 132. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 8 % a los 28 días de edad según la NTP 339.078.

**Anexo N° 06.14: resistencia a flexión del concreto autocompactante con  
sustitución de cemento al 12 % por diatomita**



Fotografía 133 y Fotografía 134. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 12 % a los 14 días de edad según la NTP 339.078.



Fotografía 135 y Fotografía 136. Ensayo de resistencia a flexión de probetas de concreto con sustitución de cemento al 12 % a los 28 días de edad según la NTP 339.078.