



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TESIS:  
CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO  
CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE  
PLÁSTICO**

**Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Calderon Coronel, Alvaro Andres**

ORCID (0000-0002-7287-3527)

**Asesor:**

**Dr. Ing. Marín Bardales, Noe Humberto**

ORCID (0000-0003-3423-1731)

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2022**

# **CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO**

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

---

Dr. Ing. Marín Bardales, Noé Humberto  
**Asesor Metodológico**

---

Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl  
**Presidente del jurado de tesis**

---

Mg. Villegas Granados, Luis Mariano  
**Secretario del jurado de tesis**

---

Mag. Idrogo Pérez César Antonio  
**Vocal del jurado de tesis**


## **DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>NÚMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD</b>	<b>FIRMA</b>
CALDERON CORONEL ALVARO ANDRES	71551206	

## RESUMEN

Actualmente los materiales desechables de las compañías plásticas y metalúrgicas no se usan de manera beneficiosa, pero pueden ser reutilizados y empleados para elaborar distintas fibras, la aplicación de las fibras para el refuerzo del concreto se está realizando en el sector de la construcción debido a que reduce la contaminación ambiental y además provoca beneficios en las características del concreto. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características mecánicas del concreto con incorporaciones de fibras de acero (FA) y fibras de plástico (FP). Se realizaron ensayos mecánicos al concreto convencional para posteriormente adicionar FA en dosificaciones de 10, 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> del volumen de concreto y FP en dosificaciones de 1, 1.5, 2 y 2.5 kg/m<sup>3</sup> del volumen de concreto. Según los resultados, la incorporación de 10 kg/m<sup>3</sup> de FA y 1 kg/m<sup>3</sup> de FP mejora la resistencia a la compresión, la combinación de 10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 2.5 kg/m de FP incremento la resistencia a la flexión y la combinación de 10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 1 kg/m<sup>3</sup> de FP eleva la resistencia a la tracción. Se concluye que el presente estudio demostró que la combinación de las fibras de acero y plástico mejora considerablemente las características mecánicas del concreto.

**Palabras Clave:** Adición, concreto, fibras de acero, fibras de plástico, características mecánicas.



## **ABSTRACT**

Currently the disposable materials of plastic and metallurgical companies are not used in a beneficial way, but they can be reused and used to make different fibers, the application of fibers for concrete reinforcement is being carried out in the construction sector due to the fact that it reduces environmental pollution and also causes benefits in the characteristics of the concrete. The objective of this investigation was to evaluate the mechanical characteristics of concrete with incorporations of steel fibers (FA) and plastic fibers (FP). Mechanical tests were carried out on conventional concrete to later add FA in dosages of 10, 20, 30 and 40 kg/m<sup>3</sup> of the volume of concrete and FP in dosages of 1, 1.5, 2 and 2.5 kg/m<sup>3</sup> of the volume of concrete. According to the results, the incorporation of 10 kg/m<sup>3</sup> of FA and 1 kg/m<sup>3</sup> of FP improves the resistance to compression, the combination of 10 kg/m<sup>3</sup> of FA plus 2.5 kg/m<sup>3</sup> of FP increases the resistance to flexion and the combination of 10 kg/m<sup>3</sup> of FA plus 1 kg/m<sup>3</sup> of FP increases the tensile strength. It is concluded that the present study demonstrated that the combination of steel and plastic fibers considerably improves the mechanical characteristics of concrete.

**Keywords:** Addition, concrete, steel fibers, plastic fibers, mechanical characteristics.

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	Realidad Problemática.....	12
1.1.1	A nivel Internacional .....	12
1.1.2	A nivel nacional.....	13
1.1.3	A nivel local.....	14
1.2	Trabajos Previos.....	15
1.2.1	A nivel internacional .....	15
1.2.2	A nivel nacional.....	21
1.2.3	A nivel local.....	22
1.3	Teorías relacionadas al tema .....	22
1.3.1	Concreto.....	22
1.3.2	Concreto Fresco.....	23
1.3.3	Concreto Endurecido .....	25
1.3.4	Concreto reforzado con fibras .....	28
1.3.5	Tipos de fibras .....	28
1.3.6	Componentes del Concreto.....	30
1.3.7	Clases de cemento .....	30
1.3.8	Agregados.....	31
1.3.9	Características de los agregados .....	32
1.4	Formulación del problema .....	33
1.5	Justificación e Importancia del Estudio .....	33
1.5.1	Justificación científica .....	33
1.5.2	Justificación ambiental .....	33
1.5.3	Justificación económica.....	34
1.6	Hipótesis.....	34
1.7	Objetivos: .....	34
1.7.1	Objetivo general: .....	34
1.7.2	Objetivos específicos:.....	34
II.	METODOLOGÍA.....	35
2.1	Tipo de investigación .....	35
2.2	Diseño de investigación .....	35
2.3	Variables, Operacionalización .....	35
2.3.1	Variables dependientes .....	35
2.3.2	Variables independientes.....	35

2.4 Población y muestra .....	39
2.4.1 Población .....	39
2.4.2 Muestra .....	39
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
2.5.1 Técnica para la recolección de datos .....	43
2.5.2 Instrumentos para la recolección de datos .....	43
2.5.3 Validez y confiabilidad.....	44
2.6 Procedimiento de análisis de datos.....	44
2.6.1 Diagrama de flujo de procesos. ....	44
2.6.2 Descripción de procesos .....	44
III. RESULTADOS.....	70
3.1 Diseño de mezcla y características mecánicas del concreto patrón .....	70
3.1.1 Características de los agregados .....	70
3.1.2 Diseño de mezcla patrón.....	79
3.1.3 Caracterizaciones físico mecánica del concreto patrón .....	80
3.2 Caracterizaciones físico mecánica del concreto con adición de fibra de acero (FA).....	82
3.2.1 Referente a las caracterizaciones físicas.....	82
3.2.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas .....	85
3.3 Caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de fibra de plástico (FP). .....	87
3.3.1 Referente a las caracterizaciones físicas.....	87
3.3.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas .....	90
3.4 Caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de fibra de acero (FA) más fibras de plástico (FP). ....	92
3.4.1 Referente a las caracterizaciones físicas.....	92
3.4.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas .....	95
3.4.3 Mayores valores de la adición de FA más FP. ....	97
3.5 Análisis de los resultados .....	101
3.6 Discusión de resultados:.....	107
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	113
4.1 Conclusiones .....	113
4.2 Recomendaciones.....	114
V. REFERENCIAS .....	115
VI. ANEXOS .....	120

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de Variable Dependiente. ....	36
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de Variable Independiente. ....	37
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de Variable Independiente. ....	38
<b>Tabla 4</b> Concreto sin Adición de fibras. ....	39
<b>Tabla 5</b> Especímenes con adición de fibras de acero. ....	40
<b>Tabla 6</b> Especímenes con adición de fibras de plástico. ....	41
<b>Tabla 7</b> Especímenes con adición de fibras de acero y plástico. ....	42
<b>Tabla 8</b> Resistencia de compresión promedio. ....	56
<b>Tabla 9</b> Asentamiento recomendado de acuerdo al tipo de consistencia. ....	56
<b>Tabla 10</b> Requerimiento de agua y contenido de aire. ....	56
<b>Tabla 11</b> Relación a/c y resistencia a la compresión del concreto. ....	57
<b>Tabla 12</b> Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto. ....	57
<b>Tabla 13</b> Edad de prueba y tolerancias permisibles. ....	65
<b>Tabla 14</b> Peso unitario suelto del agregado fino. ....	74
<b>Tabla 15</b> Peso unitario compactado del agregado fino. ....	75
<b>Tabla 16</b> Peso unitario suelto del agregado grueso. ....	75
<b>Tabla 17</b> Peso unitario compactado del agregado grueso. ....	75
<b>Tabla 18</b> Contenido de humedad del agregado fino. ....	76
<b>Tabla 19</b> Contenido de humedad del agregado grueso. ....	76
<b>Tabla 20</b> Peso específico y absorción del agregado fino. ....	77
<b>Tabla 21</b> Peso específico y absorción del agregado grueso. ....	77
<b>Tabla 22</b> Materiales que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino. ....	78
<b>Tabla 23</b> Material que pasa el tamiz N°200 del agregado grueso. ....	78
<b>Tabla 24</b> Diseño de mezcla de concreto patrón $f'c:210\text{kg/cm}^2$ . ....	79
<b>Tabla 25</b> Asentamiento de la mezcla de concreto sin adición de fibras. ....	80
<b>Tabla 26</b> Temperatura de las mezclas de concreto sin adición de fibras. ....	80
<b>Tabla 27</b> Peso unitario promedio del concreto sin fibras. ....	81
<b>Tabla 28</b> Resistencia a la compresión del concreto sin adición de fibras. ....	81
<b>Tabla 29</b> Resistencia a la flexión del concreto patrón. ....	81
<b>Tabla 30</b> Resistencia a la tracción diametral del concreto patrón. ....	82

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Resistencia a la Compresión.</i>	26
<i>Figura 2 Flujos de procesos empleados en la investigación.</i>	44
<i>Figura 3 Fibras de acero SikaFiber CHO 80/60.</i>	45
<i>Figura 4 Fibra de plástico Sika Fibermesh – 150.</i>	45
<i>Figura 5 Secado de muestra de agregado fino y grueso en horno a una temperatura de 110°C ± 5°C.</i>	46
<i>Figura 6 Análisis de tamizado de agregado grueso y fino.</i>	47
<i>Figura 7 Proceso de rasado de la muestra.</i>	48
<i>Figura 8 Proceso de compactado con 25 golpes por capa.</i>	49
<i>Figura 9 Determinación del peso de la canasta con el agregado.</i>	50
<i>Figura 10 Proceso de compactación de muestra en cono de absorción de arena.</i>	52
<i>Figura 11 Colocado de muestras dentro del horno para determinar el contenido de humedad.</i>	53
<i>Figura 12 Proceso de lavado del agregado con el tamiz N. 200.</i>	55
<i>Figura 13 Moldes empleados para la fabricación de especímenes de concreto.</i>	58
<i>Figura 14 Elaboración de mezcla de concreto.</i>	59
<i>Figura 15 Incorporación de fibras a la mezcla de concreto.</i>	60
<i>Figura 16 Compactación de la mezcla para determinar el slump.</i>	61
<i>Figura 17 Fabricación de especímenes de concreto.</i>	62
<i>Figura 18 Curado de especímenes de concreto.</i>	63
<i>Figura 19 Curado de especímenes prismáticos de concreto.</i>	64
<i>Figura 20 Colocación de especímenes de concreto en la máquina (modelo PC-180) para la prueba de resistencia a la compresión.</i>	66
<i>Figura 21 Colocación de especímenes en la máquina para la prueba de resistencia a la flexión de viga simplemente apoyada con carga en el centro del tramo.</i>	67
<i>Figura 22 Colocación de especímenes de concreto para la prueba de resistencia a la tracción diametral.</i>	69
<i>Figura 23 Curva granulométrica del agregado fino y del agregado grueso (Primer ensayo)</i>	71
<i>Figura 24 Curva granulométrica del agregado fino y del agregado grueso (Segundo ensayo).</i>	73
<i>Figura 25 Asentamiento de la mezcla de concreto con adición de FA.</i>	83
<i>Figura 26 Temperatura de las mezclas de concreto con adición de FA.</i>	84
<i>Figura 27 Peso unitario promedio del concreto con adición de FA.</i>	84
<i>Figura 28 Resistencia a la compresión del concreto con adiciones de FA.</i>	85
<i>Figura 29 Resistencias a la flexión del concreto con adiciones de FA.</i>	86
<i>Figura 30 Resistencias a la tracción diametral del concreto con adiciones de FA.</i>	87
<i>Figura 31 Asentamiento de las mezclas de concreto con adición de FP.</i>	88
<i>Figura 32 Temperatura de las mezclas de concreto con adición de FP.</i>	89
<i>Figura 33 Peso unitario promedio del concreto con adición de FP.</i>	89
<i>Figura 34 Resistencia a la compresión del concreto con adiciones de FP.</i>	90
<i>Figura 35 Resistencias a la flexión del concreto con adiciones de FP.</i>	91
<i>Figura 36 Resistencias a la tracción diametral del concreto con adiciones de FP.</i>	92
<i>Figura 37 Asentamiento de las mezclas de concreto con adición de FA más FP.</i>	93

<b>Figura 38</b> Temperatura de las mezclas de concreto con adición de FA más FP. ....	94
<b>Figura 39</b> Peso unitario promedio del concreto con adición de FA más FP. ....	94
<b>Figura 40</b> Resistencia a la compresión del concreto con adiciones de FA más FP. ....	95
<b>Figura 41</b> Resistencias a la flexión del concreto con adiciones de FA más FP. ....	96
<b>Figura 42</b> Resistencias a la tracción diametral del concreto con adiciones de FA más FP. .	97
<b>Figura 43</b> Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con adición de FA, FP y la combinación de ambas fibras.....	98
<b>Figura 44</b> Comparación de las resistencias a la flexión del concreto con adición de FA, FP y la combinación de ambas fibras. ....	99
<b>Figura 45</b> Comparación de las resistencias a la tracción diametral del concreto con adición de FA, FP y la combinación de ambas fibras. ....	100
<b>Figura 46</b> Asentamiento del concreto patrón y del concreto con fibras. ....	101
<b>Figura 47</b> Temperatura de las mezclas de concreto sin fibras y con adición de fibras.....	102
<b>Figura 48</b> Peso unitario promedio del concreto. ....	103
<b>Figura 49</b> Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a la edad de 28 días. ...	104
<b>Figura 50</b> Resultados de la prueba de resistencia a la flexión a la edad de 28 días.....	105
<b>Figura 51</b> Resultados de la prueba de resistencia a la tracción diametral a la edad de 28 días.....	106

## INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Módulo de finura.....</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 2. Peso específico del agua.....</i>	<i>48</i>
<i>Ecuación 3. Peso unitario.....</i>	<i>49</i>
<i>Ecuación 4. Peso específico de masa del agregado grueso.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 5. Absorción del agregado grueso.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 6. Peso específico aparente del agregado grueso.....</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 7. Peso específico de masa del agregado fino.....</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 8. Peso específico aparente del agregado fino.....</i>	<i>52</i>
<i>Ecuación 9. Absorción del agregado fino.....</i>	<i>52</i>
<i>Ecuación 10. Contenido de humedad.....</i>	<i>53</i>
<i>Ecuación 11. Materiales finos que pasan por tamiz N°200 por lavado de agregados.....</i>	<i>55</i>
<i>Ecuación 12. Resistencia a la compresión.....</i>	<i>66</i>
<i>Ecuación 13. Módulo de rotura (Mr).....</i>	<i>68</i>
<i>Ecuación 14. Resistencia a la tracción.....</i>	<i>69</i>

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

### **1.1.1 A nivel Internacional**

Luego en India (Nayan & Kisku, 2017) hacen mención que el concreto es un material primordial de construcción que juega una labor importante en el progreso de la civilización moderna a nivel mundial. La resistencia a la tensión del concreto es reducida en comparación con la resistencia a la compresión del concreto; por este motivo con el fin de remediar la escasa resistencia a la tensión del concreto se utilizan varillas de diversos tamaños y distintas fibras se incorporan en el concreto durante la mezcla e incorporación de otros ingredientes. Asimismo, desde hace siglos se emplean convencionalmente barras de acero en la fundición de concreto; sin embargo, actualmente se pueden encontrar diferentes alternativas de fibras en el mercado comercial, que al añadirse con el concreto puede optimizar las propiedades del concreto como: plasticidad, maleabilidad y resistencia.

Sucesivamente en México (Carrillo et al., 2016) indican que a nivel mundial se desarrollan diversos experimentos innovadores en busca de la mejora de algunas cualidades del concreto como, por ejemplo, la plasticidad, resistencia a la compresión, a la flexión e igualmente se busca mantener la calidad del concreto frente a los cambios bruscos de temperatura. Respecto a la elección del refuerzo a emplearse, el concreto fortalecido con FA es un componente esencial en la fabricación de losas y pisos comerciales e industriales; una de las ventajas de emplear dichas fibras es que no se requiere costear desechos ni considerar el corte o amarre y la utilización de espaciadores, debido a que estos son métodos únicos del refuerzo convencional a través de barras. Con respecto al traslado de los materiales, se tiene que el uso de fibras es más simple y ahorrativo, debido a que no es imprescindible utilizar instrumentos especiales para su aplicación en obra.

En Australia (Perera et al., 2019) refieren que el reciclaje y reutilización de materiales de desecho es un tema global que atrae la atención internacional, por lo que los residuos de plástico pueden ser transformados en fibras para su posterior uso en el concreto, diversos estudios muestran que las fibras de plástico producen beneficios al concreto logrando evitar las fisuras y grietas, sin embargo, algunas propiedades de la resistencia se ven disminuidas.



Además, en Estados Unidos (Cotto et al., 2020) mencionan que a través de los años se han explotado los recursos naturales para producir agregados para la construcción, este escenario ha llevado a muchos investigadores a buscar fuentes alternativas de agregados. Estudios recientes incluyen el uso de fibras plásticas como agregado del concreto o como reemplazo del agregado, de esta manera el plástico reciclado alivia estos problemas ambientales porque no es necesario desecharlo en vertederos y pueden reutilizarse en el concreto. Algunos de los beneficios de incorporar fibras plásticas incluyen un peso unitario más bajo, mejor aislamiento acústico y en algunos casos mejores propiedades de resistencia; sin embargo la adición de dichas fibras puede aumentar la cantidad de agua requerida para una mezcla de concreto convencional mientras que reduce la trabajabilidad del concreto; en cuanto a las características mecánicas del concreto la mayoría de los estudios coinciden en que las mezclas de concreto elaboradas con fibras plásticas reducen las resistencias a compresión y tracción, este impacto negativo se ve intensificado por el aumento del contenido de plástico.

En Colombia (Gallo et al., 2013) refiere que la incorporación de FA en el concreto ha avanzado a partir de un material de construcción hasta una solución usada para optimizar tanto el concreto convencional, así como el concreto que es reforzado con varillas, mallas o barras. Es indudable que la resistencia a la compresión y tensión del concreto simple es escasa, lo cual se podría incrementar con la incorporación de fibras al concreto puesto que al ser agregadas mejoran la tenacidad del concreto y logran controlar la fisuración.

### **1.1.2 A nivel nacional**

En Trujillo, La Libertad (Farfán et al., 2019) refieren que uno de los componentes mayormente empleados para la construcción de obras y edificaciones es el concreto, debido a sus propiedades de durabilidad, trabajabilidad y además la resistencia mecánica que manifiesta; sin embargo se han investigado nuevos métodos con la finalidad de potenciar las propiedades del concreto, algunos estudios indican que el concreto reforzado con FA permite mejorar las propiedades del concreto de modo que admiten su aplicación. La utilización de dicha fibra se presenta como una opción distinta para el diseño y fabricación de pisos de concreto, por ello la aplicación del concreto reforzado con fibras ha aumentado recientemente en el Perú modificando completamente los métodos tradicionales y además generando que las fibras sean parte de los materiales que tienen últimamente más solicitud en el mercado.

Luego en Cajamarca (Ortiz, 2015) hace mención que en los últimos años se están realizando investigaciones sobre los beneficios de la utilización de las fibras en el concreto por los óptimos resultados que se adquieren. Referente a la FA diversos investigadores aseguran que dicha fibra en algunos casos puede sustituir parcialmente el armado habitual del concreto que utiliza varillas de acero corrugado, evidentemente dependiendo del tipo de fibra usada y de la dosificación empleada. Es preciso mencionar que la FA en el Perú es uno de los materiales que es escasamente estudiado, no obstante, es una adecuada elección económica ya que es de fácil traslado y de sencilla aplicación en la mezcla; además aporta beneficios en las caracterizaciones del concreto.

Después en Lircay, Huancavelica (Villanueva & Yaranga, 2015) mencionan que recientemente se está impulsando la añadidura de fibras plásticas en el concreto debido a su fácil aplicación en obra, además por su forma se mezcla fácilmente y se distribuye de manera homogénea, uno de los mayores beneficios que genera estas fibras es la reducción de grietas y control de fisuras; igualmente algunas características mecánicas mejoran con la adición de dichas fibras.

Finalmente, en Lima (Sotil & Zegarra, 2015) indican que la aplicación de fibras para el refuerzo del concreto se está empleando con mayor frecuencia debido a los beneficios que le proporcionan al concreto. Dentro de los principales beneficios, se tiene la reducción de las fisuras en contracción plástica al igual que endurecida, incremento de la resistencia; asimismo tiene beneficios en el ahorro de tiempo y reducción de costos de construcción a causa de la sencillez y rápida aplicación.

### **1.1.3 A nivel local**

En Pimentel (Armas, 2016) sostiene que es adecuado y conveniente incentivar el desarrollo de tecnologías que nos permitan el mejoramiento del concreto, optimizar sus características plásticas y mecánicas, dichas características pueden cambiar incorporando aditivos al concreto, generalmente de modo líquido, o en presencia de la incorporación de algunas fibras sintéticas a lo largo de su dosificación. Desde hace un tiempo las fibras plásticas, en especial las fibras de polipropileno lograron conseguir notoriedad en la utilización del concreto, primordialmente por optimizar la resistencia al fisuramiento por retracción plástica y térmica. No obstante, investigaciones realizadas sobre el uso de las fibras plásticas manifiestan resultados contradictorios en relación a las características plásticas y mecánicas del concreto.

Después en Chiclayo (Patazca & Tafur, 2013) refieren que los concretos reforzados por medio de fibras son apropiados a fin de lidiar con comportamientos dinámicos y anticipar circunstancias en las cuales se requiera la inspección de la evolución de las fisuras, debido a que juntan las fisuras que se presentan en el concreto produciendo una unión de los agregados, haciendo que el concreto tenga una conducta flexible posteriormente a una primera fisura, previniendo de tal forma la falla frágil. En el Perú, recientemente la utilización de fibras en el concreto está siendo más reconocido y por este motivo se ha convertido en una novedad tecnológica de utilización, diversas compañías de la sección de aditivos y concretos premezclados están tratando de fomentar su utilización para su colocación en el ámbito de las construcciones de losas industriales, cumpliendo minuciosamente con los requerimientos para su utilización.

Por último, en Pimentel (Villalobos, 2018) alude que, debido al decrecimiento de los recursos naturales y el incremento de la solicitud de viviendas para una ciudad en permanente desarrollo y progreso, se exige la investigación de nuevas tecnologías y materiales de construcción con el objetivo de que las viviendas sean de buena calidad, útiles y económicas. Actualmente en el Perú, los materiales desechables de las compañías de minerales y de metales no se usan de manera beneficiosa, pero pueden ser reutilizados y empleados para elaborar distintas fibras o materiales que mejoren las propiedades del concreto.

## **1.2 Trabajos Previos**

Los estudios de la incorporación de las fibras en el concreto en general se han realizado en países extranjeros, debido a que disponen con tecnología más moderna y equipamientos avanzados, seguidamente se detallarán diferentes estudios con los que se sustenta el presente proyecto.

### **1.2.1 A nivel internacional**

Inicialmente (Anike et al., 2020) en su estudio denominado “**Effect of mix design methods on the mechanical properties of steel fibre-reinforced concrete prepared with recycled aggregates from precast waste**” Se examinaron las características mecánicas del concreto con fibras de acero (SFRC), con mezclas de 3 tipos de fibra de acero (SF) que sólo difieren en la forma, de las cuales se produjeron ocho mezclas empleando dosificaciones de SF de 0,125% a 1,5% utilizando el diseño de mezcla tradicional y equivalente (EMV). En la fase II se desarrolló una mezcla de referencia y dos mezclas de hormigón de áridos reciclados

incorporando su contenido de SF óptimo. Los resultados indican que las propiedades del SFRC no se ven afectadas al utilizar la técnica EMV; además la incorporación de SF produce mayores incrementos en la resistencia a la tracción en cualquier método de diseño utilizado, por otro lado, en la prueba de compresión la resistencia reduce al elevar la cantidad de SF.

Asimismo (Almeshal et al., 2020) en su investigación titulada **“Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand”** Se evaluaron los efectos de la utilización de fibras plásticas recicladas (PET) como reemplazo parcial de la arena en el hormigón y se analizaron los efectos de este material sobre las características físicas y mecánicas del hormigón. Se preparó un grupo de seis mezclas de concreto que contienen PET como sustituto parcial de la arena con diferentes niveles de sustitución. Los resultados experimentales mostraron una reducción en el peso unitario, además la adición de PET afecto perjudicialmente las propiedades mecánicas del concreto, sin embargo, se demostraron que los desechos plásticos pueden eliminarse en proporciones específicas.

También (Bidabadi et al., 2020) en su investigación denominada **“Optimum mix design of recycled concrete based on the fresh and hardened properties of concrete”** Se determinó un diseño de mezcla óptimo realizado con los áridos reciclados. Se realizaron diferentes mezclas de hormigón reciclado con diferentes niveles de sustitución de los áridos finos y gruesos reciclados y posteriormente se le agregó fibras de acero (SP) y fibras plásticas (PP) a la mezcla óptima. Los resultados muestran que el reemplazo de agregados finos al nivel del 30% no tiene un efecto negativo en las características comunes del concreto fresco y endurecido, por lo que este diseño de mezcla puede seleccionarse como el óptimo; en cuanto a las mezclas con añadidura de SP y PP se muestra que la resistencia a la tracción y flexión incrementa considerablemente.

Asimismo (Faraj et al., 2019) en su trabajo de investigación titulado **“Mechanical, fracture and durability properties of self-compacting high strength concrete containing recycled polypropylene plastic particles”** Analizaron las características mecánicas, de fractura y durabilidad del concreto de alta resistencia (SCHSC) que contiene partículas de fibras plásticas recicladas (RPPP) con y sin humo de sílice (SF); para lo cual realizaron dos mezclas diferentes de SCHSC que contienen RPPP en dosificaciones de 0, 10, 20, 30 y 40% para determinar sus características mediante los ensayos de compresión, tracción y módulo de elasticidad. Los resultados de las pruebas manifestaron que el uso de RPPP mejoró significativamente las propiedades de fractura y ductilidad, mientras que agravó otras características mecánicas como la compresión y tracción.

Igualmente (Thorneycroft et al., 2018) desarrollaron una investigación a la que denominaron **“Performance of structural concrete with recycled plastic waste as a partial replacement for sand”** Se realizó la evaluación del concreto con reemplazo de arena por fibras plásticas, utilizando once mezclas de concreto para estudiar cinco composiciones de material plástico que reemplazan en un 10% al agregado fino; para establecer el material adecuado para actuar como reemplazo parcial de la arena se realizaron las pruebas de compresión y tracción. Los resultados muestran que la utilización del 10% de plástico reciclado mediante un diseño de mezcla adecuado se puede mantener el rendimiento estructural del concreto; sin embargo, generalmente se ve una reducción de la resistencia a la compresión y tracción con el aumento de dichas fibras.

Luego (Belmokaddem et al., 2020) en su estudio denominado **“Mechanical and physical properties and morphology of concrete containing plastic waste as aggregate”** Se realizó la evaluación y comparación del impacto de la sustitución de agregados finos y gruesos con tres residuos de fibras plásticas, donde las fibras fueron de: polipropileno (PP), polietileno de alta densidad (HDPE) y polivinilcloruro a base de PVC. Se sustituyeron diferentes cantidades (25, 50 y 75%) de áridos naturales por el mismo volumen de áridos plásticos y se realizaron la prueba de compresión y prueba de densidad del concreto fresco y endurecido. Los resultados muestran que los residuos plásticos tienen un efecto positivo al disminuir la densidad, por otro lado, en la prueba de compresión la resistencia disminuye con el aumento de fibras plásticas.

Asimismo (Zhang & Gao, 2020) en su investigación denominada **“Influence of Tire-Recycled Steel Fibers on Strength and Flexural Behavior of Reinforced Concrete”** tuvieron por objetivo la evaluación del uso de fibras de acero recicladas (RSF) de neumáticos. Se utilizaron mezclas con dosis de 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 y 3.6% de dichas fibras y se realizaron pruebas de compresión, flexión y tracción a cada mezcla. Los resultados evidenciaron que las mezclas mejoran al agregar fibras de RSF de neumáticos, principalmente en la prueba de tracción y flexión donde se mostró que la resistencia aumenta con el incremento de la dosis de fibras.

Paralelamente (Caetano et al., 2019) desarrollaron un estudio denominado **“Flexural strength at high temperatures of a high strength steel and polypropylene fibre concrete”** En esta investigación se evaluó la resistencia de flexión a temperatura ambiente y alta de un concreto con fibra de acero y polipropileno. Se ensayaron 5 composiciones de concreto con diferentes dosis y tipos de fibra de acero; todas las composiciones tenían 2 kg/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno y fibras de acero en dosis de 45 y 75 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados demostraron que la incorporación de fibras de acero aumenta la resistencia a la flexión en comparación al concreto de control, asimismo al aumentar la cantidad de fibra se elevó la resistencia.

Igualmente (Li et al., 2019) en su investigación denominada **“Experimental study on dynamic compressive behavior of steel fiber reinforced concrete at elevated temperatures”** Se realizó el estudio del comportamiento de compresión del SFRC a temperaturas elevadas, donde se probaron tres mezclas de SFRC con diferentes cantidades de volumen de fibra de acero (0, 1 y 2%) utilizando la prueba de compresión y sometiendo al concreto a temperaturas de 25, 200, 400, 600 y 800°C. Los resultados indican que las mezclas con 1 y 2% fibras aumentan la resistencia cuando se expusieron a una temperatura de 25 °C; por otro lado, cuando las temperaturas no son superiores a 600 °C, la adición de fibra de acero puede impedir eficientemente que los especímenes de SFRC se dividan en pedazos cuando son sometidos a cargas de compresión.

Asimismo (Madandoust et al., 2019) en su investigación denominada **“Effect of the curing type on the mechanical properties of lightweight concrete with polypropylene and steel fibres”**. Se evaluaron las características mecánicas del concreto que contiene fibras de acero (SF) y plásticas (FP), para ello realizaron mezclas de concreto con añadidura de 1,2 y 3% de SF y mezclas con FP en dosificaciones de 0.1, 0.2 y 0.3% las cuales fueron sometidas a las pruebas de resistencia a la compresión, tracción y módulos de elasticidad. De acuerdo a los resultados, las mezclas de hormigón reforzado con SF lograron la mayor resistencia mecánica; además, los contenidos ideales de SF para alcanzar los mayores valores de resistencia a la tracción y compresión fueron del 3% y 1% correspondientemente; por otro lado, en cuanto a las mezclas con FP se muestra que en las pruebas de compresión su resistencia reduce, sin embargo, elevan la resistencia a la tracción.

En esa misma línea (Liu et al., 2019) en su estudio denominado **“Properties of self-compacting lightweight concrete reinforced with steel and polypropylene fibers”**. Se investigó el efecto de la incorporación de fibras de acero (ST) y polipropileno (PP) y humo de sílice sobre las características mecánicas y microestructural del concreto ligero autocompactante (SCLC) utilizando mezclas de control sin fibras y 4 mezclas con la combinación de 0.5% de SP con 0.0, 0.5, 0.75 y 1.0% de PP, además realizaron ensayos de compresión, tracción por división y flexión para caracterizar las propiedades mecánicas del SCLC. Los resultados de la prueba de trabajabilidad indican que todas las mezclas poseen buena fluidez y consistencia, asimismo en general la incorporación de fibras ST y PP mejora las características mecánicas del SCLC.

Luego (Badogiannis et al., 2019) en su investigación denominada **“Evaluation of the mechanical behavior of pumice lightweight concrete reinforced with steel and polypropylene fibers”** Se evaluaron las características mecánicas del concreto ligero de piedra pómez reforzada con fibras. Se agregaron 4 tipos diferentes de fibras: tres fibras de acero (SF) de diferente longitud con ganchos y una mezcla con fibra de polipropileno (PF), ambas fibras se añaden contenidos de 0.5% y 1.0%. Al realizar las pruebas de compresión y flexión, los resultados muestran que el uso de fibras de SF y PF mejora considerablemente las características mecánicas del concreto y es beneficioso durante la fase posterior al agrietamiento.

También (Grzymski et al., 2019) en su estudio denominado **“Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres”** Se analizaron las caracterizaciones mecánicas del concreto con fibras recicladas(SFRC) y se compararon con el concreto con fibras de acero típicas (FRC). Se examinó el efecto de la incorporación de fibras para 3 grupos de probetas, de las cuales se preparó una mezcla de concreto de control y dos mezclas reforzadas con un volumen idéntico de 25 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero y finalmente se probaron las caracterizaciones mecánicas mediante la prueba de compresión, tracción y flexión equivalente en probetas de cubos y vigas. Los resultados muestran que la resistencia de las fibras recicladas es seis veces menor que la de las fibras de acero típicas; sin embargo, ambos tipos de fibras en comparación al concreto patrón no presentan cambios significativos en cuanto al aumento de la resistencia.

Luego (Zhang et al., 2019) en su estudio denominado **“Investigation on the relationship between the steel fibre distribution and the post-cracking behaviour of SFRC”** Se analizaron los efectos de la orientación y el contenido de las fibras de acero sobre la resistencia a la tracción y flexión del concreto reforzado con fibras de acero (SFRC) y su posterior agrietamiento. Para determinar las características mecánicas del SFRC se utilizaron mezclas con dosis de fibras de 20, 30, 40 y 50 kg/m<sup>3</sup> en las pruebas de tracción, flexión y además para evaluar el SFRC posterior al agrietamiento se realizó la prueba de división de cubos multiaxiales (MCST). Los resultados de las pruebas comprueban que al elevar la cantidad de fibra se incrementa la resistencia a la tracción y flexión; además en la prueba de MCST se mostró que la carga máxima aumenta con un mayor contenido de fibra y el SFRC tiene una dirección en la cual soporta mayores cargas.

Asimismo (Mohebi et al., 2019) en su estudio denominado **“Effect of polypropylene fibers on bond performance of reinforcing bars in high strength concrete”** Se evaluaron los efectos de las fibras de polipropileno en el comportamiento de adherencia y resistencia del concreto de alta resistencia utilizando probetas reforzadas con barras. Se fabrican 8 muestras de vigas con empalme traslapado y 12 muestras de extracción concéntrica. Las fibras se agregan a la mezcla de hormigón en una fracción de volumen de hormigón del 0,15%, 0,30% y 0,45%. Los resultados de las pruebas indican que las deflexiones de falla de las muestras de hormigón reforzado con fibras son un 20% más altas que las de las muestras del concreto de control.

Finalmente (Abbass et al., 2018) en su estudio denominado **“Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete”** Se investigaron los efectos de la adición de fibras de acero sobre las características mecánicas del hormigón para tres valores de resistencia del hormigón. Se elaboró una mezcla de control y posteriormente se añadieron las fibras con tres secciones diferentes en volúmenes de 0,5%, 1,0% y 1,5% utilizando relaciones de a/c de 0.25, 0.35 y 0.45 para luego ser ensayadas a compresión, flexión y tracción. Los resultados indicaron que la adición de diferentes contenidos y longitudes de fibras de acero con proporciones crecientes de 0.5 a 1.5% causó un aumento del 10-25% de la resistencia a la compresión, en la prueba de flexión la resistencia aumento de 3 a 124% y de 31-47% la resistencia a tracción directa.



### 1.2.2 A nivel nacional

Inicialmente (Pinedo et al., 2017) en su estudio denominado **“Efecto de las fibras de acero en la resistencia del concreto”** Se evaluaron los impactos de la fibra de acero en la prueba de compresión del concreto, con ese objetivo se desarrollaron anticipadamente ensayos granulométricos, ensayos de peso específico, capacidad de absorción y contenido de humedad y resistencia. La prueba de la resistencia a compresión se realizó con tres grupos de mezclas, cada uno con tres especímenes, un grupo control y los otros con proporción de 25 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero los cuales fueron sometidos a prueba de compresión axial. Los resultados de las pruebas determinan que la fibra de acero, en proporciones de 25 kg/m<sup>3</sup> aumenta la resistencia a la compresión del concreto en 1.13%.

Posteriormente (Carranza, 2018) en su investigación denominada **“Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí- Lima”** Tuvo como objetivo evaluar los efectos de la añadidura de la fibra de acero en la optimización de las características físicas y mecánicas del concreto. Se realizaron ensayos del concreto, para lo cual se produjeron 72 probetas de concreto y 48 vigas, con la incorporación de fibras en proporciones de 40, 60 y 80 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados muestran que la incorporación de un 5.2% de fibra de acero incrementa significativamente la resistencia a la tracción, generando un crecimiento del 36% y un incremento del 95% de la flexión.

Por último (Pacheco, 2016) en su estudio denominado **“Resistencia a compresión axial del concreto  $F'c = 175$  Kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades, UPN -2016”** Se evaluó las propiedades de resistencia a compresión axial del concreto añadiendo 27 diferentes porcentajes de virutas de acero en distintos tiempos de curado. Se realizó el diseño de mezclas de un concreto con resistencias de 175 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo virutas de acero en 2%, 4% y 6% en reemplazo del agregado fino para luego ser ensayados a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados muestran que el incorporar virutas de acero incrementa la resistencia a compresión un 9.02%, 12.47% y 15.58% de los porcentajes del concreto convencional.

### 1.2.3 A nivel local

Inicialmente (Benites & Bernilla, 2014) en su investigación denominada **“Estudio comparativo de elementos fabricados de concreto con material reciclado pet (polietileno tereftalato) y de concreto convencional”** Se evaluó las características del concreto PET y se ejecutó un estudio comparativo de las características físicas, del mismo modo que las características mecánicas con el concreto convencional, con la intención de examinar las diferencias de las cualidades de ambos componentes. Se realizó el diseño de las mezclas de concreto tradicional y concreto incorporando PET, sustituyendo el 10, 25,50 y 75% de arena con PET. Los resultados manifiestan que la incorporación de PET en la mezcla de concreto previene la aparición de grietas y el uso de fibras de PET mejora las cualidades físicas y mecánicas del concreto convencional.

Asimismo (Patazca & Tafur, 2013) en su estudio denominado **“Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y a flexión del concreto convencional, concreto con fibra de acero Sikafiber CHO 80/60 NB, y concreto con fibra sintética Sikafiber FORCE PP/PE-700/55”** Se realizó el estudio comparativo entre el concreto tradicional, concreto añadiendo fibras de acero y un concreto incorporando fibras sintéticas con un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y se realizó las pruebas de resistencia a compresión y flexión. Se fabricaron mezclas de concreto de control y además otras 3 mezclas con añadidura de fibra de acero en proporciones de 10, 27.5 y 45 kg/m<sup>3</sup> y fibras sintéticas en proporciones de 2, 5 y 8 kg/m<sup>3</sup>, los resultados indican que en ambas mezclas se presentó una disminución de la resistencia a la compresión e incrementó la resistencia a flexión.

## 1.3 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 Concreto

El concreto es un componente que está conformado por dos secciones, la primera es un material viscoso y maleable con características de solidificación el transcurrir determinado período, y también está constituido por fragmentos pedregosos que permanecen adheridos en una masa. La masa principalmente se encuentra compuesta con agua y componentes con cualidades aglomerantes que al hacer contacto con el agua posteriormente se endurecen (Pinedo et al., 2017).

Además, actualmente el concreto forma parte de los materiales más empleados en la construcción, debido a que dispone de una superior resistencia a fracturas, daños por roturas y sismos. De tal forma que es necesario tener conocimiento de sus componentes y sus propiedades. Asimismo, el concreto es una composición de elementos aglomerantes con agregados finos y gruesos; por otro lado generalmente en los concretos simples se utilizan como aglomerantes los cementos tipo portland, del mismo modo pueden incluir puzolanas, arcillas y otros aditivos (NTP 339.047, 2006).

### **1.3.2 Concreto Fresco**

#### **a. Trabajabilidad**

Se determina la trabajabilidad como la sencillez debido a la cual una cierta porción de materiales logra ser mezclada para elaborar el concreto, y posteriormente de esta forma puede ser utilizada en diferentes circunstancias dadas en construcción por su fácil manejo, mayor homogeneidad, transporte y colocación con poco trabajo. El concreto tendrá que ser lo bastante trabajable en el encofrado, espaciamiento y cantidad de refuerzo, para que con las técnicas de consolidación que se utilicen en la mezcla se logre rellenar absolutamente los espacios vacíos que estén en los contornos del refuerzo; además posibiliten que las masas circulen por todos los rincones y en las superficies de los encofrados con la finalidad de conseguir una mezcla uniforme sin que haya desunión de los materiales, existencia de aire, vacíos o acumulación de agua en el concreto (Rivva, 2000).

También la trabajabilidad del concreto está definida por las particularidades de la granulometría, y relación de agregados, tanto fino como grueso, los factores mencionados regularizan la porción de agua indispensable para elaborar un concreto trabajable (Carranza, 2018).

#### **b. Segregación**

La segregación se precisa como la separación mecánica del concreto fresco en porciones de sus elementos, en el momento que el agregado grueso tiende a desincorporarse del mortero. Dicho concepto es comprensible si contemplamos al concreto como una combinación de ingredientes de diversos tamaños y pesos específicos, debido a lo cual se originan en el interior del concreto unas fuerzas que tienden a desunir los materiales constituyentes en el momento que la mezcla todavía no se solidifica (Rivva, 2007).

Así mismo la segregación también se puntualiza como la desunión de los elementos de una mezcla homogénea, por esta razón su disposición no es pareja. El origen fundamental de la segregación en el concreto se debe a la desigualdad del tamaño de las partículas y ocasionalmente debido a la gravedad específica de los materiales que componen la mezcla (Neville & Brooks, 1998).

### **c. Fluidez**

Es la resistencia del concreto a sufrir deformaciones; la fluidez del concreto está sujeto a la configuración, gradación y el tamaño del agregado en la mezcla (Harman, 1998). De la misma forma, para una clase de agregado específico la fluidez depende fundamentalmente de la porción de agua en el mezclado. Este parámetro se determina por medio del ensayo de revenimiento o slump utilizando el Cono de Abrams; este es un ensayo simple usado en campo del mismo modo que en laboratorio; sin embargo, también se puede utilizar el ensayo de penetración de la esfera de Kelly en laboratorio (Sotil & Zegarra, 2015).

### **d. Exudación**

La exudación se precisa como el elevamiento de algunas porciones de agua del mortero hacia el exterior, frecuentemente por causa de la sedimentación de los sólidos. La exudación comienza instantáneamente después de colocarse y asentarse el concreto en el encofrado y sigue hasta el comienzo del fraguado de las mezclas, de esta forma se consigue una mayor consolidación de los sólidos y también se genera la unión de las partículas (Rivva, 2007).

De la misma manera la exudación es distinguida por la separación de una porción del agua de la mezcla, en la cual el agua llega hacia la parte exterior del concreto recién distribuido. No es necesariamente perjudicial, debido a que si no se detiene la exudación, el agua se vaporiza y la proporción eficiente de agua/cemento logra disminuir; en consecuencia aumenta la resistencia (Neville & Brooks, 1998).

### **e. Homogeneidad**

Se alude que los materiales que constituyen el concreto deben estar en iguales proporciones en función a una determinada cantidad de masa o de distintas masas de un mismo concreto; contemplando que el concreto está compuesto por elementos diferentes (grava, arena, etc.) los cuales tienen distintos pesos específicos; se debe tener en cuenta la

cantidad de material a utilizar ya que cada uno de esos elementos propenden a segregarse. Fundamentalmente la homogeneidad está sujeta al tiempo de mezclado del concreto, tipo de transporte y al tipo de compactación. En el control del concreto es necesario elegir masas que pertenezcan al tercio central de un mixer (Harman, 1998).

#### **f. Peso Unitario**

Se puntualiza como la consistencia del concreto debido al uso de una determinada proporción y de las dimensiones de los sólidos con la magnitud total de una unidad cúbica; también se considera que el peso unitario del concreto es variante y depende de las cantidades de agregado y de la densidad de este mismo; finalmente es preciso señalar que el peso unitario se expresa en kilos por metro cúbicos de un patrón característico del concreto (Rivva, 2007).

#### **g. Compacidad**

La compacidad es la característica que necesita poseer cualquier concreto de manera tal que en un volumen constante pase la mayor porción de agregado grueso y la mayor parte de la mezcla; en este aspecto se conseguirá un concreto altamente denso, de mejor resistencia y mayor permeabilidad; en otros términos, considerablemente firme en el momento en que se solidifique (Benites & Bernilla, 2014).

### **1.3.3 Concreto Endurecido**

#### **a. Curado**

Se puntualiza al curado como el procedimiento de respuesta química del cemento en el momento que se suministra el agua. Para la hidratación del concreto se necesita que haya humedad, además que las circunstancias y el tiempo para el curado sean beneficiosos (Patazca & Tafur, 2013).

Asimismo, se define como tiempo para el curado, el momento a lo largo del cual el concreto logra mantener sus disposiciones de humedad; de modo que se adquiera la óptima hidratación del concreto en la dimensión que sea requerida para conseguir la resistencia elegida (Rivva, 2007).

#### **b. Resistencia**

La resistencia es puntualizada como el mayor esfuerzo que consigue ser aguantado por el concreto, sin que éste llegue a fracturarse o a la rotura. Teniendo en cuenta que el concreto se encuentra destinado fundamentalmente a recibir esfuerzos generados por la compresión, la

medición de la resistencia de estos esfuerzos es la empleada para determinar los parámetros de la calidad de dicho concreto (Pinedo et al., 2017).

Del mismo modo la resistencia es contemplada como parte de las características más fundamentales del concreto en su estado endurecido y habitualmente es utilizada para determinar si se aprueba o se rechaza el concreto (Armas, 2016).

### **c. Pruebas de Resistencia del concreto.**

#### **i. Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)**

El procedimiento en esta prueba consta de utilizar una fuerza de compresión axial hacia los especímenes cilíndricos de concreto o también mediante la extracción de diamantina a rapidez regularizada en grados recomendados durante el tiempo que se genera la falla (NTP 339.034, 2008).

Debe señalarse que la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto es medida mediante la partición de la mayor carga obtenida en el ensayo, entre el área del espécimen en donde se aplica dicha carga (NTP 339.034, 2008).

**Figura 1**

*Resistencia a la Compresión.*



*Fuente: Elaboración propia*

#### **ii. Resistencia a la Flexión (ASTM C293/ NTP 339.079)**

El método utilizado en esta prueba nos permite establecer la tenacidad a la flexión de los elementos del concreto en configuraciones de vigas simples de concreto o de cilindros extraídos del concreto ya solidificado y probadas con cargas cada tercio de luz (NTP 339.079, 2012).

También las vigas que se utilicen dispondrán de una luz en medio de los apoyos correspondiente al triple de su altitud, con permisibilidad de un 2%. Las superficies laterales de las vigas generan ángulos rectilíneos con las superficies exteriores. Las caras exteriores en su totalidad no deben presentar asperezas y estarán sin protuberancias, cortezas o porosidades (NTP 339.079, 2012).

### **iii. Resistencia de Tracción por Compresión Diametral (ASTM C496/ NTP 339.084)**

La tenacidad del concreto a la tracción es un modo de conducta en el concreto que tiene muchos beneficios en su estructura, forma e inspección de la calidad en cualquier clase de obras como pavimentación e inclusive en estructuras hidráulicas. Los procedimientos en la prueba de tracción generan que se presenten etapas de presiones en las fibras de las capas inferiores y superiores; también denominadas franja de tracción. En dicha prueba se realiza de manera apropiada y con simplicidad la caracterización de esta propiedad del concreto; además pudiendo examinar las fallas originadas por las presiones (NTP 339.084, 2012).

### **d. Elasticidad**

Debido a que el concreto de ninguna forma es un elemento completamente flexible, genera que no cumpla con los parámetros de la ley de Hooke, en otros términos, se puede apreciar en los gráficos de esfuerzo y deformación que no se manifiestan partes rectilíneas. En consecuencia, el Módulo de Elasticidad se determina utilizando la pendiente de la curva con el punto de su centro de origen (Harman, 1998).

### **e. Escurrimiento Plástico**

En el momento que el concreto se encuentra sometido a esfuerzos permanentes se generan alteraciones que son analizadas en dos partes, siendo una de las primeras las distorsiones elásticas que se producen rápidamente y se pierden absolutamente después de que se apartan las cargas, y también se producen los escurrimientos plásticos que progresan paulatinamente. En consecuencia, se le puede precisar como la dilatación o contracción que experimenta un elemento de concreto como resultado de permanentes esfuerzos a tracción (Rivva, 2007).

### **1.3.4 Concreto reforzado con fibras**

El concreto que es fortalecido al incorporar fibras es la combinación principalmente de materiales aglomerantes, agregados pétreos y fibras. Los materiales aglomerantes están constituidos por agua y cemento, los agregados están conformados por la arena, grava y piedra. Se pueden añadir al concreto distintas fibras, como las fibras de polipropileno, acero o vidrio (Grzymiski et al., 2019).

### **1.3.5 Tipos de fibras**

#### **1.3.5.1 Fibra de acero**

Las fibras de acero son elementos compuestos por porciones de acero que poseen dimensiones que pueden cambiar dependiendo de su forma o de la sección (Mármol, 2010). Las fibras se distribuyen en cuatro clases:

- Clase I: Fibras de alambre constituidas por láminas de acero.
- Clase II: Las fibras de acero extraídas de hojas de acero.
- Clase III: Las fibras obtenidas por fundición.
- Clase IV: Otras fibras

Cabe considerar que las proporciones de fibras empleados en el concreto están en un rango generalmente del 0.25% hasta 2% del concreto. Al hacer uso de superiores proporciones genera que se exponga las propiedades de manejabilidad y la separación entre las fibras por este motivo es necesario ejecutar un adecuado diseño de mezcla (Liu, et al., 2019).

#### **1.3.5.2 Fibras de vidrio**

En los estudios realizados de esta fibra se puede contemplar que las fibras elaboradas de boro silicato presentaron reacciones contradictorias al hacer contacto con el cemento lo que produce la disminución de la resistencia del concreto. El desarrollo de diversos estudios tiene como consecuencia la elaboración de fibras de vidrio con resistencia a elementos alcalinos que incrementan algunas de propiedades mecánicas sin embargo se muestra una disminución de la resistencia a causa de otros factores (Villanueva & Yaranga, 2015).



#### **1.3.5.3 Fibras sintéticas**

Las fibras sintéticas es la consecuencia del desarrollo de diversos estudios de materiales textiles y artificiales, las clases de fibras elaboradas para su incorporación al concreto son las de polipropileno, nylon, etc., su principal función al ser añadidas es mejorar las cualidades de dicho concreto. Las fibras sintéticas son capaces de disminuir la retracción plástica impidiendo que se presenten grietas o fisuras (Faraj, et al., 2019).

#### **1.3.5.4 Fibras naturales**

Las fibras naturales se emplearon como una manera de reforzamiento para el concreto anteriormente de la aparición del refuerzo convencional del concreto. De esta forma se emplearon adobes fortalecidos con pajas trituradas, morteros reforzados con fibras de origen animal y también fibras de origen vegetal que son empleadas para el refuerzo. Dichas fibras son utilizadas eventualmente para la elaboración de concretos que cuenten con una reducida incorporación de fibras (Sotil & Zegarra, 2015).

#### **1.3.5.5 Fibra de Polietileno**

Se fabrica con la finalidad de añadir al concreto pequeñas hebras de filamentos sintéticos. El polietileno en configuración de láminas es una opción a emplear para sustituir la utilización de fibras de asbesto. Los concretos incorporados con fibras de polietileno en proporciones de 2 a 4% del volumen presentan una conducta de flexibilidad rectilíneo sometido a esfuerzos de flexión hasta la aparición de fisuras, continuando con una transmisión de esfuerzos aparentes a las fibras, favoreciendo el aumento de las cargas hasta la fragmentación de las fibras (Villanueva & Yaranga, 2015).

#### **1.3.5.6 Fibras de Polipropileno**

Es un elastómero de componentes sintéticos del cual las fibras se fabrican empleando procedimientos de forzamiento por intermedio del alargamiento en caliente del elemento mediante un troquel. Las fibras de polipropileno poseen como inconvenientes el adquirir reducidas cualidades de adhesión con el cemento, son muy inflamables, tienen escasas propiedades de combinación y un módulo elástico escaso. Estas fibras poseen menor resistencia a tracción y poco módulo elástico, diversos estudios elaborados muestran que se pueden incorporar porciones de hasta 12% de fibras por volumen, sin embargo, se determinó que un volumen reducido de dichas fibras genera una disminución del revenimiento en el concreto (Armas, 2016).

## **1.3.6 Componentes del Concreto**

### **1.3.6.1 Cemento**

Son componentes conglomerantes constituidos sobre la base de la combinación de rocas calizas con arcillas que luego son trituradas, Este componente posee la cualidad de solidificarse en el momento que se añade agua (NTP 334.009, 2005).

En consecuencia, de la trituración de dichas rocas se obtiene el material denominado Clinker que es transformado en cemento al momento que se añade una porción de yeso con la finalidad de obtener las cualidades de fraguado al incorporarse agua y seguidamente solidificarse (Mármol, 2010).

### **1.3.6.2 Cemento portland**

Este componente se elabora por medio de la trituración del Clinker Portland constituido principalmente por sílices de calcio hidráulico que incluyen habitualmente porciones de yeso que se agregan en el proceso de pulverización del Clinker (NTP 339.047, 2006).

## **1.3.7 Clases de cemento**

### **a. Cemento Portland sin adiciones**

En el campo de las edificaciones podemos encontrar distintas clases de cemento que se emplean conforme a las particularidades, singularidades y cualidades de cada clase. Estas clases de cemento son categorizadas debido a su forma de elaboración y requerimientos específicos.

- Tipo I: Son de aplicación habitual, en la cual no se solicitan cualidades específicas.
- Tipo II: Tienen equilibrada fortaleza a el sulfato y un conservador calor de hidratación. Es empleada en construcciones expuestas a climas violentos o en grandes vaciados.
- Tipo III: Empleados para el aumento veloz de las resistencias y el aumento del calor de hidratación. Son utilizados para temperaturas frías y cuando es necesario acelerar el funcionamiento de las estructuras.
- Tipo IV: Son para obtener un escaso calor de hidratación.
- Tipo V: Poseen gran resistencia al sulfato. Para climas bastante violentos (Rivva, 2000).

## **b. Cemento Portland con adiciones**

Elaboración derivada de la trituración del Clinker Portland con diferentes componentes calificados como aditamentos, al igual que las puzolanas, cementos con añadidura ocasional de sulfatos. La incorporación de aditamentos es generalmente condicionada por las normas específicas respectivas. El empleo de aditamentos aporta con la optimización de algunas cualidades del cemento (NTP 339.047, 2006).

Se pueden encontrar distintas clases de dichos cementos como:

- Clase IS: Cementos que tienen añadido una porción de 25% al 75% de su peso total de desechos de minerales.
- Clase ISM: Cemento con añadiduras menores al 25% de las escorias de altos hornos.
- Clase IP: Cementos que tienen incorporación de puzolanas en proporciones del 15% al 40% de su peso total.
- Clase IPM: Cemento con una añadidura de puzolanas en una proporción inferior al 15% de su peso total (NTP 339.047, 2006).

## **1.3.8 Agregados**

### **1.3.8.1 Agregado Fino**

Son agregados derivados de las descomposiciones normales o adulterados, estos atraviesan las mallas regularizadas de 3/8 pulgadas y son obstruidos en las mallas regularizadas N° 200; deben respetar el límite dispuesto en la actual norma. El concreto preparado a base de agregados finos que no presentan partículas en las mallas N° 50 y N° 100 manifiestan inconvenientes de trabajabilidad y demasiada pérdida de agua. Se puede adicionar cemento o aditivos en el caso de que la masa carezca de agregados finos (NTP 400.037, 2014).

### **1.3.8.2 Agregado Grueso**

Los agregados gruesos constan fundamentalmente de gravas, piedras trituradas, concretos reutilizados o mezclando los componentes entre ellos, deben cumplir con los requerimientos de la actual norma (NTP 400.037, 2014).

## **1.3.9 Características de los agregados**

### **1.3.9.1 Tamaño máximo nominal**

Es determinado con la apertura del tamiz próximamente superior que detiene al menos un 15% del agregado grueso seleccionado. Es definido por medio del análisis granulométrico de los agregados gruesos y se expresa el tamaño en pulgadas o milímetros (NTP 400.011, 2008).

Conforme al Reglamento Nacional de Construcción, se menciona que el Tamaño Máximo del agregado:

- Corresponde al agregado que atraviese la malla de 2 ½ pulgadas.
- No deberá superar 1/5 del inferior distanciamiento de los bordes del encofrado.
- Debe ser menor de 1/3 de la altura de la losa y
- 3/4 de las distancias libres que hay entre varillas de acero.

### **1.3.9.2 Granulometría**

Es la repartición del tamaño que disponen los agregados. El método para determinar su distribución es por medio del uso de mallas o tamices que están regularizados según la NTP 400.012, de esta manera se consigue que las mallas retengan fracciones del agregado en cada tamiz empleado. Posteriormente se determinan las porciones que atraviesan las mallas e igualmente el porcentaje acumulado (NTP 400.011, 2008).

Las cantidades de muestra están regularizadas por la NTP 400.037 y NTP 400.012.

- Agregado fino: Para la prueba de granulometría se emplea por lo menos 300 gramos de muestra.
- Agregado grueso: Las cantidades mínimas de muestra dependen de las mallas que se utilicen.

### **1.3.9.3 Módulo de finura**

Es puntualizado como el patrón de finura al igual que un señalizador de los grosores sobresalientes del grupo de fragmentos presentes en los agregados. Del mismo modo, los módulos de fineza consiguen ser contemplados al igual que dimensiones promedias ponderadas, sin embargo, de ningún modo manifiestan las formas en que se dispone cada

partícula. Necesariamente se debe señalar que las zonas externas al igual que las cualidades deslizantes del agregado están vinculadas con los módulos de finura; debido a lo cual las solicitudes de agua serán menores en cada área externa a la vez los módulos de fineza incrementen (Lezama, 2013).

#### **1.3.9.4 Agua de mezcla**

Es el agua empleada para la fabricación, curado y mezclado del concreto, la finalidad de su utilización son las siguientes.

- Las hidrataciones de los cementos.
- Aportar trabajabilidad a la mezcla.
- Proporcionar espacios vacíos esenciales en la masa, con la finalidad de que puedan actuar los productos empleados para hidratar al concreto (NTP 339.088, 2006).

### **1.4 Formulación del problema**

¿Cómo influye la incorporación de las fibras de acero y fibras de plástico en las características mecánicas del concreto?

### **1.5 Justificación e Importancia del Estudio**

#### **1.5.1 Justificación científica**

La presente investigación tiene por finalidad proveer una dosificación ideal de las fibras de acero y fibras plásticas que permitan incrementar las caracterizaciones mecánicas del concreto y que respondan con las exigencias en el campo de su uso en los pisos de concreto. De manera que es necesario elaborar una inspección de las cualidades mecánicas del concreto para definir las ventajas de la incorporación de estas fibras en el concreto.

#### **1.5.2 Justificación ambiental**

La utilización de distintas fibras permite la reutilización de algunos materiales como el plástico y el acero, lo cual posibilita que se reduzcan los sólidos y los desechos que dejan algunas industrias de la construcción, esto permite aprovechar de manera óptima esos residuos y evitar la contaminación y acumulación de estos materiales que perjudican a la salud pública y al medio ambiente.

### **1.5.3 Justificación económica**

La presente investigación propone una opción distinta al emplear materiales de fácil manejo y funcionales como las fibras, que al ser añadidas al concreto convencional permite lograr un concreto de mejor desempeño, garantizando un mejor comportamiento mecánico, previniendo que se utilicen concretos con una menor resistencia, lo cual genera un incremento en la calidad del concreto.

### **1.6 Hipótesis**

La incorporación de fibras de acero y fibras de plástico incrementa de manera significativa las características mecánicas del concreto.

### **1.7 Objetivos:**

#### **1.7.1 Objetivo general:**

- Determinar el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de acero y fibras de plástico.

#### **1.7.2 Objetivos específicos:**

- Realizar el diseño de mezcla patrón de  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  y determinar las características mecánicas.
- Determinar las características mecánicas de un concreto de  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando fibras de acero en dosificaciones de 10, 20, 30, 40  $\text{kg/m}^3$ .
- Determinar las características mecánicas de un concreto de  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando fibras de plástico en dosificaciones de 1, 1.5, 2 y 2.5  $\text{kg/m}^3$ .
- Determinar las características mecánicas de un concreto de  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando fibras de acero y fibras de plástico.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo cuantitativa, dado que se realizaron diferentes pruebas al concreto sin las fibras y al momento de adicionar las fibras con la finalidad de confirmar la hipótesis planteada anteriormente.

### **2.2 Diseño de investigación**

Experimental, en el cual fueron examinados los resultados producidos por la incorporación de las fibras de acero y las fibras de plástico en las características físicas y mecánicas del concreto.

### **2.3 Variables, Operacionalización**

#### **2.3.1 Variables dependientes**

- Caracterizaciones mecánicas del concreto.

#### **2.3.2 Variables independientes**

- Adiciones de fibras de acero.
- Adiciones de fibras de plástico.

**Tabla 1**  
Operacionalización de Variable Dependiente.

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Índice	Técnica de recolección de información	Instrumentos	
						Instrumento de Recolección de Datos	Instrumentos de Medición
Caracterizaciones Mecánicas del concreto	Ensayos a agregados	Granulometría	Agregado fino y agregado grueso	mm	Observación	Guía de Observación	Métodos Estadísticos y Análisis en Laboratorio
		Contenido de humedad	Agua	%			
		Peso Unitario compactado y suelto	Agregado fino y Agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>			
		Peso específico y Absorción	Agregado fino y agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>			
	Propiedades del concreto en estado fresco	Trabajabilidad y consistencia	Asentamiento	Pulg.	Observación		
		Temperatura	T° concreto	°C			
		Peso unitario	Peso del concreto	kg/cm <sup>3</sup>			
	Propiedades del concreto en estado endurecido	Ensayo de Resistencias	Compresión	kg/cm <sup>2</sup>	Observación y Análisis de documentos	Guía de Observación y Guía de documentación	
			Flexión	kg/cm <sup>2</sup>			
			Tracción	kg/cm <sup>2</sup>			

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Tabla 2***Operacionalización de Variable Independiente.*

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Índice	Técnica de recolección de información	Instrumentos	
						Instrumento de Recolección de Datos	Instrumentos de Medición
Fibra de Acero	Propiedades	Dosis	-	kg/m <sup>3</sup>	Observación	Guía de Observación y Guía de documentación	Balanza
		Diámetro	-	Micrones			
		Gravedad Específica	-	gr/cm <sup>3</sup>			
		Tenacidad	-	MPa	Análisis de documentos	Catálogo técnico del fabricante	Equipo de laboratorio del fabricante
		Resistencia a la Tensión	-	MPa			
		Longitud de fibra	-	Mm			

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 3***Operacionalización de Variable Independiente.*

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Índice	Técnica de recolección de información	Instrumentos	
						Instrumento de Recolección de Datos	Instrumentos de Medición
Fibra de Plástico	Propiedades	Dosis	-	kg/m <sup>3</sup>	Observación	Guía de Observación y Guía de documentación	Balanza
		Diámetro	-	Mm			
		Gravedad Específica	-	gr/cm <sup>3</sup>			
		Tenacidad	-	MPa	Análisis de documentos	Catálogo técnico del fabricante	Equipo de laboratorio del fabricante
		Resistencia a la Tensión	-	MPa			
		Longitud de fibra	-	Mm			

*Fuente: Elaboración Propia.*

## 2.4 Población y muestra

### 2.4.1 Población

Comprende todos los testigos de concreto que fueron fabricados para determinar las caracterizaciones mecánicas del concreto sin la incorporación y de igual manera al momento de adicionar las fibras de acero y plástico. Se elaboraron en total 156 especímenes cilíndricos y 39 especímenes de concretos prismáticos.

### 2.4.2 Muestra

En primer lugar, se realizaron modelos de concreto con diferentes porcentajes de incorporación de las fibras de acero (FA), fibras de plástico (FP) y la combinación de ambas fibras; cada uno de los modelos serán sometidos a las pruebas de resistencia a la compresión, flexión y tracción diametral.

Con la finalidad de conocer las propiedades del concreto sin la añadidura de las fibras se elaboraron 15 especímenes de concreto con el diseño patrón de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, de los cuales 9 serán utilizados para el ensayo de resistencia a la compresión, 3 muestras prismáticas para el ensayo de flexión y 3 muestras para el ensayo de tracción indirecta.

**Tabla 4**  
*Concreto sin Adición de fibras.*

Concreto sin adición de fibras				
Código	Ensayo	Días	N. muestras	Total
C	Compresión	7	3	15
		14	3	
		28	3	
	Flexión	28	3	
	Tracción indirecta	28	3	

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Para realizar la prueba de compresión a la edad de 7, 14 y 28 días, se utilizaron 3 especímenes para cada edad del concreto, los cuales fueron elaborados con el diseño de mezcla patrón y sin la añadidura de fibras.

Por otro lado, se elaboraron 60 especímenes con añadidura de FA para de este modo poder determinar los efectos que genera la incorporación de distintos porcentajes de FA en las propiedades del concreto.

**Tabla 5**  
*Especímenes con adición de fibras de acero.*

Concreto con adición de fibras de acero							
Código	Dosificación		Ensayo	Días	Muestras	Parcial	total
	Volumen (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje (%)					
A-D1	10	0.44	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
A-D2	20	0.88	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
A-D3	30	1.32	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
A-D4	40	1.76	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			flexión	28	3		
			Tracción indirecta	28	3		60

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Como se muestra en la tabla 5, a los especímenes de concreto se les incorporó FA en dosificaciones de 10, 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Por cada dosificación de FA se elaboraron 15 muestras, de las cuales 9 muestras fueron utilizadas para la prueba de compresión, para la prueba de flexión se elaboraron 3 muestras y finalmente para el ensayo de tracción diametral se utilizaron 3 muestras más.

También se fabricaron 60 especímenes con adición de FP en diferentes dosificaciones para realizar los ensayos que determinan las propiedades de este concreto, en la tabla 6 podemos observar las dosis y la cantidad de muestras elaboradas.

**Tabla 6***Especímenes con adición de fibras de plástico.*

Concreto con adición de fibras de plástico							
Código	Dosificación		Ensayo	Días	Muestras	Parcial	Total
	Volumen (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje (%)					
P-D1	1.0	0.04	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
P-D2	1.5	0.07	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
P-D3	2.0	0.09	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
P-D4	2.5	0.11	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
			Tracción indirecta	28	3		60

*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se muestra en la tabla 6, a los especímenes se les añadió FP en dosificaciones de 1, 1.5, 2 y 2.5 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Por cada dosificación de FP se fabricaron 15 muestras, de las cuales 9 muestras fueron usadas en el ensayo de compresión, para la prueba de flexión se elaboraron 3 muestras y finalmente para la prueba de tracción diametral se utilizaron otras 3 muestras.

Asimismo, se fabricaron 60 especímenes con añadidura de ambas fibras (FA más FP) con diferentes dosificaciones, en la tabla 7 podemos observar la combinación de las dosis y la cantidad de muestras elaboradas para efectuar los ensayos.

**Tabla 7**  
*Especímenes con adición de fibras de acero y plástico.*

Concreto con adición de fibras de acero y plástico							
Código	Dosificación		Ensayo	Días	Muestras	Parcial	Total
	Volumen (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje (%)					
AP-D1	10FA + 1.0FP	0.44FA+ 0.04FP	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
AP-D2	10FA + 1.5FP	0.44FA+ 0.07FP	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
AP-D3	10FA + 2.0FP	0.44FA+ 0.09FP	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
AP-D4	10FA + 2.5FP	0.44FA+ 0.11FP	Compresión	7	3	15	
				14	3		
			28	3			
			Flexión	28	3		
			Tracción indirecta	28	3		60

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Como se muestra en la tabla 7, a los especímenes se les añadió FA en dosificaciones de 10 kg/m<sup>3</sup> y además se incorporó FP en dosificaciones de 1, 1.5, 2 y 2.5 kg/m<sup>3</sup>. Por cada combinación de fibra de acero y plástico se realizaron 15 muestras, de las cuales 9 muestras fueron utilizadas para la prueba de compresión, 3 muestras para la prueba de flexión y finalmente para la prueba de tracción diametral se utilizaron otras 3 muestras.

Todos los especímenes cilíndricos empleados en las pruebas de resistencia a compresión y tracción; fueron elaborados con dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los especímenes prismáticos empleados en los ensayos de Flexión tuvieron las dimensiones de 15 cm de alto, 15 cm de ancho y 50 cm de largo. Cada espécimen fue fabricado con su respectiva dosificación e incorporación de fibras de acero y plástico para posteriormente determinar cómo varían las propiedades del concreto al momento de aumentar la dosis de fibras.

## **2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.5.1 Técnica para la recolección de datos**

**Observación:** Se efectuaron distintas pruebas de resistencia al concreto para determinar la caracterización mecánica del concreto sin la adición de las fibras y la caracterización del concreto al momento de incorporar las fibras en diferentes dosificaciones, se apuntaron los resultados que se obtienen en cada una de las pruebas para su posterior análisis.

**Ensayos:** Con los especímenes cilíndricos de concreto se realizó la prueba de resistencia a la compresión, de acuerdo a lo señalado en la norma NTP 339.034, de igual modo los especímenes prismáticos fueron sometidos a la prueba de resistencia a la flexión mediante el protocolo de la viga simplemente apoyada y aplicando la carga en el centro de dicha viga. La prueba de resistencia a la tracción diametral también se efectuó con especímenes cilíndricos de acuerdo a la norma NTP 339.084, de cada uno de los ensayos realizados se obtuvieron valores que determinaron las propiedades mecánicas de los materiales empleados y del concreto con el uso de las fibras.

**Análisis de documentos:** La información recolectada de diversos artículos de revistas, informes de investigación, normas y libros; fue empleada para poder analizar todos los valores obtenidos en cada uno de los ensayos.

### **2.5.2 Instrumentos para la recolección de datos**

La recolección de información se realizó mediante la indagación de normativas, informes, artículos científicos y artículos de revistas relacionadas con el tema de investigación. El laboratorio de suelos MAGMA SAC. proporcionó los aparatos, equipos e instrumentos que se emplean para realizar cada uno de los ensayos de compresión, tracción y flexión conforme a lo estipulado en las normas vigentes.

Para obtener las caracterizaciones tanto de los materiales como del concreto, se utilizaron tamices, probetas, bandejas, taras, hornos, etc.; cada uno de estos instrumentos permitió el análisis físico mecánico, también cabe resaltar que los equipos utilizados para los ensayos del concreto están calibrados apropiadamente.

### 2.5.3 Validez y confiabilidad

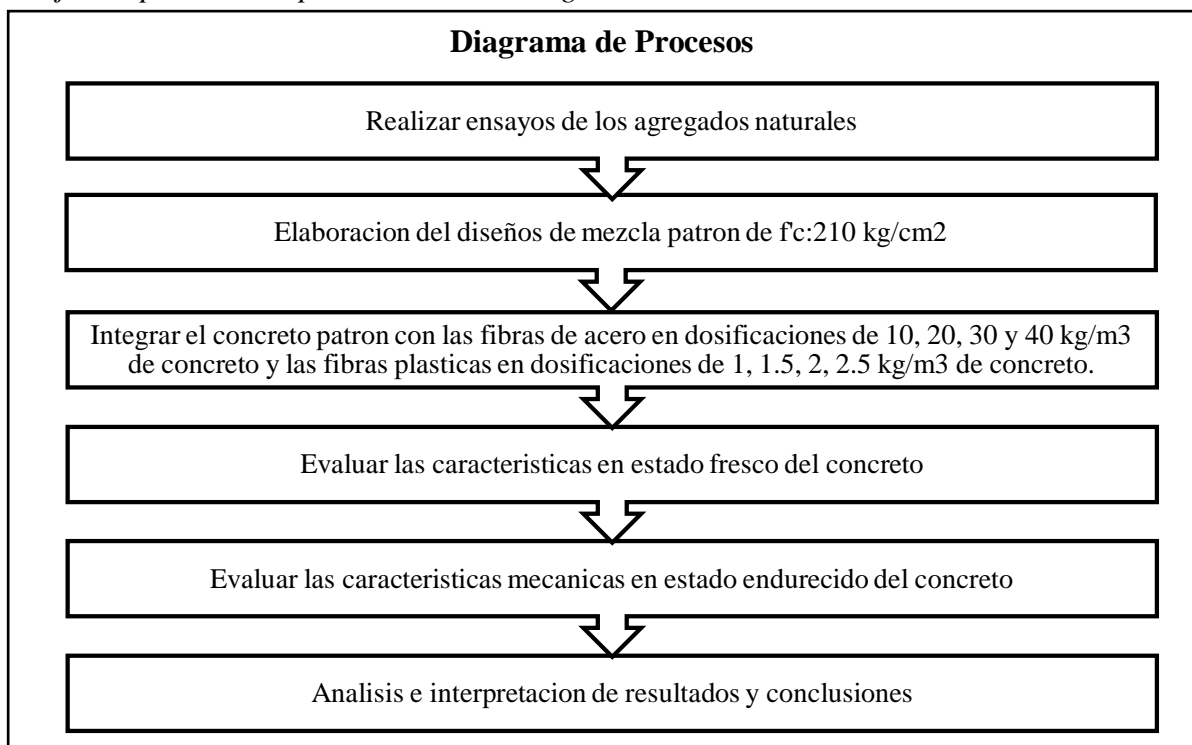
Cada uno de los ensayos fueron realizados cumpliendo con su respectiva norma, para el caso de normas no establecidas en el marco normativo peruano (NTP) se optó por utilizar la norma ASTM. En relación a los resultados de las pruebas realizadas, cada uno de los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de MAGMA S.A.C con los instrumentos, aparatos, equipos adecuados y correctamente calibrados con la finalidad de que los datos y resultados obtenidos sean exactos.

## 2.6 Procedimiento de análisis de datos

### 2.6.1 Diagrama de flujo de procesos.

**Figura 2**

*Flujos de procesos empleados en la investigación.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.6.2 Descripción de procesos

#### 2.6.2.1 Selección y obtención de materiales

- Cemento: El cemento utilizado fue el Pacasmayo Portland tipo I.



- Agregado Grueso y Fino: El agregado grueso y fino provienen de la cantera Josecito situada a 3km de la ciudad de Chamaya – Cajamarca, estos materiales son recolectados en las proximidades del río Utcubamba.
- Fibra de acero: La FA utilizada es SikaFiber CHO 80/60 NB.

**Figura 3**

*Fibras de acero SikaFiber CHO 80/60.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

- Fibra de plástico: La FP empleada es Sika Fibermesh – 150.

**Figura 4**

*Fibra de plástico Sika Fibermesh – 150.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.6.2.2 Ensayos realizados a los agregados

**Granulometría:** Se determina la distribución granulométrica del agregado fino y grueso debido al tamaño de sus partículas, la norma ASTM C136 y la norma NTP 400.012 describen el método para determinar dicha distribución.

Se utiliza una muestra de agregado la cual debe estar seca, para ellos se coloca previamente en un horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$ , luego de conocer su peso, la muestra es colocada en una serie de tamices que están dispuestas de tal manera que el primer tamiz tiene una abertura mayor y sucesivamente la abertura del tamiz va disminuyendo.

**Figura 5**

*Secado de muestra de agregado fino y grueso en horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .*



*Fuente: Elaboración Propia.*

El horno a emplearse debe tener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , la balanza utilizada para pesar el agregado fino debe tener una aproximación de 0.1 gr para obtener datos con mayor exactitud.

Los tamices que se emplean para los agregados finos son el N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100. Para los agregados gruesos solamente se emplean el tamiz de 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4. Estos tamices están normados por la NTP 350.001.

Luego de retirar la muestra del horno, se debe seleccionar los tamices correctos dependiendo del tipo de agregado que se va a trabajar. Seleccionados los tamices y colocados en orden se coloca la muestra del agregado por la parte superior de los tamices.

Tamizar de manera continua, evitando que los tamices se sobrecarguen de material, cuando después de uno minuto el 1% de masa retenida sobre el tamiz no pasa por la abertura de este, se dará por concluido el tamizado.

**Figura 6**  
*Análisis de tamizado de agregado grueso y fino.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Finalmente se debe pesar la muestra que está retenida en cada uno de los tamices, se evalúa el porcentaje que está retenido en cada tamiz y se evaluará el módulo de finura mediante la siguiente fórmula.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido acumulado en cada tamiz}}{100}$$

***Ecuación 1. Módulo de finura***

**Peso unitario:** Se determina el peso unitario del agregado mediante la lectura de datos del agregado en estado suelto y compactado, las normas ASTM C29 Y la norma peruana NTP 400.017 detalla el procedimiento de este ensayo.

Este ensayo es empleado para definir la densidad de la masa, la cual es usada para determinar la proporción recomendada que debe tener la mezcla del concreto.

De la misma forma que el ensayo de granulometría se debe utilizar una balanza que tenga una aproximación de 0.1 gr para obtener datos con mayor exactitud.

Se debe determinar el peso específico del agua para lo cual se debe ocupar una fiola que contendrá 500 cm<sup>3</sup> de agua, posteriormente se calculará el peso del recipiente vacío y el recipiente con los 500 cm<sup>3</sup> de agua.

$$P = \frac{M2 - M1}{V}$$

**Ecuación 2. Peso específico del agua**

Donde:

P= Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)

M2= peso de fiola con 500 cm<sup>3</sup> de agua (kg)

M1= peso de fiola (kg)

V= Volumen de fiola (m<sup>3</sup>).

El factor utilizado para el recipiente generalmente es 1/m<sup>3</sup>, el cual se obtiene con los datos calculados del peso del recipiente vacío y de este llenado con agua.

Para obtener el peso del agregado suelto, tenemos que definir el envase vacío donde se colocará el agregado y luego completar el envase con todo el agregado que entre en este, el material que esté sobre el envase será rasado con una regla y se calcula el peso del envase llenado con agregado.

**Figura 7**

*Proceso de rasado de la muestra.*



**Fuente:** *Elaboración Propia.*

El peso del agregado compactado se obtiene con un procedimiento similar al del agregado suelto, pero en este caso el envase será llenado en 3 capas cada una de un tercio. En cada capa se debe apisonar el agregado con 25 golpes para lo cual se utilizará una varilla, se repetirá este proceso hasta completar el envase con el agregado y el material que exceda el envase será razado con una regla.

$$PU = \frac{G - M}{F}$$

**Ecuación 3. Peso unitario.**

Donde:

G= peso de recipiente con el agregado (kg)

M= peso del recipiente vacío (kg)

F= factor para el recipiente

PU= peso específico del agregado (kg/m<sup>3</sup>).

**Figura 8**

*Proceso de compactado con 25 golpes por capa.*



**Fuente:** *Elaboración Propia.*

**Peso específico y absorción de los agregados gruesos:** Empleando las normativas ASTM C127 y la norma peruana NTP 400.021, podemos conocer los parámetros y los artefactos que se utilizan para realizar este ensayo, para así determinar el peso específico y la absorción de los agregados gruesos.

Para llevar a cabo este ensayo se requiere una canasta para densidades con una malla N° 6, un recipiente para poder colocar la canasta y posteriormente sumergirla en agua, un horno o cocina para secar la muestra y una balanza.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

**Ecuación 4. Peso específico de masa del agregado grueso.**

Donde:

A= peso de muestra seca

B= peso de muestra saturada

C= peso de la muestra saturada en el agua.

Para comenzar con el ensayo previamente se debe secar la muestra en un horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , cuando tengamos la muestra seca esta se colocará seguidamente en un envase para después ser sumergido en agua durante un periodo de tiempo de 24 horas.

Transcurrida las 24 horas, retirar la muestra y secar toda su superficie con un trapo para absorber la mayor cantidad de agua que esté sobre las partículas, posteriormente pesar la muestra y luego colocarla dentro de la canasta para densidades, pesar nuevamente la muestra con la canasta. Cuando tengamos todos los datos anteriores se colocará la canasta con la muestra en un recipiente repleto de agua para pesarlo y establecer el peso del agregado saturado con agua.

**Figura 9**

*Determinación del peso de la canasta con el agregado.*



**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Luego depositar la muestra en un recipiente, esta debe colocarse en un horno o cocina a una temperatura aproximada de  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta que la muestra esté completamente seca. Se dejará enfriar la muestra durante 2 horas para después determinar su peso y con los valores obtenidos reemplazarlos en las fórmulas siguientes.

$$Ab (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

**Ecuación 5. Absorción del agregado grueso.**

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

*Ecuación 6. Peso específico aparente del agregado grueso.*

**Peso específico y absorción de los agregados finos:** Este ensayo se ejecuta utilizando la norma peruana NTP 400.022 y la norma internacional ASTM C128, con estas normas podemos conocer los parámetros y artefactos que se utilizan para realizar este ensayo, para así determinar los pesos específicos y la absorción de los agregados gruesos finos. Para llevar a cabo este ensayo se requiere un cono de absorción de arena con dimensiones de 40 mm de diámetro en la parte superior y 90 mm en la parte inferior con una altura de 75 mm, una fiola o envase, un pisón, un horno o cocina para secar la muestra y una balanza.

$$Pem = \frac{Wo}{(V - Va)}$$

*Ecuación 7. Peso específico de masa del agregado fino.*

Donde:

Wo= peso de la muestra seca (gr)

V= volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)

Va= volumen del agua añadida en la fiola (cm<sup>3</sup>).

Antes de comenzar con el ensayo se debe secar la muestra en un horno a una temperatura de 110°C ± 5°C, luego se coloca el material sobre un recipiente y será sumergido en agua durante 24 horas; después de 24 horas retirar la muestra y extenderla sobre una bandeja de manera uniforme para posteriormente con un secador absorber la mayor humedad que tenga la muestra y asegurar un secado homogéneo.

Para comprobar la humedad superficial del agregado fino, se colocará la muestra dentro del cono de absorción llenándolo hasta el ras del molde y posteriormente se compactará con el pisón dando 25 golpes. Al retirar el cono lentamente se debe observar un leve hundimiento lo que indica que se ha conseguido una superficie seca en la muestra.



**Figura 10**

*Proceso de compactación de muestra en cono de absorción de arena.*



**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Para determinar el peso específico de la masa se debe colocar 500 gramos aproximadamente de la muestra dentro de una fiola o un envase, luego agregar agua hasta completar 500 cm<sup>3</sup> o un volumen conocido y luego agitar para eliminar el aire que esté atrapado entre las partículas de la muestra y dejar reposar durante aproximadamente 1 hora. Posteriormente se le agrega agua hasta completar los 500 cm<sup>3</sup> marcados en la fiola y se definirá el peso del agua que se ha agregado.

Habiendo obtenido los datos anteriores se retira la muestra de la fiola para ser secada a una temperatura de 110°C ± 5°C, se determinará el peso de la muestra después de su secado y se reemplazan estos valores en las fórmulas siguientes para poder determinar el peso específico.

$$Pea = \frac{W_o}{(V - Va) - (500 - W_o)}$$

**Ecuación 8.** *Peso específico aparente del agregado fino.*

$$Ab (\%) = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

**Ecuación 9.** *Absorción del agregado fino.*



**Contenido de humedad:** Para conocer los parámetros y los artefactos que se utilizan en esta prueba, se emplearán la norma peruana NTP 400.185 y la norma internacional ASTM C566, para así obtener información de la cantidad de humedad que pierde el material al momento de su secado en el horno.

Para llevar a cabo este ensayo se requieren unas taras o recipientes en los cuales se colocarán todas las muestras, un horno donde se dispondrán las muestras a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para su secado y también se requiere una balanza.

**Figura 11**

*Colocado de muestras dentro del horno para determinar el contenido de humedad.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Este ensayo se realiza tomando una porción de agregado fino o grueso como muestra y se deposita en una tara para después con una balanza para determinar el peso de dicha muestra. Luego se colocará la tara con la muestra dentro del horno a una temperatura aproximada de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se dejará secar la muestra durante unas 24 horas; posteriormente se retirará la muestra del horno para ser pesada nuevamente.

Una vez se hayan realizado todos los pasos descritos anteriormente tendremos todos los valores para precisar el contenido de humedad de cada muestra, las fórmulas a emplear son las siguientes.

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

**Ecuación 10.** *Contenido de humedad.*

Donde:

P= Contenido de humedad en la muestra (%)

W= peso de la muestra húmeda (gr)

D= peso de la muestra seca (gr).

**Materiales finos que pasan por tamiz N°200 por lavado de agregados:** Con la finalidad de conocer los parámetros y todos los artefactos que se utilizan en este ensayo, se emplean la norma peruana NTP 400.018 y la norma internacional ASTM C117, para así obtener información de cuál es la cantidad de material del agregado fino que atraviesa la malla número 200 al momento de purificar la muestra con su lavado. Para llevar a cabo este ensayo se requiere emplear el tamiz número 200 para el lavado de la muestra, taras o recipientes para depositar la muestra, un horno, una balanza y agua para lavar el agregado.

Al iniciar con el ensayo se debe depositar la muestra del agregado fino sobre una tara y dejar secar en el horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego se dejará secar y se podrá comenzar a realizar su lavado. Previamente al lavado se debe introducir una cantidad de agua pequeña que permita dividir todas las partículas del agregado, luego se verterá en agua sobre el tamiz número 200.

El lavado del agregado fino se realizará vertiendo la muestra con agua sobre el tamiz número 200, se debe verificar que todas las partículas que estaban en la tara se hayan vaciado sobre el tamiz; seguidamente se añadirá agua y se agitará constantemente, este proceso debe repetirse hasta conseguir que todas las impurezas que tiene las partículas desaparezcan.

**Figura 12**

*Proceso de lavado del agregado con el tamiz N. 200.*



**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Finalmente, la muestra que permaneció retenida en el tamiz 200 se coloca en una tara y se introduce dentro del horno para dejarla secar, después de aproximadamente 24 horas se retira la muestra y se pesa. Con los valores obtenidos anteriormente podemos determinar el contenido de humedad al reemplazar dichos datos en la siguiente fórmula.

$$A = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

**Ecuación 11.** *Materiales finos que pasan por tamiz N°200 por lavado de agregados.*

Donde:

A= material fino que pasa por el tamiz número 200 (%)

P1= peso inicial de la muestra seca (gr)

P2= peso final de la muestra ensayada (gr).

**Diseño de mezcla:** Empleando el método de ACI, podemos conocer los parámetros y las especificaciones que se utilizan para realizar un adecuado diseño; para llevar a cabo este método se requiere utilizar las características y los valores obtenidos anteriormente en las pruebas de los agregados finos y gruesos, la resistencia será aumentada con el uso de un factor de variación el cual dependerá de la resistencia detallada, mediante la siguiente tabla se podrá determinar los factores que deben ser usados.

**Tabla 8**  
*Resistencia de compresión promedio.*

F'c	F'cr
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

**Fuente:** Método ACI-211.

Con los datos obtenidos de los ensayos del agregado grueso se puede determinar su tamaño máximo nominal, por otra parte, el asentamiento será definido mediante el modelo de consistencia que se requiera.

**Tabla 9**  
*Asentamiento recomendado de acuerdo al tipo de consistencia.*

Consistencia	Slump
Seca	0" - 2"
Plástica	3" - 4"
Fluida	≥5"

**Fuente:** Método ACI-211.

Estos valores serán utilizados como referencia para establecer los requerimientos de agua y el contenido de aire atrapado, la siguiente tabla será empleada para determinar estas dos variables.

**Tabla 10**  
*Requerimiento de agua y contenido de aire.*

Resistencia en 28 días(Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación a/c en peso	
	Sin incorporación de aire	Con incorporación de aire
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60
150	0.80	0.70

**Fuente:** Método ACI-211.

Mediante la siguiente tabla se podrá establecer la relación de agua- cemento óptima teniendo como referencia la resistencia deseada.

**Tabla 11**  
*Relación a/c y resistencia a la compresión del concreto.*

Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	130	113
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Aire atrapado en %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

*Fuente: Método ACI-211.*

Seguidamente se emplea el valor del módulo de fineza y también los datos de la granulometría para definir el tamaño máximo del agregado, con dicha información obtendremos el volumen de agregado grueso requerido mediante la tabla que se presenta a continuación.

**Tabla 12**  
*Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

Tamaño máximo (agregado grueso)	Módulo de fineza de agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: Método ACI-211.*

Finalmente se debe precisar la dosis que se empleará de material para realizar el diseño de mezclas requerido, al momento de realizar los especímenes se deberá tener en cuenta la humedad de los agregados, ya que dependiendo de esto la cantidad de agua varía.

**Fabricación y curado de los especímenes de concreto:** Con el fin de conocer las especificaciones y los artefactos que se emplean en la fabricación de cada muestra de concreto, se utilizarán la norma peruana NTP 339.183 y la norma internacional ASTM C192, para así obtener información de cuál es proceso que se debe seguir para fabricar los especímenes de concreto y el método usado para hidratar a todos los especímenes.

**Figura 13**

*Moldes empleados para la fabricación de especímenes de concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Para llevar a cabo la fabricación de un espécimen se requiere emplear un molde de PVC o acero con una configuración cilíndrica, estos moldes deben cumplir con especificaciones y parámetros mencionados en la norma ASTM C470, las dimensiones normadas que se emplearán son diámetros de 15 cm en la parte superior e inferior y una altura total del molde de 30 cm. Estos especímenes serán empleados en las pruebas de compresión y tracción.

La fabricación de los especímenes para la prueba de flexión será mediante el uso de un molde prismático, el cual se emplea para elaborar las viguetas que se utilizarán en dicha prueba. Este molde debe tener 15 cm de ancho entre las caras internas del molde, una altura de 15 cm desde la base y un largo de 50 cm.

En el proceso de la fabricación de los especímenes también se requiere emplear los siguientes implementos: una pala, baldes, taras, carretilla, balanza, una varilla compactadora usada para eliminar el aire atrapado y también distribuir uniformemente el concreto dentro del molde; un mazo de goma que se utiliza para golpear el molde y evitar que la probeta tenga poros en su superficie, una mezcladora de trompo para combinar todos los materiales y el cono de Abrams para calcular el slump.

**Elaboración de la mezcla de concreto:** Para preparar las muestras de concreto se emplea la dosificación calculada en el diseño de mezcla, donde se especifica las cantidades de agregados, cemento y agua. Una vez calculada las cantidades de materiales que se van a utilizar, se debe tener preparado las herramientas mencionadas anteriormente para combinar dichos materiales.

Previamente se debe limpiar la mezcladora de trompo, es importante que dentro del trompo no se encuentren residuos de concreto u otras impurezas que puedan alterar la mezcla, al instante que se pone en funcionamiento la mezcladora se debe introducir dentro del trompo el agregado grueso y una porción de la totalidad de agua calculada, posteriormente se adiciona el agregado fino con el cemento y el agua restante dentro del trompo que se encuentra constantemente en rotación.

Cuando todos los materiales hayan estado combinándolos dentro del trompo por un tiempo aproximado de 3 minutos, se deberá dejar reposar unos minutos el concreto para seguidamente combinarlos con la mezcladora otros 3 minutos, cumplido el tiempo de mezclado se vaciara todo el concreto dentro del trompo sobre una carretilla, donde se continuará mezclando el concreto con la ayuda de una pala, todo esto con la finalidad de conseguir una mezcla uniforme y que los materiales estén correctamente distribuidos.

**Figura 14**

*Elaboración de mezcla de concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Cuando se realicen las muestras con adición de fibras de acero, con añadidura de fibras de plástico y la combinación de estos dos; se deberá tener en cuenta las dosificaciones especificadas anteriormente y se agregaran a las mezclas destinadas a la fabricación del concreto con dichas fibras. En caso de que se requiera adecuar la uniformidad de la mezcla, se puede añadir agua para que tenga el asentamiento pretendido.

**Figura 15**

*Incorporación de fibras a la mezcla de concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Asentamiento del concreto:** Para conocer las especificaciones, los artefactos y las herramientas necesarias para realizar esta prueba, se emplea la norma peruana NTP 339.035 con la cual obtendremos información del procedimiento y el uso del cono de Abrams para medir este parámetro.

La mezcla que se realizó anteriormente será vertida dentro del cono de Abrams, por lo cual previamente se debe humedecer toda la superficie del molde, después este se colocará sobre un área plana.

Se introducirá una porción de la mezcla dentro del cono hasta completar una tercera parte del volumen total del molde, posteriormente con la ayuda de una varilla se compactará la mezcla dando 25 golpes sobre la capa de manera homogénea. Al momento de compactar con la varilla se deberá hacer presión sobre los agarradores que se encuentran en la base del cono para evitar que el concreto se escurra debajo del molde.



**Figura 16**

*Compactación de la mezcla para determinar el slump.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

El proceso descrito anteriormente se repetirá, hasta completar las 3 capas que llenaran en su totalidad el molde, en la capa final se coloca mezcla hasta que exceda el molde ya que al momento de compactar se acomodan todas las partículas y la mezcla quedará al ras del molde, en caso de que la mezcla quede sobre el molde se nivelará con una regla.

Finalmente, para calcular el asentamiento se procede a alzar el cono de manera vertical y se coloca al lado de la mezcla, seguidamente se medirá la altura que hay entre la cara superior de la mezcla deformada y el molde.

**Temperatura del concreto:** Esta prueba se determina empleando la norma peruana NTP 339.184, la cual describe las especificaciones y artefactos necesarios para conocer la temperatura de cada mezcla que se haya elaborado. Para llevar a cabo dicha prueba se requiere un recipiente en el cual se verterá la mezcla y también es necesario un artefacto capaz de medir la temperatura. Antes de comenzar con la medición el recipiente con la mezcla debe estar distribuido de tal manera que pueda cubrir 75 mm del aparato de medición, posteriormente para obtener los valores de la temperatura se introducirá el aparato dentro de la mezcla y se dejará durante 2 minutos hasta que la lectura sea estable, finalmente se toma una segunda lectura 5 minutos después.

**Elaboración de especímenes:** Se debe colocar los moldes cilíndricos y los moldes prismáticos sobre un área plana, todos los moldes serán lubricados con grasa para que se puedan retirar las muestras con facilidad; Los moldes serán llenados en 3 capas, cada capa será un tercio del volumen total del molde, cuando se realice el vaciado de la primera capa seguidamente se compactará con una varilla dando 25 golpes, este procedimiento se repite nuevamente en la segunda capa.

En la capa final se agrega el concreto de modo que exceda el molde ya que si solo se llena al ras la mezcla no logrará llenar el molde. Al momento de compactar la capa final el material que esté sobre el molde será nivelado con una regla.

**Figura 17**

*Fabricación de especímenes de concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Cuando el molde está abarrotado con concreto se dará un par de golpes con un mazo de goma para acomodar las partículas y evitar que haya poros dentro del concreto. Finalmente se deberá almacenar los moldes en un espacio seguro, donde no sufran ninguna alteración, al momento de su traslado se debe evitar que se derrame una porción de la mezcla y al momento de dejar el molde en su lugar se verificará que la superficie no esté inclinada.

**Curado de especímenes:** Se emplea la norma NTP 334. 077 para conocer las especificaciones y los artefactos que se necesitan para realizar un adecuado curado de cada espécimen.

Cuando se haya finalizado la fabricación de todos los especímenes, estos se mantendrán acopiados por 48 horas en un sector donde se evite la disminución de la humedad de las muestras, también se pueden cubrir las muestras para conservar su temperatura previa al curado final.

**Figura 18**

*Curado de especímenes de concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Después de 48 horas dichos especímenes serán desmoldados para su curado final, en el cual se tendrá que conservar humedecida constantemente toda la superficie de los especímenes a una temperatura aproximada de  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta el instante que se realice cada prueba del concreto. Para realizar el curado de una manera adecuada según la norma se pueden emplear gabinetes de humedad, cilindros o tanques para el acopio del agua.

**Figura 19**

*Curado de especímenes prismáticos de concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Peso Unitario del concreto fresco:** Se aplicará la norma peruana NTP 339. 046 y la norma internacional ASTM C138 con el propósito de averiguar los parámetros y artefactos necesarios para realizar esta prueba. Con el presente ensayo se podrá definir la densidad del concreto en su etapa fresca y de la misma forma en su etapa de endurecido.

Para llevar a cabo dicha prueba se requiere únicamente cada uno de los moldes y una balanza. Previamente se tienen que determinar los pesos de los moldes sin la añadidura de la mezcla, después de agregar el concreto dentro del molde se debe pesar nuevamente, de este modo se obtendrán los valores necesarios para averiguar el peso unitario de cada muestra.

**Resistencia a la compresión:** Empleando las normativas ASTM C39 y la norma peruana NTP 339.034, podemos conocer los parámetros y los artefactos que se utilizan para realizar este ensayo. Los especímenes cilíndricos serán colocados en la máquina eléctrica digital, en la cual obtendremos los valores de la resistencia de cada elemento.

Para ejecutar esta prueba se requiere los siguientes aparatos: Retenedores de acero que serán colocados en ambos extremos de los especímenes, Máquina eléctrica digital (modelo PC-180) que cumple con todos los requerimientos de la norma para ejecutar los ensayos, el último elemento a utilizar serán las muestras de concreto.

En esta prueba las muestras serán ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días, estas edades de la fabricación del concreto se tomarán como referencia para verificar el aumento de la resistencia y cómo se modifican sus valores a través de las diferentes edades que la muestra tenga. Dependiendo de la edad de fabricación existe un tiempo de permisibilidad para llevar a cabo el ensayo, esta relación se muestra en el cuadro siguiente.

**Tabla 13**  
*Edad de prueba y tolerancias permisibles*

Edad	Tolerancia
24 h	$\pm 0.5$ h ó 2.1 %
3 d	$\pm 2$ h ó 2.8 %
7 d	$\pm 6$ h ó 3.6 %
28 d	$\pm 20$ h ó 3.0 %
90 d	$\pm 48$ h ó 2.2%

*Fuente: NTP 339.034*

Se colocarán los retenedores de acero en la parte superior e inferior de cada uno de los especímenes, luego estos serán introducidos dentro de la máquina en la cual se ajustará el plato de carga con los retenedores, debe verificarse que estén alineados antes de comenzar con la rotura.

Previamente a realizar la prueba se tiene que verificar que el indicador digital de las cargas este en cero, seguidamente se utilizara una carga continua sobre el espécimen a una velocidad de  $0.25 \pm 0.05$  Mpa/s como se indica en la norma.

En la etapa inicial del ensayo se permite emplear una elevada velocidad de carga, posteriormente se ira ajustando dicha velocidad para evitar la carga de choque sobre el espécimen. Cuando el ensayo está llegando a su etapa final la velocidad de carga se mantendrá constante ya que los esfuerzos aplicados decrecen debido a la fragmentación de los especímenes.

**Figura 20**

*Colocación de especímenes de concreto en la máquina (modelo PC-180) para la prueba de resistencia a la compresión.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Cuando el espécimen comienza a fracturarse, la máquina automáticamente se detendrá y obtendremos los valores de la carga máxima aplicada; seguidamente se definirá el tipo de falla que ha sufrido en concreto de acuerdo a los esquemas presentados en la norma. Para deducir la resistencia a la compresión se emplearán las cargas máximas y el área transversal donde se aplica dicha carga, estos valores se reemplazan en la fórmula que se muestra a continuación.

$$\text{Resistencia del concreto} = \frac{\text{Carga máxima aplicada}}{\text{Área transversal del espécimen}}$$

**Ecuación 12.** Resistencia a la compresión.



**Resistencia a la flexión:** Con la finalidad de conocer los parámetros y todos los artefactos que se utilizan en la presente prueba, se emplean la norma peruana NTP 339.079 y la norma internacional ASTM C293, el método empleado para deducir la resistencia será mediante una viga simplemente apoyada con la aplicación de la carga en el centro del tramo.

Los especímenes prismáticos serán colocados en la máquina eléctrica digital (modelo PC-180), en la cual obtendremos los valores de la resistencia de cada elemento y las cargas aplicadas sobre dichos especímenes.

**Figura 21**

*Colocación de especímenes en la máquina para la prueba de resistencia a la flexión de viga simplemente apoyada con carga en el centro del tramo.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Para ejecutar esta prueba se requiere los siguientes aparatos: Máquina eléctrica digital (modelo PC-180) que cumple con todos los requerimientos de la norma ASTM C293 para efectuar el ensayo, un bloque de carga el cual tiene que cubrir todo el ancho del espécimen, bloques de apoyo el cual consta de 1 apoyo en la parte superior y 2 apoyos en la parte inferior, ambos con superficies cilíndricas las cuales deben estar alineados con el eje del bloque de carga.

En esta prueba las muestras serán ensayadas a la edad de 28 días inmediatamente después de ser retiradas del agua, ya que mientras la muestra vaya perdiendo su humedad, los valores de resistencia también irán disminuyendo. Previamente a realizar la prueba se tiene que verificar que el indicador digital de las cargas esté en cero.

Se seleccionará un espécimen y se colocará de tal manera que su eje coincida con el centro de los bloques de carga y de apoyo, se debe verificar que la superficie de los bloques esté en contacto con el plato de carga. Finalmente, con la máquina se aplicará una carga de manera continua y con una velocidad permanente hasta el instante del fallo del espécimen.

Posteriormente se retirará el espécimen de la máquina de ensayo y se tomarán las medidas del ancho y alto en el sector de la falla, estos valores serán empleados para definir el módulo de rotura de cada muestra.

$$M_r = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$$

***Ecuación 13. Módulo de rotura ( $M_r$ ).***

Donde:

$M_r$ = Módulo de rotura (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$ = Carga máxima de rotura (kg)

$L$ = Longitud del tramo (cm)

$b$ = Ancho de la viga en el sector de la falla (cm)

$h$ = Altura de la viga en el sector de la falla (mm)

**Resistencia a tracción por compresión diametral:** Empleando la normativa NTP 339.084 y la norma internacional ASTM C496-96, podemos conocer los parámetros y los artefactos que se utilizan para realizar este ensayo, En esta prueba el espécimen está sometido a una carga continua que es aplicada sobre toda la extensión de su diámetro hasta que se logre la rotura de dicho espécimen.

Para ejecutar esta prueba se requiere los siguientes aparatos: Máquina eléctrica digital (modelo PC-180) que cumple con todos requerimientos de las normas mencionadas anteriormente, Placas y barras de apoyo que se colocarán sobre la parte superior e inferior del espécimen cubriendo en su totalidad el largo del diámetro de este. En esta prueba las muestras serán ensayadas a la edad de 28 días inmediatamente después de ser retiradas del agua, dichas muestras se acomodarán de forma transversal dentro de la máquina digital para el ensayo.



**Figura 22**

*Colocación de especímenes de concreto para la prueba de resistencia a la tracción diametral.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Previamente a realizar la prueba se tiene que verificar que el indicador digital de las cargas esté en cero, también se debe tener en cuenta la alineación del espécimen con las barras de apoyo y la máquina de ensayo ya que al no estar colocado correctamente la resistencia variará considerablemente. La velocidad de carga aplicada se mantendrá de manera continua ya que los esfuerzos aplicados decrecerán debido a la fragmentación de los especímenes, la velocidad empleada debe estar en un rango de 0.7 a 1.4 Mpa/minuto.

Para deducir la resistencia a la tracción se emplearán las cargas máximas que se muestran en el indicador de la máquina, el diámetro de los especímenes y la longitud del tramo donde se aplican las cargas. La fórmula donde se reemplazan los datos obtenidos anteriormente es la siguiente:

$$T = \frac{2 \times P}{\pi \times d \times l}$$

***Ecuación 14. Resistencia a la tracción.***

Donde:

T= resistencia a la tracción (Kg/cm<sup>2</sup>)

P= carga máxima de rotura (Kg)

d= diámetro del espécimen (cm)

l = longitud del espécimen (cm)

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 Diseño de mezcla y características mecánicas del concreto patrón**

A fin de determinar las características físicas del agregado se realizaron ensayos básicos a los materiales, los resultados obtenidos de las diferentes pruebas son indispensables para poder elaborar el concreto patrón (Mezcla C) con resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> que será empleado para elaborar los especímenes patrón y las muestras con la añadidura de las fibras. Referente a las características geotécnicas de los agregados se tiene:

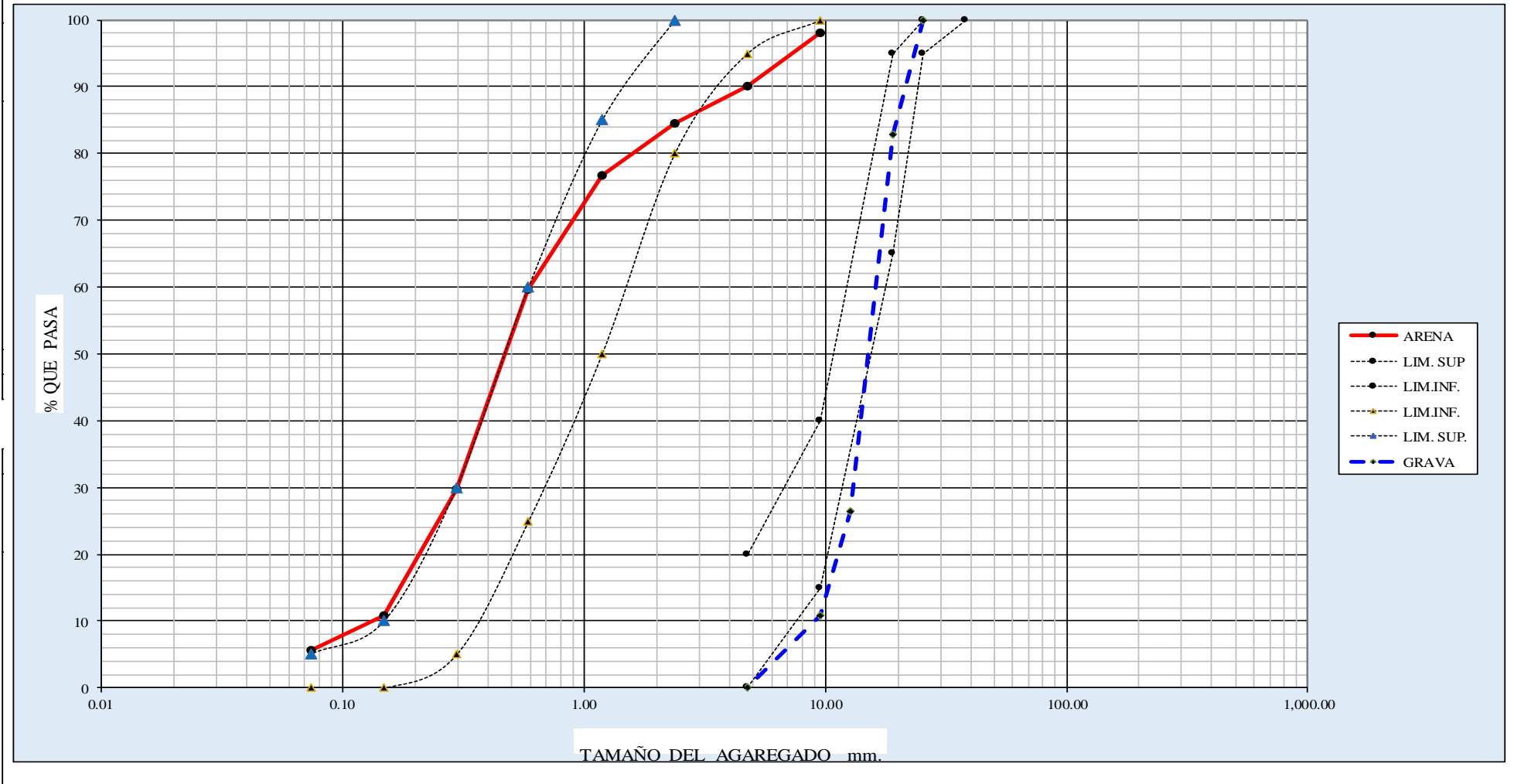
##### **3.1.1 Características de los agregados**

###### **3.1.1.1 Análisis granulométrico del agregado fino (AF) y agregado grueso (AG)**

El material empleado fue extraído de la Cantera Josecito del distrito de Jaén; se tomaron 2 muestras representativas de grava y arena para determinar la gradación del agregado. Los resultados de este ensayo según los gráficos generados por las comparaciones entre los materiales utilizados y los porcentajes que atraviesan los tamices, se describen a continuación:

**Figura 23**

*Curva granulométrica del agregado fino y del agregado grueso (Primer ensayo)*



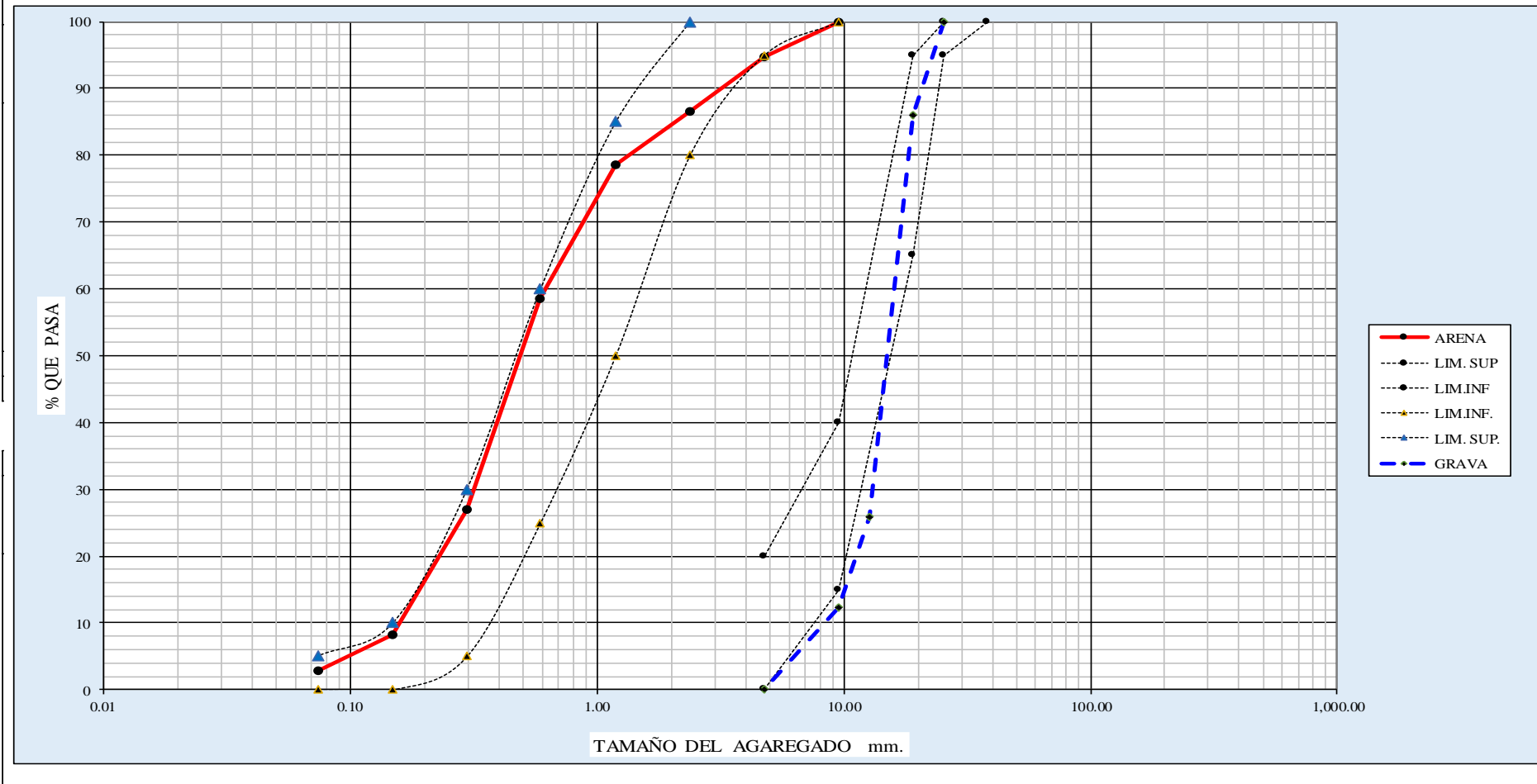
*Fuente: Elaboración Propia*

En la figura 23 se muestran las curvas granulométricas del agregado fino (AF) y agregado grueso (AG) de la cantera utilizada, para realizar este ensayo se utilizó como muestra 4500 gr de grava y 500 gr de arena; respecto a la curva del AF se observa que los tamices N°4, N°100 y N°200 el porcentaje de arena que pasa por estos tamices es mayor a los límites que indican los parámetros de la NTP 400.012; por otro lado, el porcentaje de arena que atraviesan a los siguientes tamices de N°8, N°16, N°30, N°50 cumplen con límites que indica la norma anteriormente mencionada, dando a entender que la arena tiene una gradación regular de sus partículas, también se pudo determinar que el módulo de fineza de esta muestra es de 2.48, lo cual cumple con el rango de valores que la norma indica (MF varía de 2.3 a 3.10). En relación a la curva del AG se muestra la gradación de las partículas de la grava utilizando los tamices 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y N°4, en la que se observa que en los tamices de 1/2" y 3/8" el porcentaje de material que atraviesa las mallas es mayor a los límites. Así mismo, los porcentajes de los tamices de 1" y 3/4" están dentro de los parámetros lo que indica que la gradación de la grava es regular, también se pudo observar que el tamaño máximo y el tamaño máximo nominal de la grava es de 1" y 3/4" respectivamente.

Además, se realizó un segundo ensayo para comprobar la gradación del AF y AG estén dentro de los límites que indican los parámetros de la NTP 400.012; los resultados de este ensayo según los gráficos generados por las comparaciones entre los materiales utilizados y los porcentajes que atraviesan los tamices, se describen a continuación:

**Figura 24**

Curva granulométrica del agregado fino y del agregado grueso (Segundo ensayo).



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 24 se muestran las curvas granulométricas del segundo ensayo realizado al AF y AG grueso utilizando como muestra 5500 gr de grava y 500 gr de arena de la cantera Josecito; respecto a la curva del AF se observa que en el tamiz N°4 el porcentaje de arena que pasa por estos tamices es mayor a los límites que indican los parámetros de la NTP 400.012, por otro lado, los demás porcentajes de arena que pasan a los siguientes tamices están dentro de los límites que indica la norma anteriormente mencionada, dando a entender que la arena tiene una gradación regular de sus partículas y el módulo de fineza de esta muestra es de 2.47, lo cual cumple con el rango de valores que la norma indica (MF varía de 2.3 a 3.10). Referente a la curva del AG se observa que en los tamices de ½” y 3/8” el porcentaje de material que atraviesa dichas mallas es mayor a los límites, por otro lado, los porcentajes que pasan por el resto de los tamices están dentro de los parámetros lo que indica que la gradación de la grava también es regular; el tamaño máximo y el tamaño máximo nominal de la grava es de 1” y ¾” respectivamente.

### 3.1.1.2 Peso unitario (PU)

#### Agregado fino

Las normas NTP 400.017/ASTM C-29 indican que para determinar el peso unitario (PU) se debe tener en cuenta el estado suelto, el estado compactado del agregado y también se debe de considerar el contenido de humedad en cada muestra. Los resultados de dicho ensayo se presentan en las Tablas 14 y 15.

**Tabla 14**

*Peso unitario suelto del agregado fino.*

Descripción	Unidad	Promedio
PU suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1645
PU suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1556
Contenido de humedad	(%)	5.72

*Fuente: Elaboración Propia.*

La tabla 14 muestra los valores del ensayo de PU realizado al agregado en su estado suelto, donde el PU de la muestra húmeda es de 1645 kg/m<sup>3</sup>, además su contenido de humedad es de 5.72% (ver tabla 31), utilizando los dos valores anteriores se tiene como resultado que el PU seco es de 1556 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 15***Peso unitario compactado del agregado fino.*

Descripción	Unidad	Promedio
PU compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1868
PU seco compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1767
Contenido de humedad	(%)	5.72

*Fuente: Elaboración Propia.*

La tabla 15 presenta los resultados de la prueba de PU realizado al agregado cuando este es compactado, se pudo determinar que el PU de la muestra húmeda es de 1868 kg/m<sup>3</sup> y el porcentaje de humedad del agregado es de 5.72% (ver tabla 31), utilizando los datos anteriormente mencionados obtenemos que el PU seco es de 1767 kg/m<sup>3</sup>.

**Agregado grueso**

Las normas NTP 400.017/ASTM C-29 indican que para establecer el PU se debe tener en cuenta el estado suelto y el estado compactado del agregado; también se debe de considerar el contenido de humedad en cada muestra. En el presente ensayo se utilizó muestras de grava de 4490 y 4487 gramos y los resultados se presentan en las tablas 16 y 17.

**Tabla 16***Peso unitario suelto del agregado grueso.*

Descripción	Unidad	Promedio
PU suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1392
PU suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1385
Contenido de humedad	(%)	0.47

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la tabla 16 se muestran los resultados del PU del agregado grueso en su estado suelto, donde el PU de la muestra húmeda es de 1392 kg/m<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 0.47%, utilizando los dos valores anteriores se tiene como resultado que el PU de la muestra seca es de 1385 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 17***Peso unitario compactado del agregado grueso.*

Descripción	Unidad	Promedio
PU compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1543
PU seco compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1536
Contenido de humedad	(%)	0.47

*Fuente: Elaboración Propia.*

La tabla 17 presenta los resultados del PU del agregado fino cuando este es compactado, se pudo determinar que el PU de la muestra húmeda es de 1543 kg/m<sup>3</sup>, además el porcentaje de humedad del agregado es de 0.47%; utilizando los datos anteriormente mencionados obtenemos que el PU seco es de 1536 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.1.3 Contenido de humedad de los agregados

#### Agregado fino

La norma NTP 339.185 indica que para definir el contenido de humedad es considerado el peso de la muestra húmeda y el peso después de secar en el horno, para ejecutar esta prueba se emplearon un par de muestras de aproximadamente 1200 gramos; la tabla 33 muestra los valores obtenidos al realizar dicha prueba.

**Tabla 18**

*Contenido de humedad del agregado fino.*

Descripción	Unidad	Promedio
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200.00
Peso de muestra seca	(gr.)	1143.25
Contenido de humedad	(%)	5.72

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla 18 presenta los resultados del contenido de humedad del AF, donde se pudo observar que al usar como muestra 1200 gr de dicho agregado el porcentaje de humedad es de 5.72%.

#### Agregado grueso

La norma NTP 339.185 indica que para definir el contenido de humedad se debe considerar el peso de la muestra húmeda y su peso después de secar en el horno. La tabla 19 muestra los valores obtenidos al realizar dicha prueba.

**Tabla 19**

*Contenido de humedad del agregado grueso.*

Descripción	Unidad	Promedio
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1500.00
Peso de muestra seca	(gr.)	1493.85
Contenido de humedad	(%)	0.47

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla 19 presenta los resultados del contenido de humedad del AG, donde se utilizó como muestra 1500 gr de dicho agregado y se obtuvo un porcentaje de humedad de 0.47%.



### 3.1.1.4 Peso específico y absorción de los agregados

#### Agregado fino

La norma NTP 400.022/ASTM C-127 indican que en la prueba de peso específico se debe tener en cuenta el peso de la muestra saturada y secada (horno); el peso y el volumen del envase; para determinar la absorción se utilizaran los datos del peso de las muestras saturadas con la superficie seca de sus partículas y el peso de la muestra secada en el horno. La tabla 20 muestra los resultados obtenidos al realizar este ensayo; es preciso indicar que la cantidad de muestra utilizada fue de 500 y 501.5 gramos de arena.

**Tabla 20**

*Peso específico y absorción del agregado fino.*

Descripción	Unidad	Promedio
Peso específico de masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.58
Peso específico de masa saturado con superficie seca	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.72
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.72
Absorción	%	2.25

*Fuente:* Elaboración Propia.

La tabla 20 muestra que el AF tiene un peso específico de masa de 2.85 gr/cm<sup>3</sup>, además el peso específico aparente es de 2.72 gr/cm<sup>3</sup> de la misma forma que el peso de la masa saturada con la superficie seca, finalmente también se obtuvo un porcentaje de absorción de 2.25%.

#### Agregado grueso

La norma NTP 400.021 y la norma ASTM C-127 indican que para determinar el peso específico se debe tener en cuenta el peso de la muestra saturada y secada (horno) y el peso de la canastilla; para determinar la absorción se utilizaran los datos del peso de la muestra saturada con la superficie seca de sus partículas y el peso de la muestra secada en el horno. La tabla 21 presenta los resultados conseguidos en el ensayo, es preciso indicar que la cantidad de muestra utilizada fue de 3510.2 y 3502.4 gramos de grava.

**Tabla 21**

*Peso específico y absorción del agregado grueso.*

Descripción	Unidad	Promedio
Peso específico de masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.68
Peso específico de masa saturado con superficie seca	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.70
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.74
Absorción	%	0.85

*Fuente:* Elaboración Propia.

La tabla 21 muestra que el AG obtuvo como resultado que el peso específico de masa es 2.68 gr/cm<sup>3</sup>, el peso específico aparente es de 2.74 gr/cm<sup>3</sup>, el peso de la masa saturada con la superficie seca es 2.70 gr/cm<sup>3</sup> y finalmente también se obtuvo un porcentaje de absorción de 0.85%.

### 3.1.1.5 Materiales que pasan el tamiz N° 200

#### Agregado fino

Para realizar esta prueba se utilizaron la norma peruana NTP 400.018 y la norma internacional ASTM C117, se utilizaron muestras de 500 gramos para así determinar cuál es la cantidad de material que atraviesa la malla número 200 al momento de purificar la muestra mediante el lavado de sus partículas.

**Tabla 22**

*Materiales que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino.*

Descripción	Unidad	Promedio
Peso de muestra	(gr.)	500.00
Peso de muestra lavada	(gr.)	486.15
Peso de la muestra que atraviesa el tamiz N°200	(gr.)	13.85
Material que pasa tamiz N°200	(%)	2.77

*Fuente: Elaboración Propia.*

La tabla 22 presenta los resultados de las muestras que fueron ensayadas, cuyos resultados indican que 13.85 gr de material fino atraviesa el tamiz N° 200 lo que representa una pérdida del 2.77% de la cantidad total de material.

#### Agregado grueso

Para realizar esta prueba se utilizaron la norma peruana NTP 400.018 y la norma internacional ASTM C117, se utilizaron muestras de 2500 gramos para así determinar cuál es la cantidad de material que atraviesa la malla número 200 al momento de purificar la muestra mediante el lavado de sus partículas.

**Tabla 23**

*Material que pasa el tamiz N°200 del agregado grueso.*

Descripción	Unidad	Promedio
Peso de muestra	(gr.)	2500.00
Peso de muestra lavada	(gr.)	2490.90
Peso de la muestra que atraviesa el tamiz N°200	(gr.)	9.10
Material que pasa tamiz N°200	(%)	0.36

*Fuente: Elaboración Propia.*

La tabla 23 presenta los resultados de las muestras que fueron ensayadas, cuyos resultados indican que 9.10 gr del material atraviesa el tamiz N° 200 lo que representa una pérdida del 0.36% de la cantidad total de material.

### 3.1.2 Diseño de mezcla patrón

El diseño de mezcla de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> fue realizado mediante el método de ACI, el cual da a conocer los parámetros que se emplean para obtener un apropiado diseño. Los datos conseguidos previamente en las pruebas de los agregados fueron utilizados para poder dosificar el concreto. Seguidamente se presenta la Tabla 24 que muestra las propiedades de los agregados y la proporción de cada uno de los materiales.

**Tabla 24**

*Diseño de mezcla de concreto patrón  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ .*

Datos de los agregados				
Características :	Arena		Piedra	
Humedad Natural :	5.72	%	0.47	%
Absorción :	2.25	%	0.85	%
Peso Específico de Masa :	2.58	gr/cm <sup>3</sup>	2.68	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza :	2.48		---	
Tamaño máx. del agregado:	---		3/4"	
Peso Unitario Suelto :	1556	kg/m <sup>3</sup>	1385	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado :	1767	kg/m <sup>3</sup>	1536	kg/m <sup>3</sup>
Resumen de materiales por metro cúbico				
Agua (Total de mezclado):	177	litros		
Cemento:	333	kg		
Agregado grueso (Húmedo):	1003	kg		
Agregado fino (Húmedo):	818	kg		
Dosificación recomendada en peso				
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	
1.0	2.5	3.0	23	Lts./bolsa
Dosificación estimada en volumen				
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	
1.0	2.2	3.2	23	Lts./bolsa

**Fuente:** Elaboración Propia.

De acuerdo a la Tabla 24 se tiene que la proporción de la mezcla por m<sup>3</sup> es de: 333 kg de cemento, 1003 kg de grava, 818 kg de arena y 117 litros de agua; la dosificación estimada por bolsa de cemento, arena, grava y agua es de 1.0: 2.5: 3.0: 23 litros respectivamente.

### 3.1.3 Caracterizaciones físico mecánica del concreto patrón

El concreto fue analizado en estado fresco y endurecido para de este modo poder determinar las propiedades que posee el concreto sin fibras.

#### 3.1.3.1 Referente a las caracterizaciones físicas

Se realizaron diversas pruebas con la finalidad de determinar la trabajabilidad, la temperatura y el peso unitario de cada uno de los especímenes fabricados.

##### Asentamiento de las mezclas (SLUMP)

Se utilizó como referencia la norma NTP 339.035 en la cual están descritas las especificaciones, los artefactos, las herramientas y procedimientos necesarios para realizar la prueba del asentamiento del concreto. Seguidamente, se tiene la tabla 25 que muestra el asentamiento del concreto sin adición de fibras.

**Tabla 25**

*Asentamiento de la mezcla de concreto sin adición de fibras.*

Descripción	Identificación	Código	Slump (cm)
Concreto sin fibras	$f_c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	C	9.60

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla 25 indica que las mezclas sin adición de fibras tienen un slump promedio de 9.60 cm.

##### Temperatura de las mezclas

Se realizó el ensayo de acuerdo a los parámetros definidos en la norma NTP 339.184, los resultados obtenidos mediante la lectura de la temperatura en las mezclas patrón se exhiben en la tabla 26.

**Tabla 26**

*Temperatura de las mezclas de concreto sin adición de fibras.*

Descripción	Identificación	Código	Temperatura (°C)
Concreto sin fibras	$f_c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	C	27.3°C

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla 26 indica que la temperatura promedio de las mezclas elaboradas sin fibras es de 27.3°C.

### **Peso unitario de las mezclas**

Para los fines del PU de las mezclas, la prueba se ha realizado siguiendo los procedimientos detallados en la norma NTP 339.046 y se han obtenido los resultados que se presentan en la tabla 27.

**Tabla 27**

*Peso unitario promedio del concreto sin fibras.*

Descripción	Identificación	Código	Peso Unitario
			Promedio
Concreto sin fibras	$f_c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	C	2354.7 kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la tabla 27 se puede apreciar que las mezclas sin adición de fibras tienen un peso unitario promediado de 2354.7 kg/m<sup>3</sup>.

### **3.1.3.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas**

#### **Resistencia a la compresión**

Para los fines de la resistencia a la compresión del concreto patrón sin adición de fibras, el ensayo fue realizado según lo indicado en la norma ASTM C-39, obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla 28.

**Tabla 28**

*Resistencia a la compresión del concreto sin adición de fibras.*

Descripción	Identificación	Resistencia Promedio		
		7 Días	14 Días	28 Días
Concreto sin fibras	$f_c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	213.3 kg/cm <sup>2</sup>	261.5 kg/cm <sup>2</sup>	292.7 kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la tabla 28 se evidencia que las mezclas sin la adición de fibras aumentan la resistencia a medida que incrementa la edad del concreto, alcanzando una resistencia mayor de 292.7 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Resistencia a la flexión**

Referente a la resistencia a la flexión de las mezclas patrón, el ensayo fue realizado según la norma NTP 339.079, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 29.

**Tabla 29**

*Resistencia a la flexión del concreto patrón.*

Descripción	Identificación	Código	Resistencia promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto sin fibras	f <sub>c</sub> : 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	C	50.94

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la tabla 29 se puede apreciar que la resistencia promedio de las mezclas patrón es de 50.94 kg/cm<sup>2</sup> en la prueba de flexión.

### **Resistencia a la tracción diametral**

Para los fines de la resistencia a la tracción diametral del concreto patrón, el ensayo se ejecutó de acuerdo a la norma NTP 339.084, obteniéndose los resultados que se presentan seguidamente:

**Tabla 30**  
*Resistencia a la tracción diametral del concreto patrón.*

Descripción	Identificación	Código	Resistencia promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto sin fibras	f <sub>c</sub> : 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	C	25.98

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la tabla 30 se muestra que las mezclas C (sin adición de fibras) tienen una resistencia promedio de 25.98 kg/cm<sup>2</sup>.

## **3.2 Caracterizaciones físico mecánica del concreto con adición de fibra de acero (FA)**

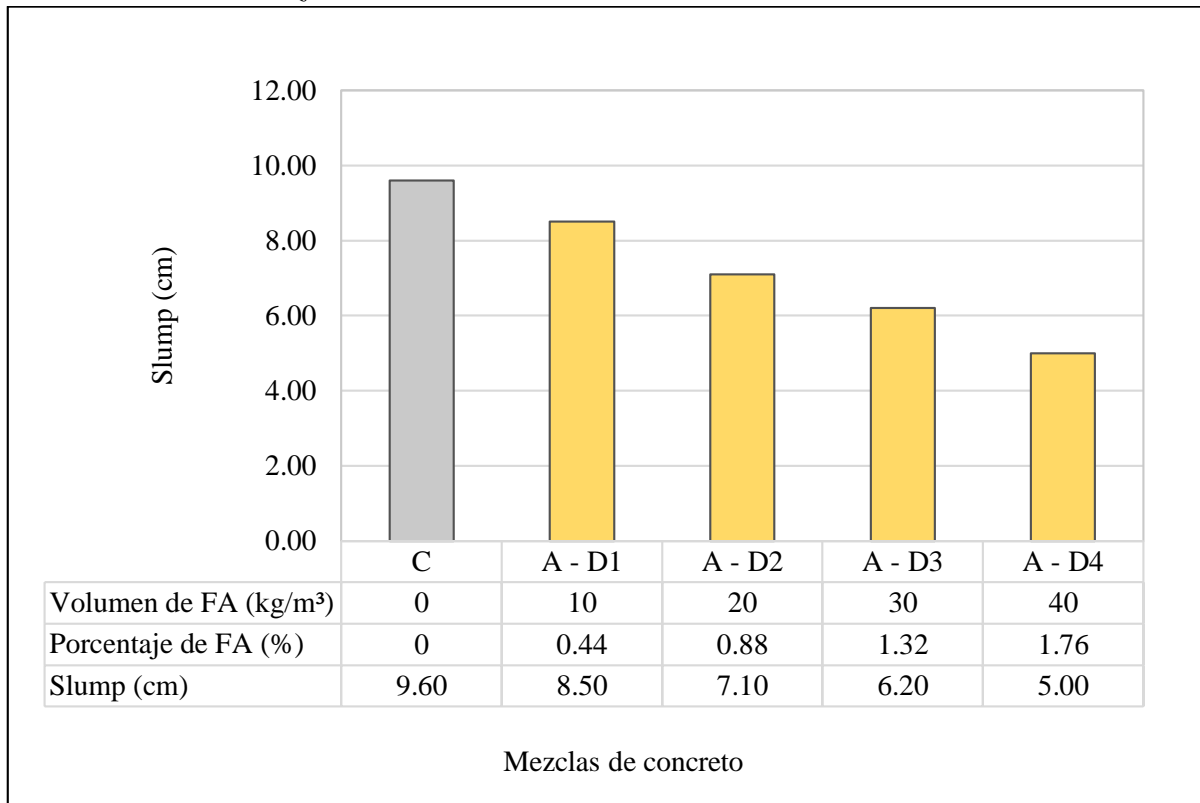
### **3.2.1 Referente a las caracterizaciones físicas**

#### **3.2.1.1 Asentamiento de las mezclas (SLUMP)**

Se utilizó como referencia la norma NTP 339.035 en la cual están descritas las especificaciones, los artefactos, las herramientas y procedimientos necesarios para realizar el ensayo. Seguidamente se presenta la figura 25 que muestra los asentamientos de las mezclas con añadidura de FA.

**Figura 25**

*Asentamiento de la mezcla de concreto con adición de FA.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

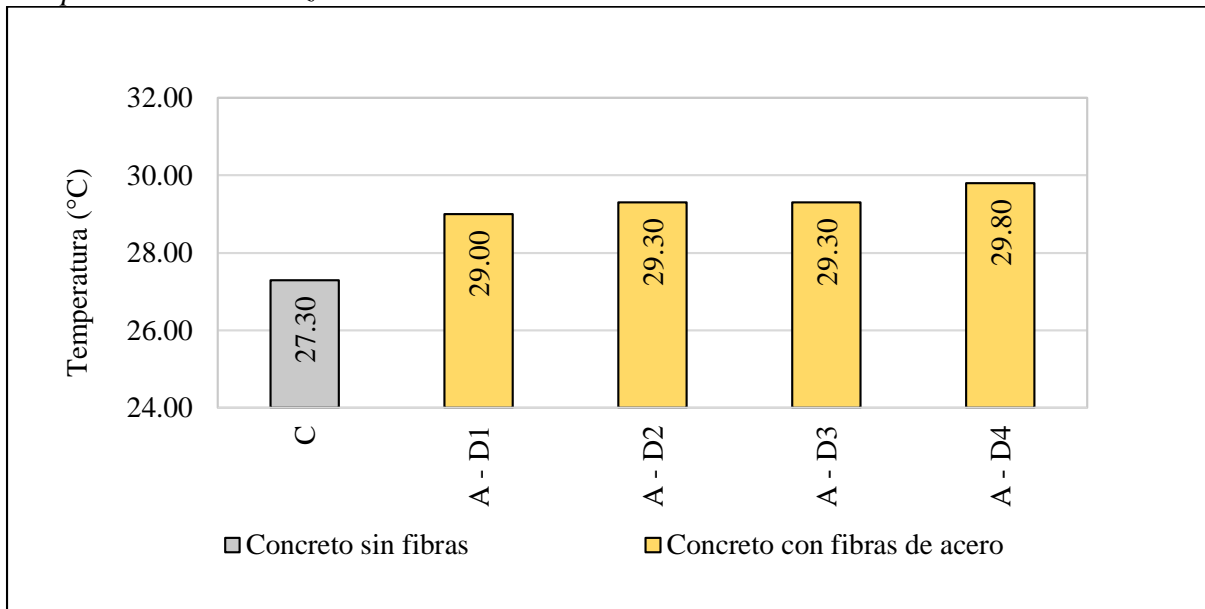
En la figura 25 se muestra que el incremento de FA reduce el asentamiento y la trabajabilidad de las mezclas, llegando a obtener hasta 5.00 cm de slump con la mezcla A-D4 (40kg/m<sup>3</sup> de FA).

### **3.2.1.2 Temperatura de las mezclas**

Se utilizó como referencia la norma NTP 339.184 en la cual están descritas las especificaciones, los artefactos, las herramientas y procedimientos necesarios para realizar el ensayo. Los resultados obtenidos mediante la lectura de la temperatura en las mezclas con adición de FA se presentan en la figura 26.

**Figura 26**

*Temperatura de las mezclas de concreto con adición de FA.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

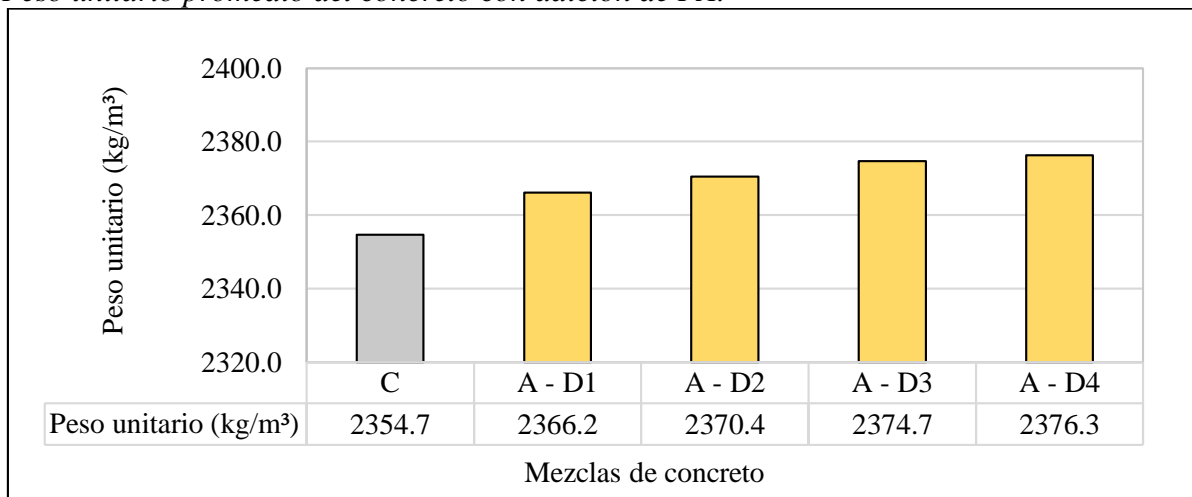
La figura 26 demuestra que cuando la dosificación de FA aumenta en las mezclas se incrementa la temperatura llegando hasta 29.8°C cuando se utiliza la dosificación de fibras de 40 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.2.1.3 Peso unitario de las mezclas (PU)

Para los fines del peso unitario (PU) de la mezcla de concreto con FA, la prueba se ha realizado siguiendo las pautas descritas en la norma NTP 339.046 y se han obtenido los resultados que se muestran en la figura 27.

**Figura 27**

*Peso unitario promedio del concreto con adición de FA.*



*Fuente: Elaboración Propia.*



La figura 27 indica que la añadidura de FA aumenta el PU a medida que se incrementa la dosificación de las fibras, llegando a tener un valor mayor de  $2376.3 \text{ kg/m}^3$  cuando se añade dichas fibras en una dosis de  $40 \text{ kg/m}^3$ .

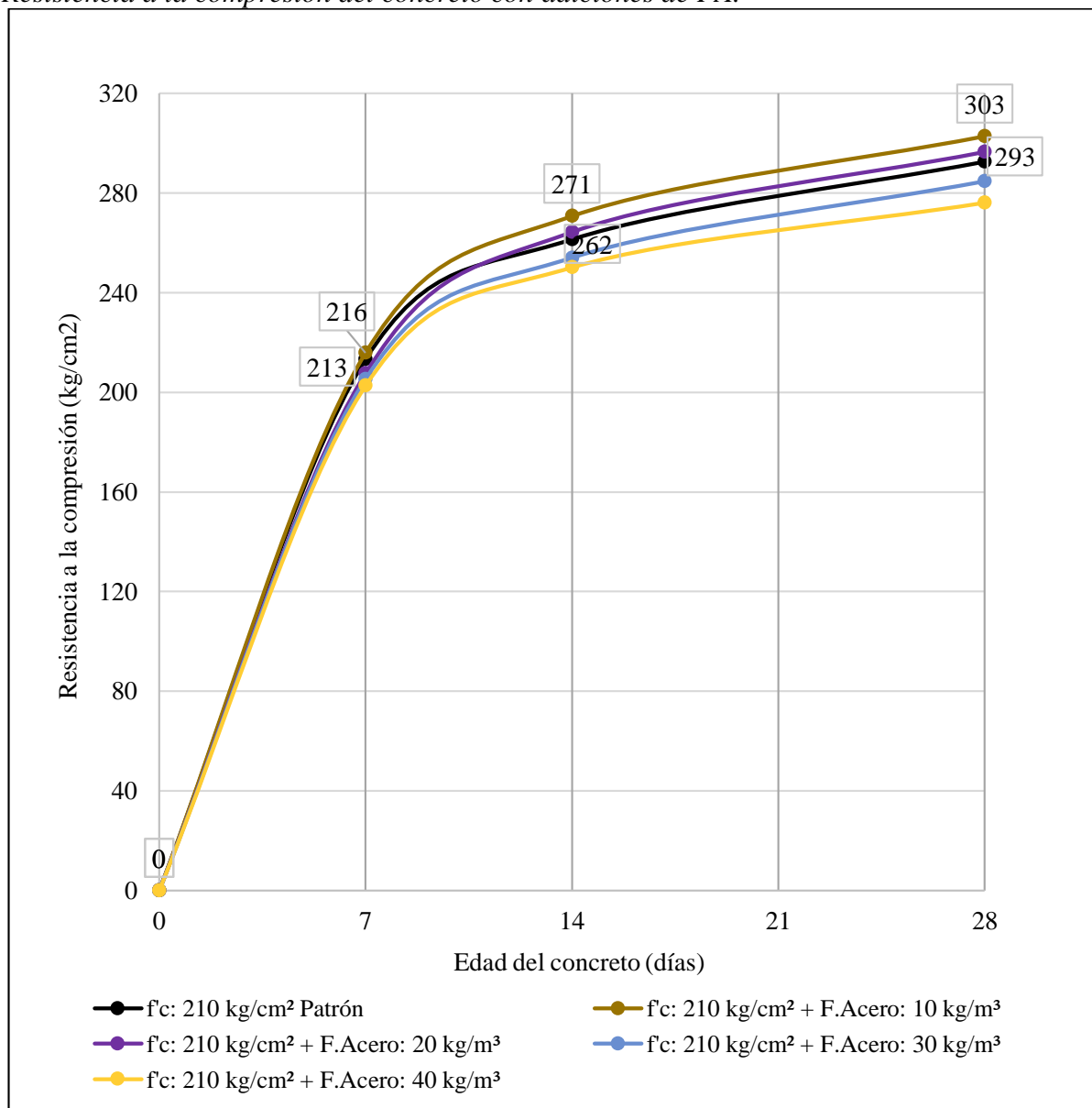
### 3.2.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas

#### 3.2.2.1 Resistencia a la compresión

Para los fines de la resistencia a la compresión las mezclas con FA, el ensayo se ha realizado siguiendo el modelo de la norma ASTM C-39, obteniéndose los resultados que se muestran en la figura 28.

**Figura 28**

*Resistencia a la compresión del concreto con adiciones de FA.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

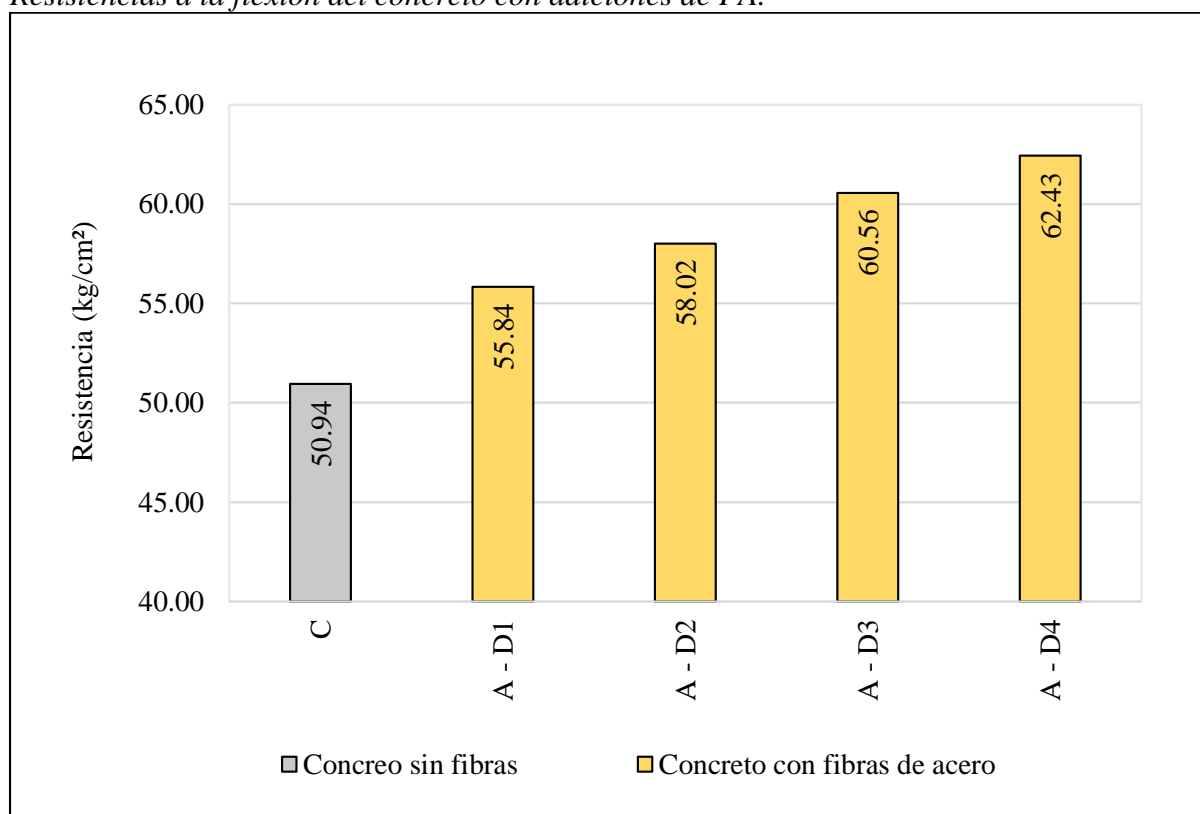
En la figura 28 se muestra que las mezclas con adición de FA tienen una resistencia mayor que la mezcla patrón (al utilizar las dosificaciones de 10 y 20 kg/m<sup>3</sup> de FA), sin embargo, cuando la dosificación utilizada fue mayor a 20 kg/m<sup>3</sup> la resistencia disminuyó con relación a las mezclas de control.

### 3.2.2.2 Resistencia a la flexión del concreto

Para los fines de la resistencia a la flexión de las mezclas con añadidura de FA, se utilizó como referencia la norma 339.079 en la cual están descritas las especificaciones y procedimientos necesarios para realizar el ensayo, los resultados de dicha prueba se muestran en la figura 29.

**Figura 29**

*Resistencias a la flexión del concreto con adiciones de FA.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

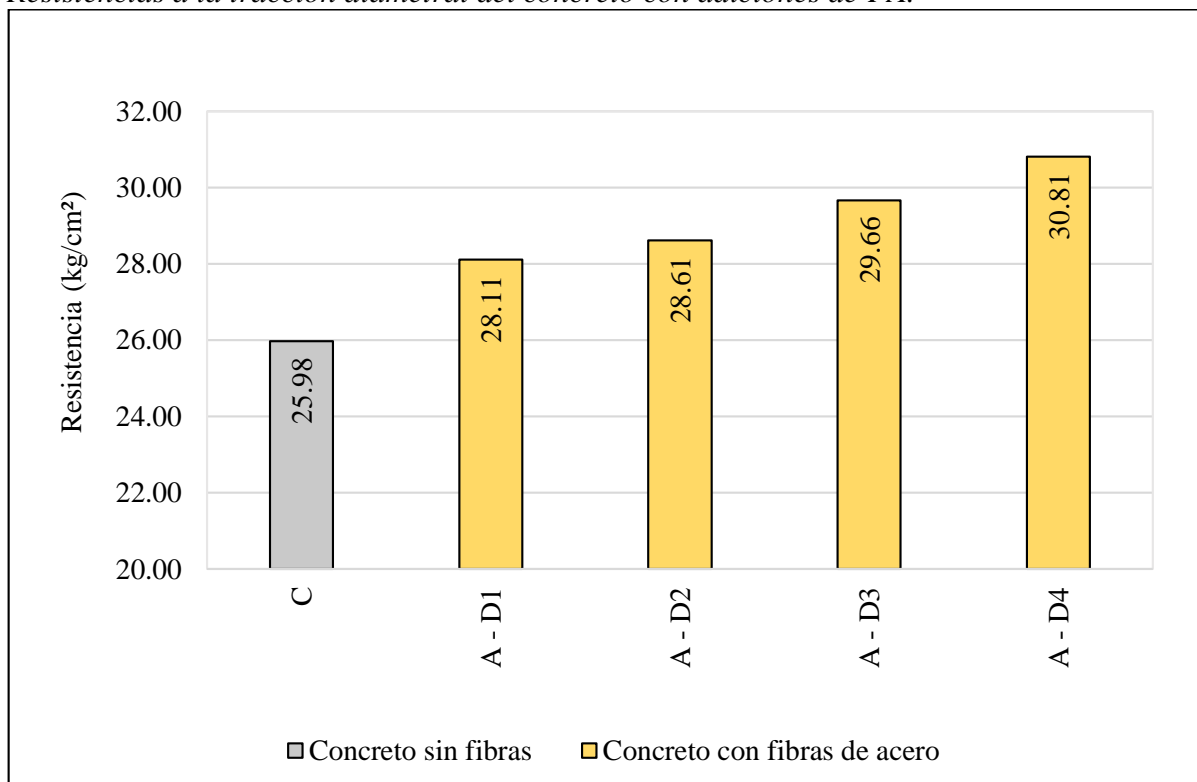
Los resultados de la figura 29 muestran que las mezclas con FA tienen una resistencia mayor que la mezcla C con una tendencia ascendente a medida que se eleva la dosificación de FA; el mayor valor de resistencia que se obtuvo en esta prueba es de 62.43 kg/cm<sup>2</sup> con la dosificación A-D4.

### 3.2.2.3 Resistencia a la tracción diametral

Para los fines de la resistencia a la tracción diametral del concreto con añadidura de FA, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.084, obteniéndose los resultados que se muestran en la figura 30.

**Figura 30**

*Resistencias a la tracción diametral del concreto con adiciones de FA.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Finalmente, la Figura 30 indica que las mezclas con FA tienen una resistencia mayor que la mezcla C con una tendencia ascendente a medida que se incrementa la cantidad de FA. El mayor valor obtenido en esta prueba es de 30.81 kg/cm<sup>2</sup> al usar la cuarta dosificación de FA (A-D4).

## 3.3 Caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de fibra de plástico (FP).

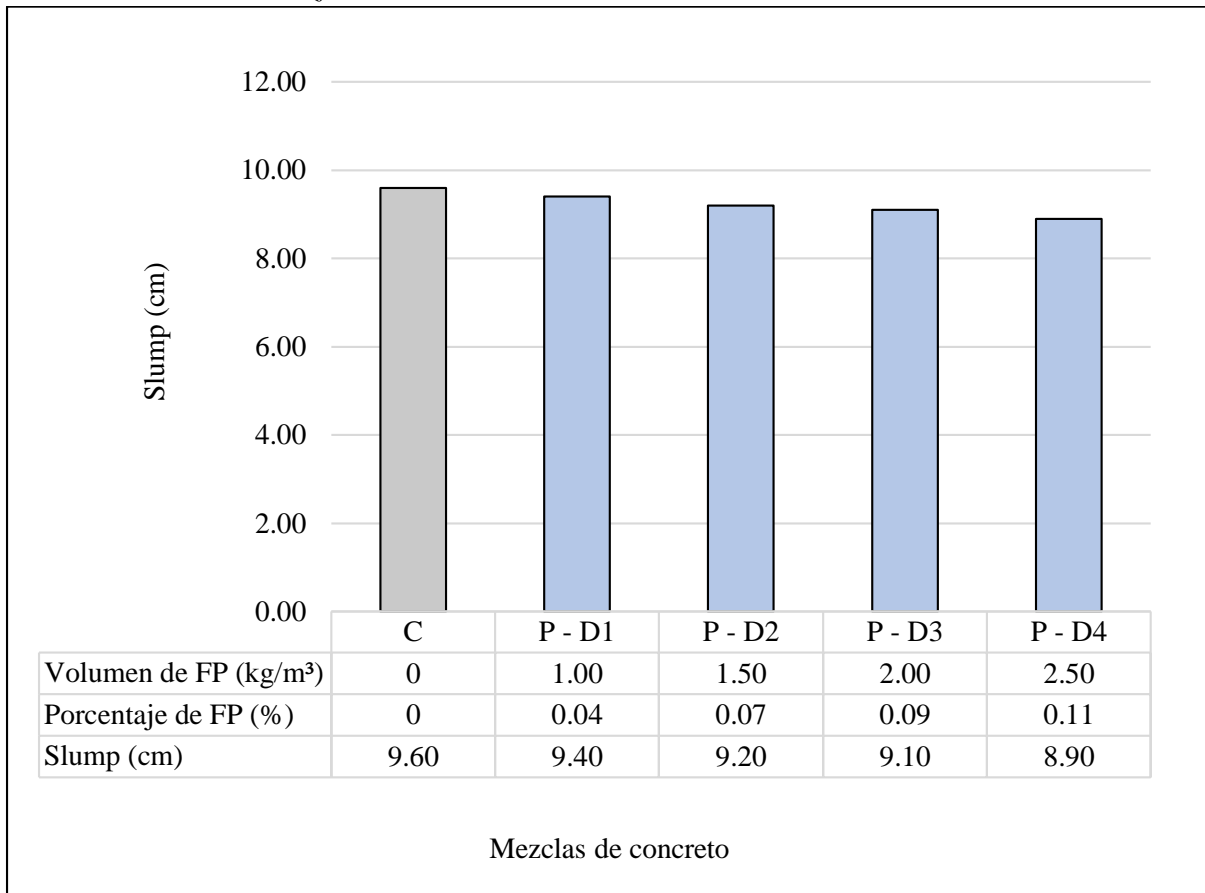
### 3.3.1 Referente a las caracterizaciones físicas

#### 3.3.1.1 Asentamiento de las mezclas (SLUMP)

Para realizar esta prueba se utilizó como referencia la norma NTP 339.035 en la cual están descritas las especificaciones y procedimientos necesarios para realizar la prueba. A continuación, se presenta la figura 31 que muestra el asentamiento de las mezclas con FP.

**Figura 31**

*Asentamiento de las mezclas de concreto con adición de FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

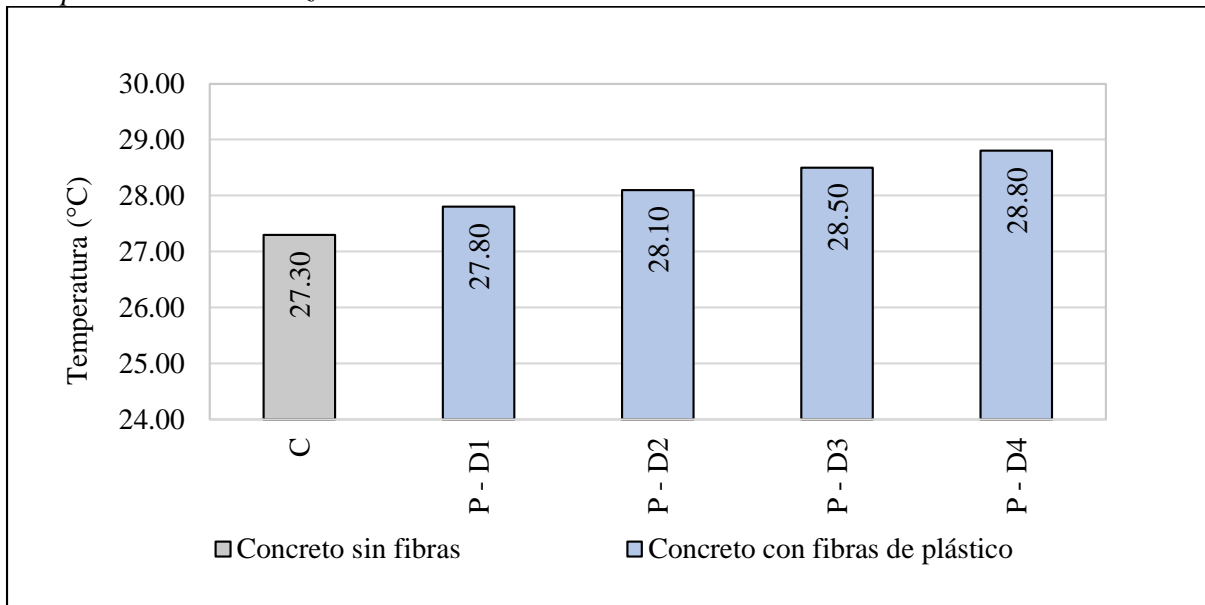
En la figura 31 se observa que cuando la dosificación de FP se aumenta de manera contraria disminuye progresivamente el asentamiento llegando a obtener hasta 8.90 cm de slump con la mezcla P-D4.

### **3.3.1.2 Temperatura de las mezclas**

El ensayo de temperatura del concreto se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NTP 339.184, los resultados obtenidos mediante la lectura de la temperatura en las mezclas con adición de FP se presentan a continuación.

**Figura 32**

*Temperatura de las mezclas de concreto con adición de FP.*



*Fuente: Elaboración Propia*

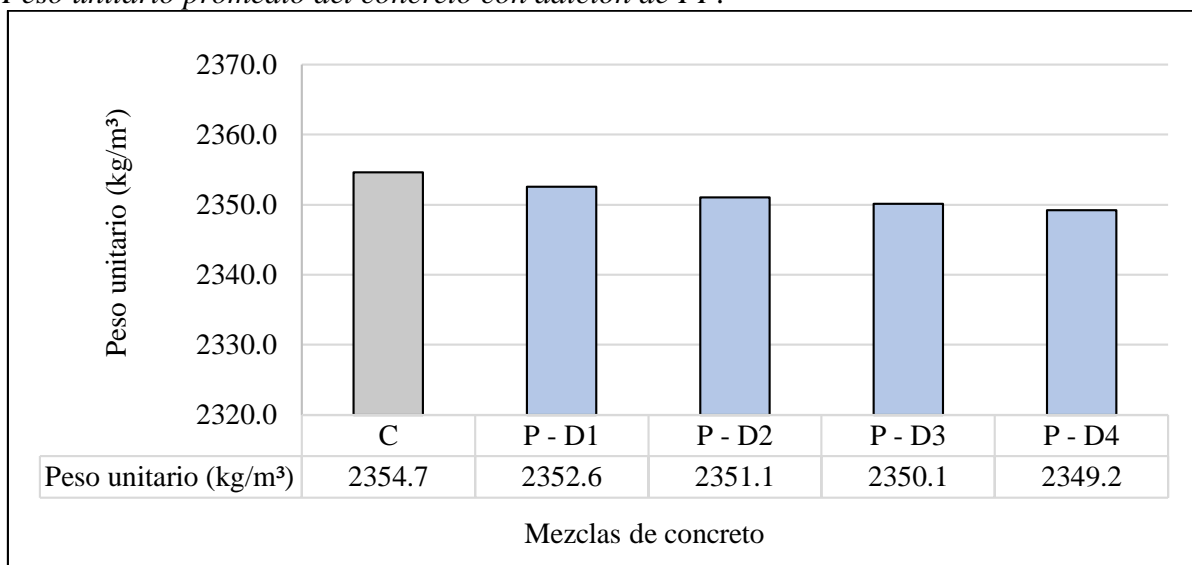
En la figura 32 se observa que cuando la dosificación de FP aumenta en la mezcla se incrementa progresivamente la temperatura del concreto llegando hasta 28.8°C cuando se utiliza la mezcla P-D4 (2.5kg/m<sup>3</sup> de FP).

### 3.3.1.3 Peso unitario de las mezclas

Para los fines del peso unitario de las mezclas con FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.046 y se han obtenido los resultados que se muestran en la figura 33.

**Figura 33**

*Peso unitario promedio del concreto con adición de FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

En la figura 33 se puede apreciar que el concreto con la añadidura de FP disminuye su peso unitario a medida que se incrementa la dosificación de las fibras, llegando a tener un valor menor de 2349.2 kg/m<sup>3</sup> cuando se añade dichas fibras en una dosis de 2.5 kg/m<sup>3</sup>.

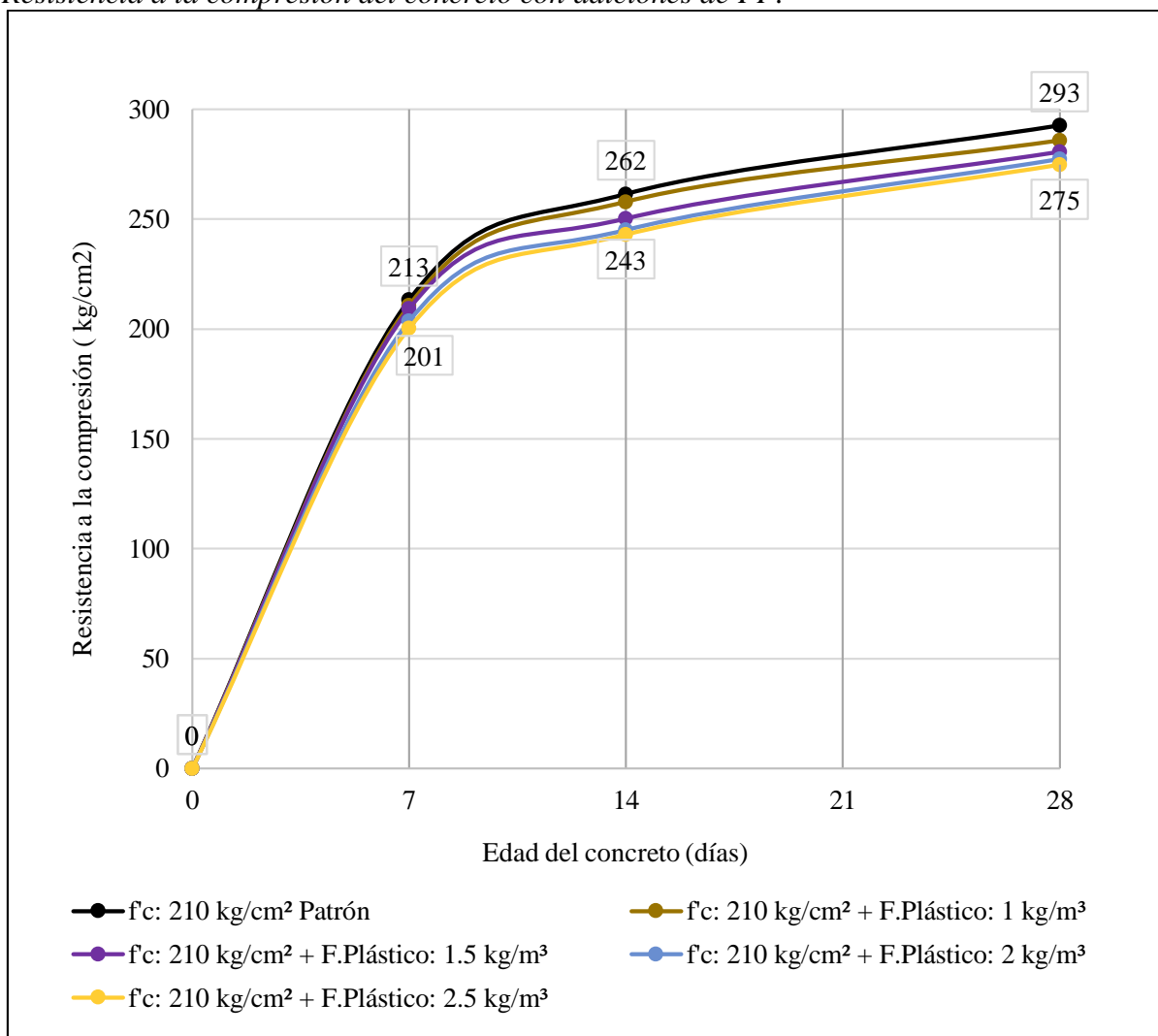
### 3.3.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas

#### 3.3.2.1 Resistencia a la compresión

Para los fines de la resistencia a la compresión las mezclas con adición de FP el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C-39, obteniéndose los resultados siguientes:

**Figura 34**

*Resistencia a la compresión del concreto con adiciones de FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

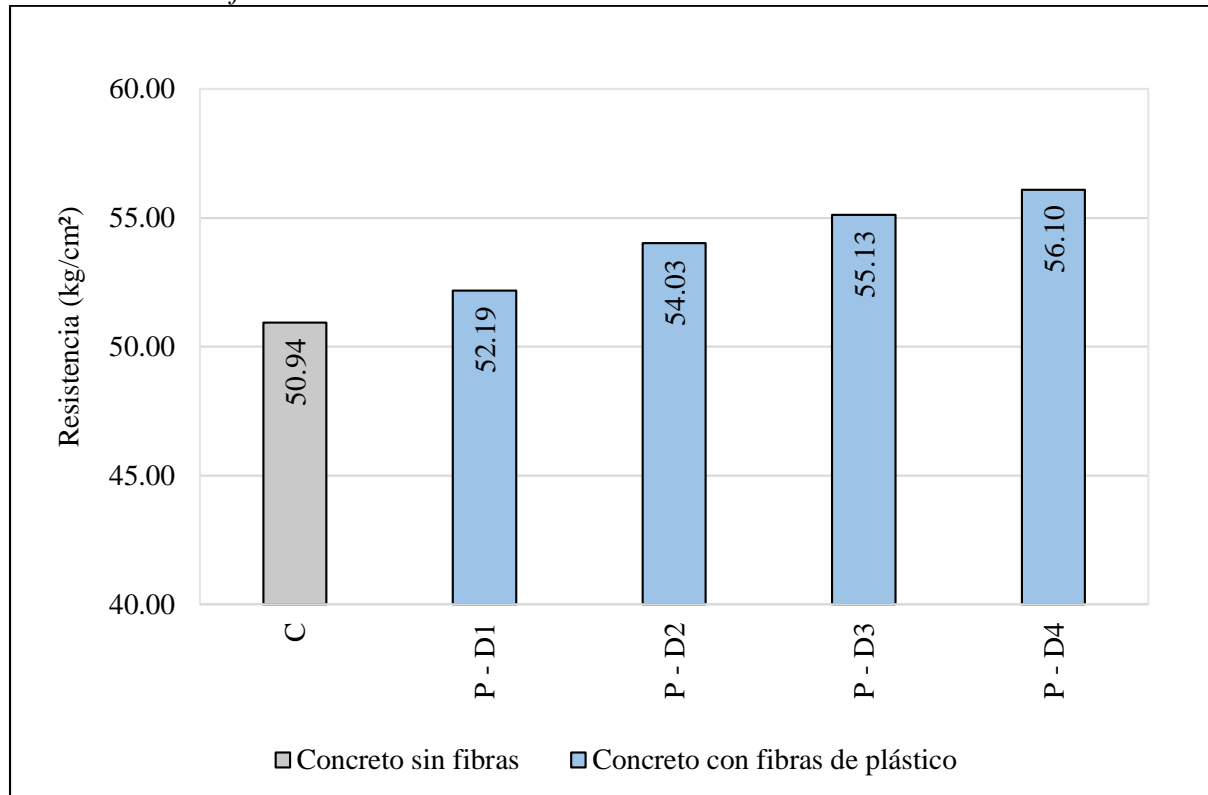
Por último, en la figura 34 se puede apreciar que el concreto con adición de FP tiene una resistencia menor que el concreto patrón con una tendencia descendente a medida que se aumenta la dosificación de dicha fibra.

### 3.3.2.2 Resistencia a la flexión

Para los fines de la resistencia a la flexión del concreto con adición de FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.079, obteniéndose los resultados que se muestran seguidamente.

**Figura 35**

*Resistencias a la flexión del concreto con adiciones de FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

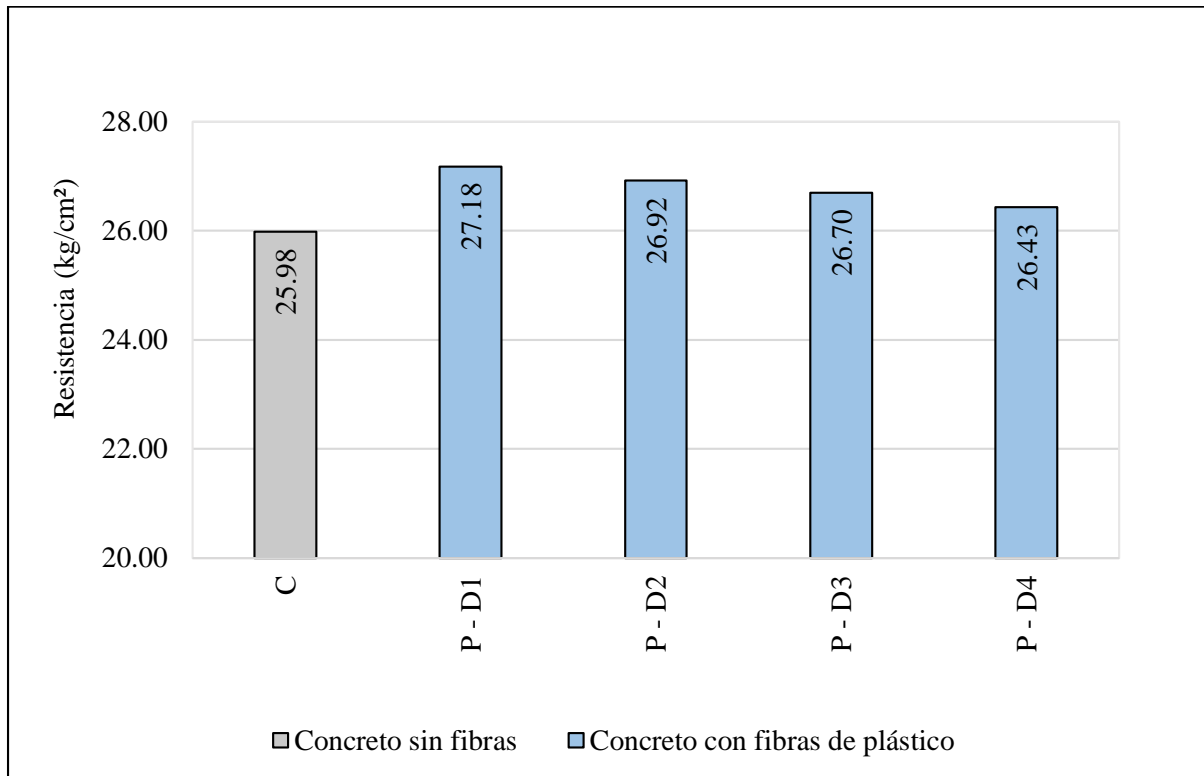
En la figura 35 se muestran los resultados y la comparación entre las resistencias a la flexión de la mezcla C (concreto patrón) y las mezclas con adición de FP; en los cuales se puede apreciar que el concreto con FP tiene una resistencia mayor con una leve tendencia ascendente a medida que se aumenta la dosificación de dicha fibra.

### 3.3.2.3 Resistencia a la tracción diametral

Referente a los fines de la resistencia a la tracción diametral de las mezclas con adición de FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.084, obteniéndose los resultados que se muestran posteriormente en la figura 36.

**Figura 36**

*Resistencias a la tracción diametral del concreto con adiciones de FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Por último, en la figura 36 se muestra que las mezclas con añadidura de FP tienen una resistencia mayor que la mezcla C con una tendencia descendente a medida que se aumenta la dosificación de dicha fibra. El mayor valor en la prueba de tracción se obtiene con la mezcla P-D1 (1 kg/m<sup>3</sup> de FP).

### **3.4 Caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de fibra de acero (FA) más fibras de plástico (FP).**

#### **3.4.1 Referente a las caracterizaciones físicas**

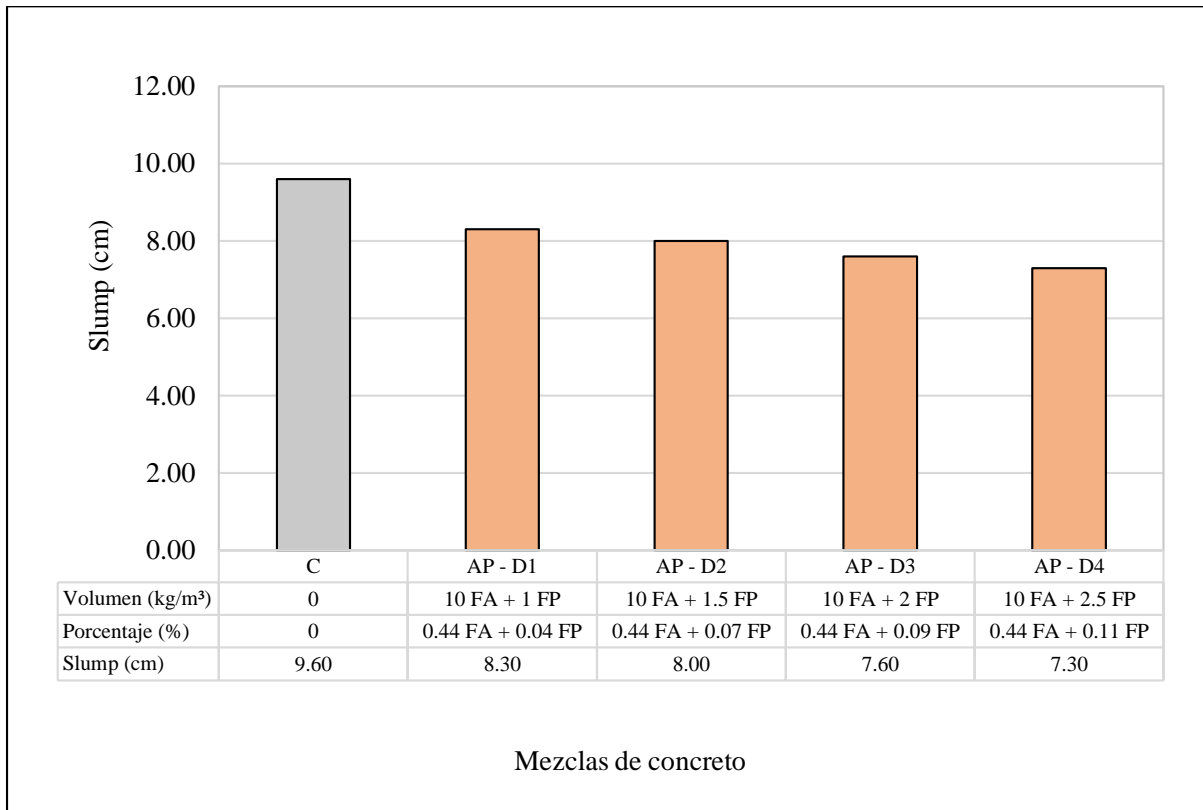
##### **3.4.1.1 Asentamiento de las mezclas (SLUMP)**

Para realizar esta prueba se utilizó como referencia la norma NTP 339.035 en la cual están descritas las especificaciones y procedimientos necesarios para realizar la prueba del asentamiento del concreto. Seguidamente se presenta la figura 37 que muestra el asentamiento del concreto con la adición de FA más FP.



**Figura 37**

*Asentamiento de las mezclas de concreto con adición de FA más FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

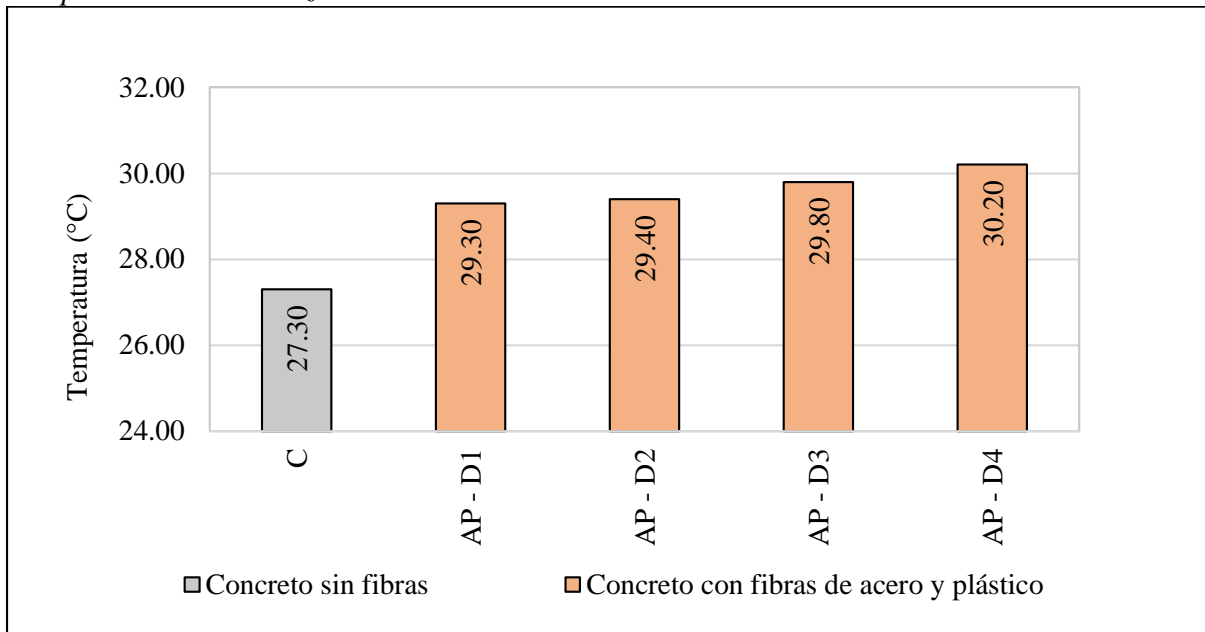
En la figura 37 se observa que cuando la dosificación de FA más FP aumenta de manera contraria disminuye progresivamente el slump llegando a obtener hasta 7.30 cm con la mezcla AP-D4 (10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 2.5 kg/m<sup>3</sup> de FP).

### **3.4.1.2 Temperatura de las mezclas**

El ensayo de temperatura del concreto se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NTP 339.184, los resultados obtenidos mediante la lectura de la temperatura en las mezclas con adición de FA más FP se presentan a continuación.

**Figura 38**

*Temperatura de las mezclas de concreto con adición de FA más FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

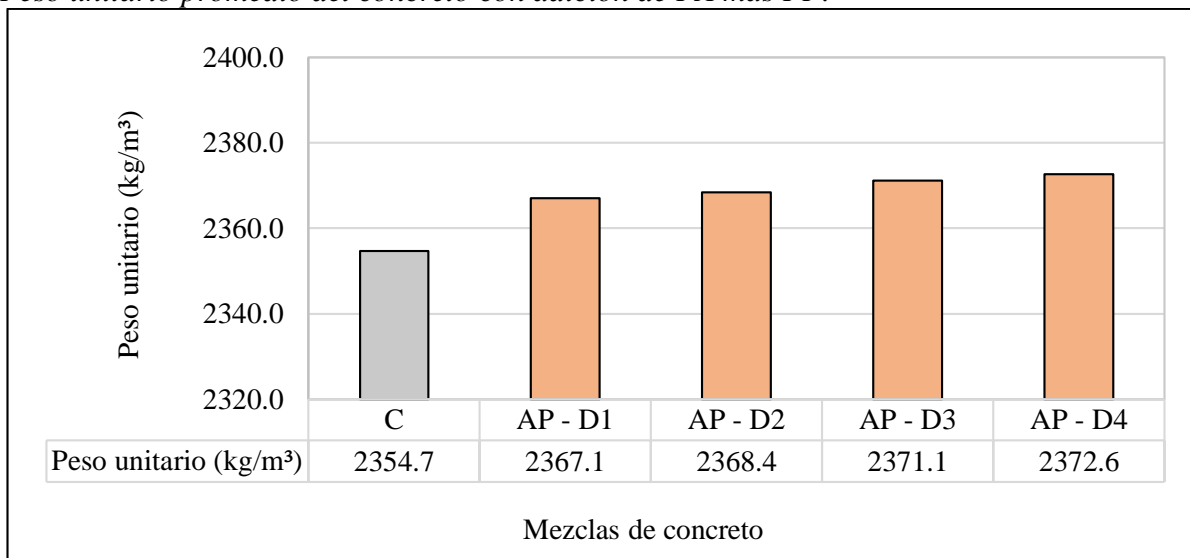
En la figura anterior se observa que cuando la dosificación de FA más FP aumenta en la mezcla C se eleva progresivamente la temperatura del concreto llegando hasta 30.2°C cuando se utiliza la dosificación AP-D4 (10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 2.5 kg/m<sup>3</sup> de FP).

### 3.4.1.3 Peso unitario de las mezclas

Para los fines del peso unitario de las mezclas con la combinación de FA más FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.046 y se han obtenido los resultados que se muestran en la figura siguiente:

**Figura 39**

*Peso unitario promedio del concreto con adición de FA más FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

En la figura 39 se puede apreciar que el concreto con FA más FP aumenta su peso unitario a medida que se incrementa la dosificación de las fibras, llegando a tener un valor mayor de  $2379.5 \text{ kg/m}^3$  cuando se utiliza la mezcla AP-D4.

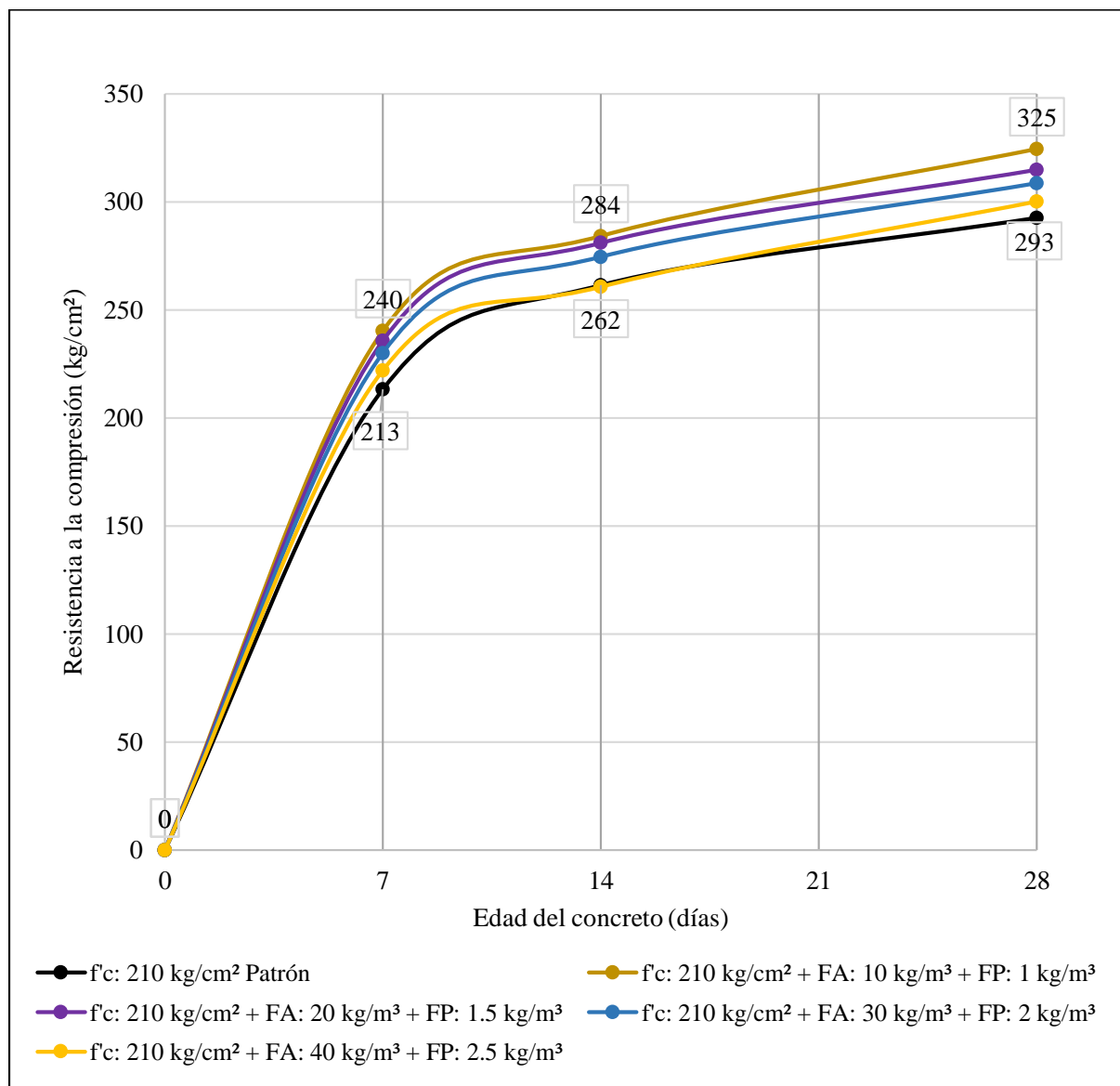
### 3.4.2 Referente a las caracterizaciones mecánicas

#### 3.4.2.1 Resistencia a la compresión

Referente a los fines de la resistencia a la compresión del concreto con adición de FA más FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C-39, obteniéndose los resultados que se muestran seguidamente:

**Figura 40**

*Resistencia a la compresión del concreto con adiciones de FA más FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

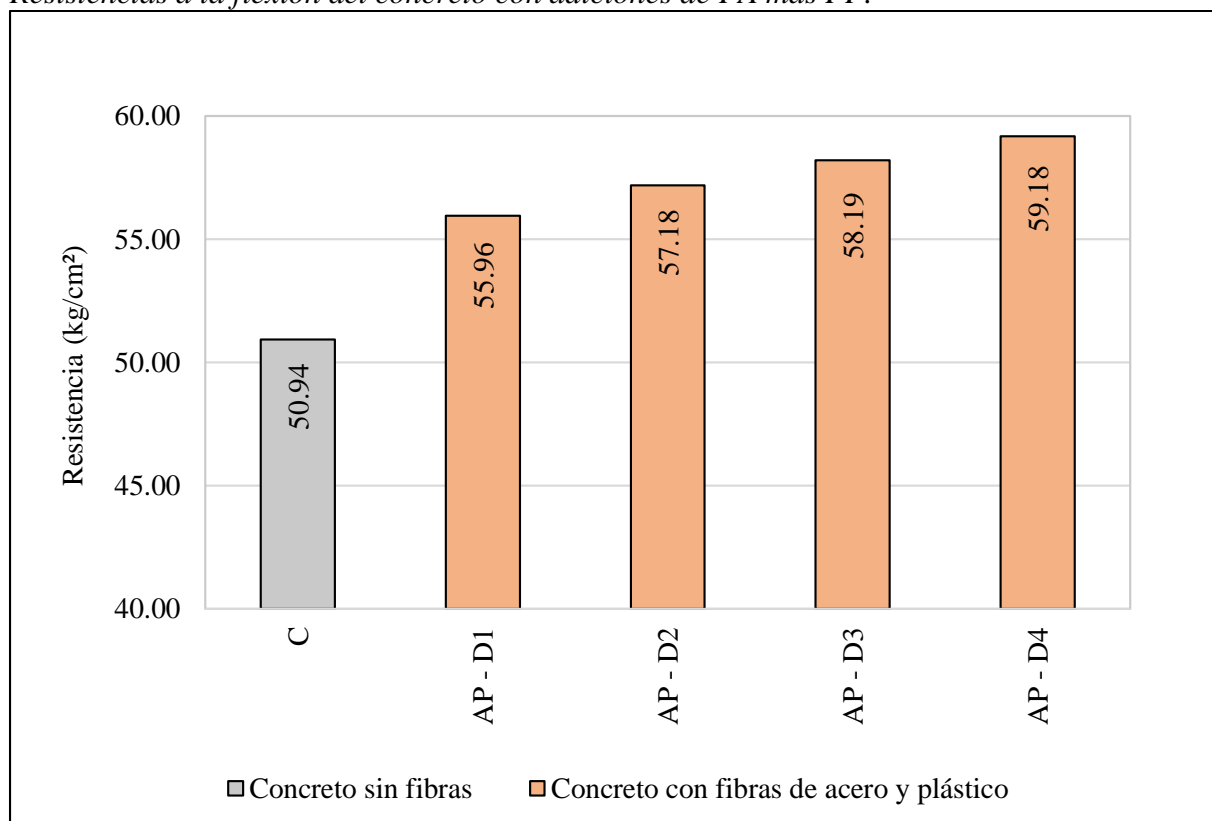
En la figura 40 se puede apreciar que las mezclas con FA más FP tienen una resistencia mayor que el concreto patrón con una tendencia descendente a medida que se aumenta la cantidad de FP, sin embargo, todas las mezclas utilizadas proporcionan una resistencia mayor que el concreto de control.

### 3.4.2.2 Resistencia a la flexión del concreto

Para los fines de la resistencia a la flexión del concreto con FA más FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.079, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

**Figura 41**

*Resistencias a la flexión del concreto con adiciones de FA más FP.*



**Fuente:** *Elaboración Propia.*

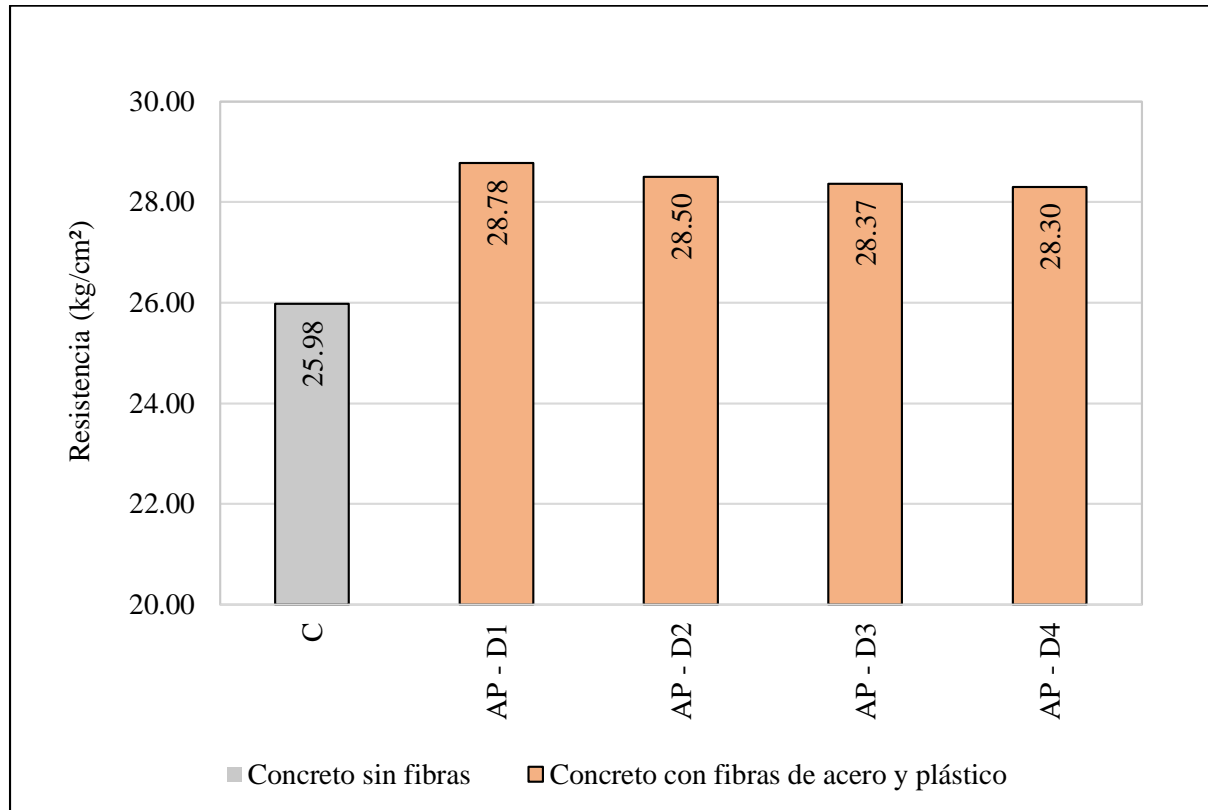
En la figura 41 se puede apreciar que el concreto con FA más FP tiene una resistencia mayor que la mezcla C con una tendencia ascendente a medida que se aumenta la cantidad de FP.

### 3.4.2.3 Resistencia a la tracción diametral del concreto

Referente a los fines de la resistencia a la tracción diametral del concreto con FA más FP, el ensayo se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.084, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

**Figura 42**

*Resistencias a la tracción diametral del concreto con adiciones de FA más FP.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

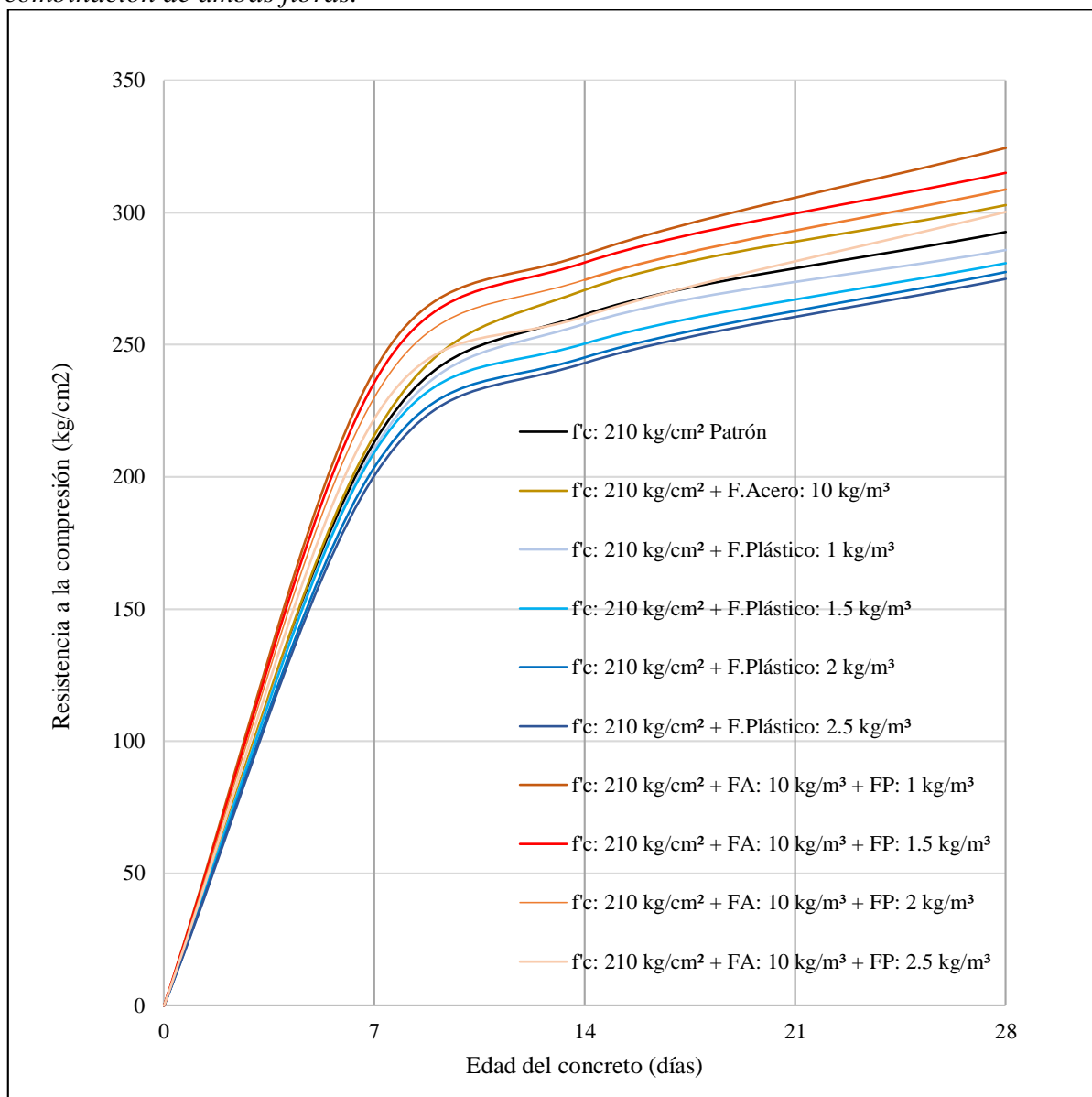
En la figura 42 se presentan los valores de las resistencias a la tracción diametral de los especímenes con la combinación de FA más FP; se puede apreciar que las mezclas AP-D1, AP-D2, AP-D3 y AP-D4 tienen una resistencia mayor que la mezcla C. Es preciso indicar que el mayor valor de resistencia se obtuvo con la mezcla AP-D1.

### 3.4.3 Mayores valores de la adición de FA más FP.

En referencia a los más elevados resultados obtenidos en las pruebas mecánicas al concreto con la incorporación de FA más FP se tiene lo siguiente:

**Figura 43**

*Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con adición de FA, FP y la combinación de ambas fibras.*



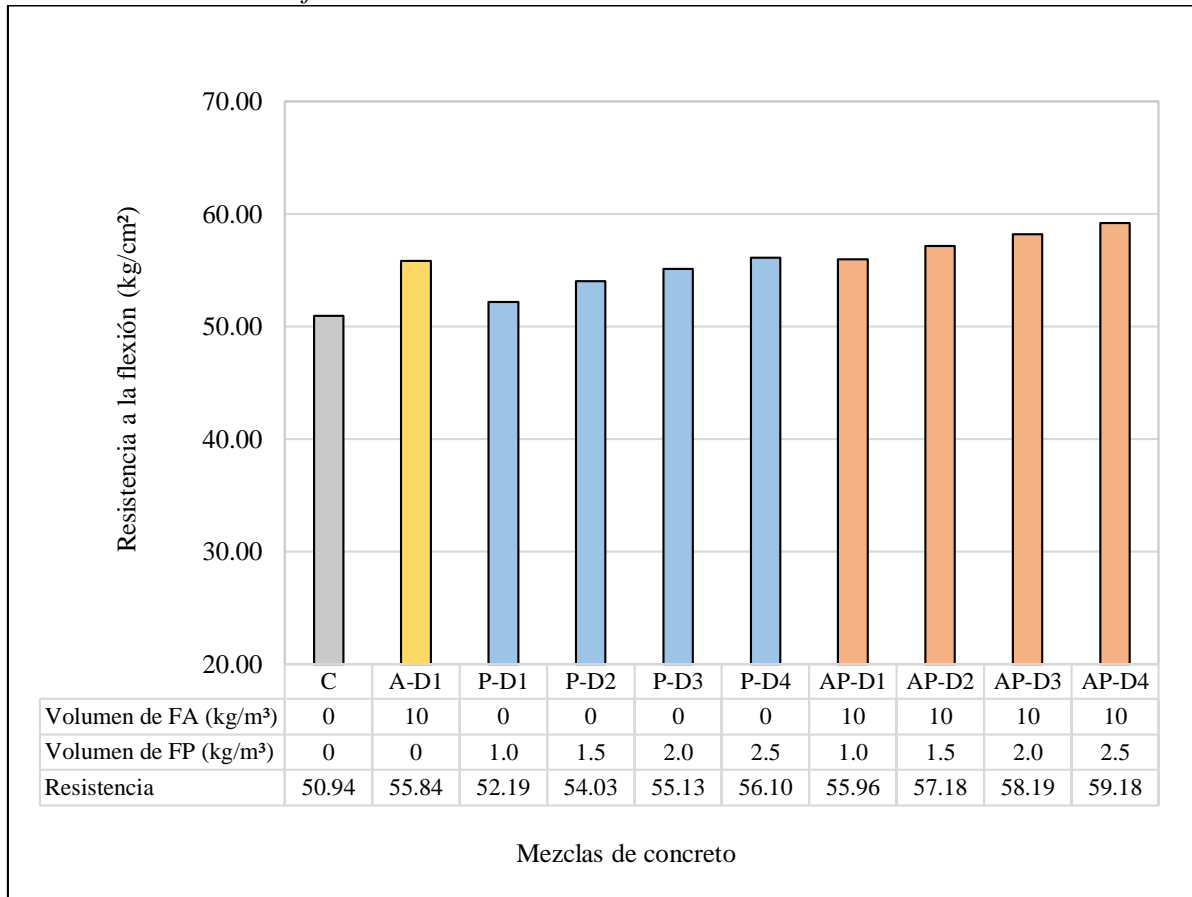
*Fuente: Elaboración Propia.*

La figura 43 muestra la comparación de las curvas de resistencia a la compresión del concreto sin fibras, las mezclas con adición de FA, FP y la combinación de FA más FP, en las cuales se puede apreciar que la mezcla AP-D1 (10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 1 kg/m<sup>3</sup> de FP) tiene una resistencia mayor a los demás concretos; de forma contraria la menor resistencia se obtuvo al agregar FP en una dosificación de 2.5 kg/m<sup>3</sup>.

Asimismo, con referencia a los resultados obtenidos en las pruebas de flexión de las mezclas con adición de FA y FP se tiene lo siguiente:

**Figura 44**

*Comparación de las resistencias a la flexión del concreto con adición de FA, FP y la combinación de ambas fibras.*



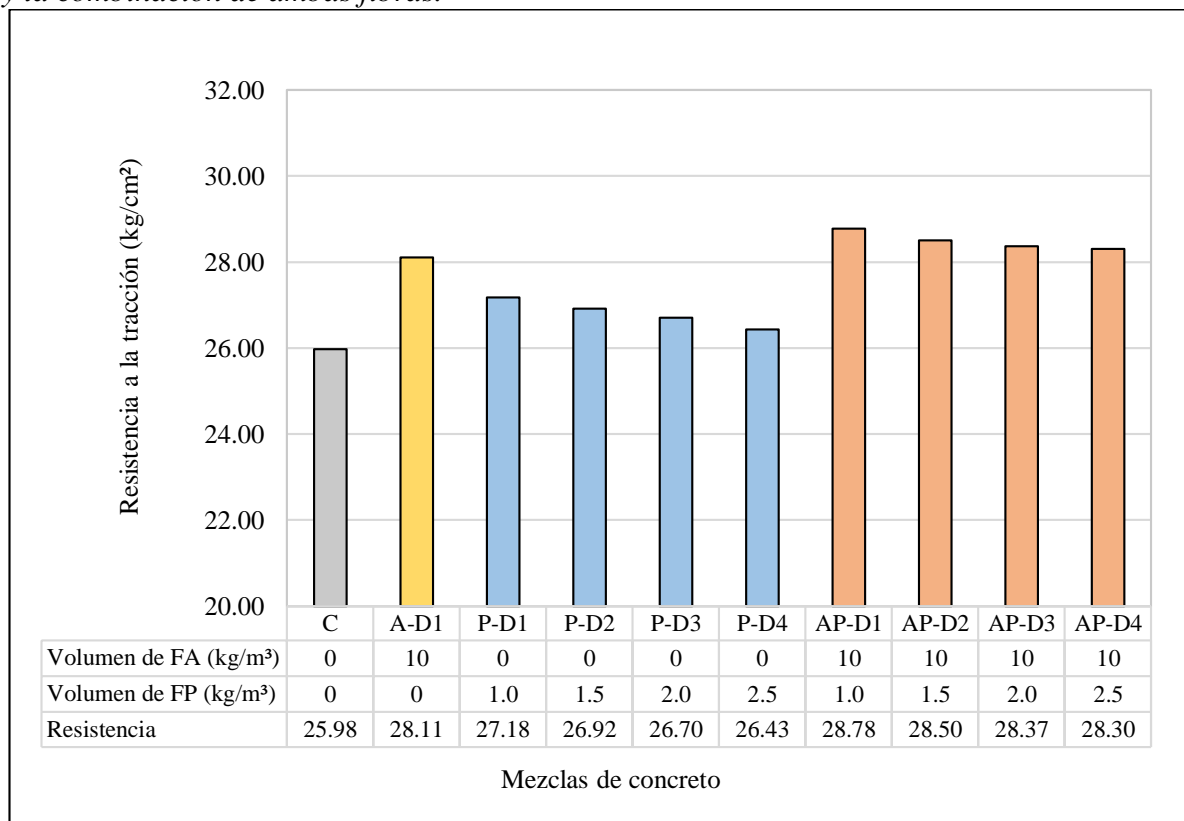
*Fuente: Elaboración Propia.*

La figura 44 muestra que la mezcla A-D1 tiene una resistencia promedio de 55.84 kg/cm<sup>2</sup> la cual es mayor a la resistencia de la mezcla C, asimismo la mezcla P-D4 tiene una resistencia de 56.10 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la mezcla AP-D4 que es la combinación de ambas fibras aumenta hasta 59.18 kg/cm<sup>2</sup> la resistencia. Por otro lado, es preciso indicar que el incremento de FP produce una tendencia creciente de la resistencia de las mezclas AP-D1 al AP-D4.

Con referencia a los resultados más elevados que se obtuvieron en las pruebas de tracción diametral de las mezclas con incorporación de FA más FP se tiene:

**Figura 45**

Comparación de las resistencias a la tracción diametral del concreto con adición de FA, FP y la combinación de ambas fibras.



**Fuente:** Elaboración Propia.

La figura 45 muestra que las mezclas con adición de FA más FP tienen resistencias mayores que las demás mezclas siendo la mezcla AP-D1 la que obtuvo una resistencia máxima de 28.78 kg/cm<sup>2</sup>, también se evidencia que el aumento de FP en las mezclas AP-D1 al AP-D4 reduce levemente la resistencia a la tracción.

Finalmente, del comparativo de las caracterizaciones físico mecánicas de las mezclas con adición de FA más FP se tiene que la combinación óptima es la mezcla AP-D1 (10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 1 kg/m<sup>3</sup> de FP) debido a que tiene una adecuada trabajabilidad (slump de 3.3 pulgadas) además en la prueba de compresión la resistencia aumento hasta 10.86%, asimismo en la prueba de flexión y tracción diametral se incrementó la resistencia hasta 9.85 y 10.78% a comparación de la mezcla C (concreto patrón) siendo de esta manera la mezcla A-D1 la cual cumple con los parámetros de las normas NTP/ASTM y la que obtuvo valores más elevados en los ensayos de compresión y tracción.

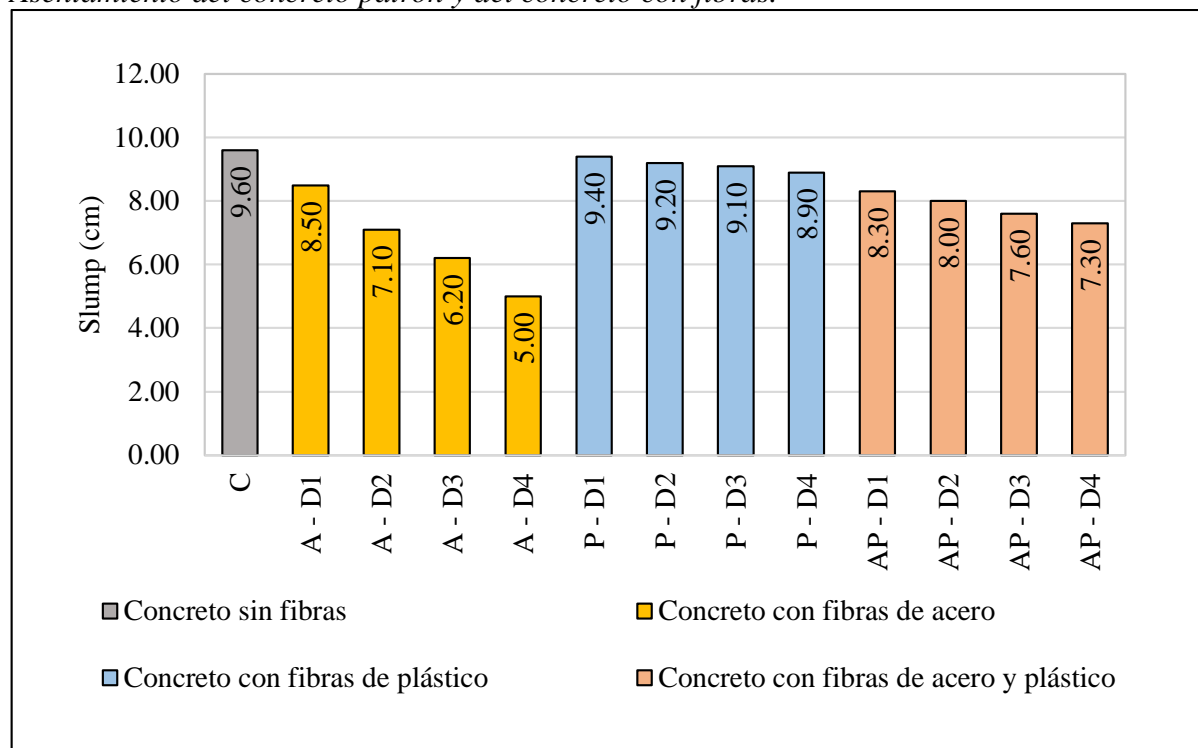


### 3.5 Análisis de los resultados

Referente al asentamiento de las mezclas del concreto sin fibras, el concreto con incorporación de fibras de acero, plástico y la combinación de dichas fibras, se tiene:

**Figura 46**

*Asentamiento del concreto patrón y del concreto con fibras.*



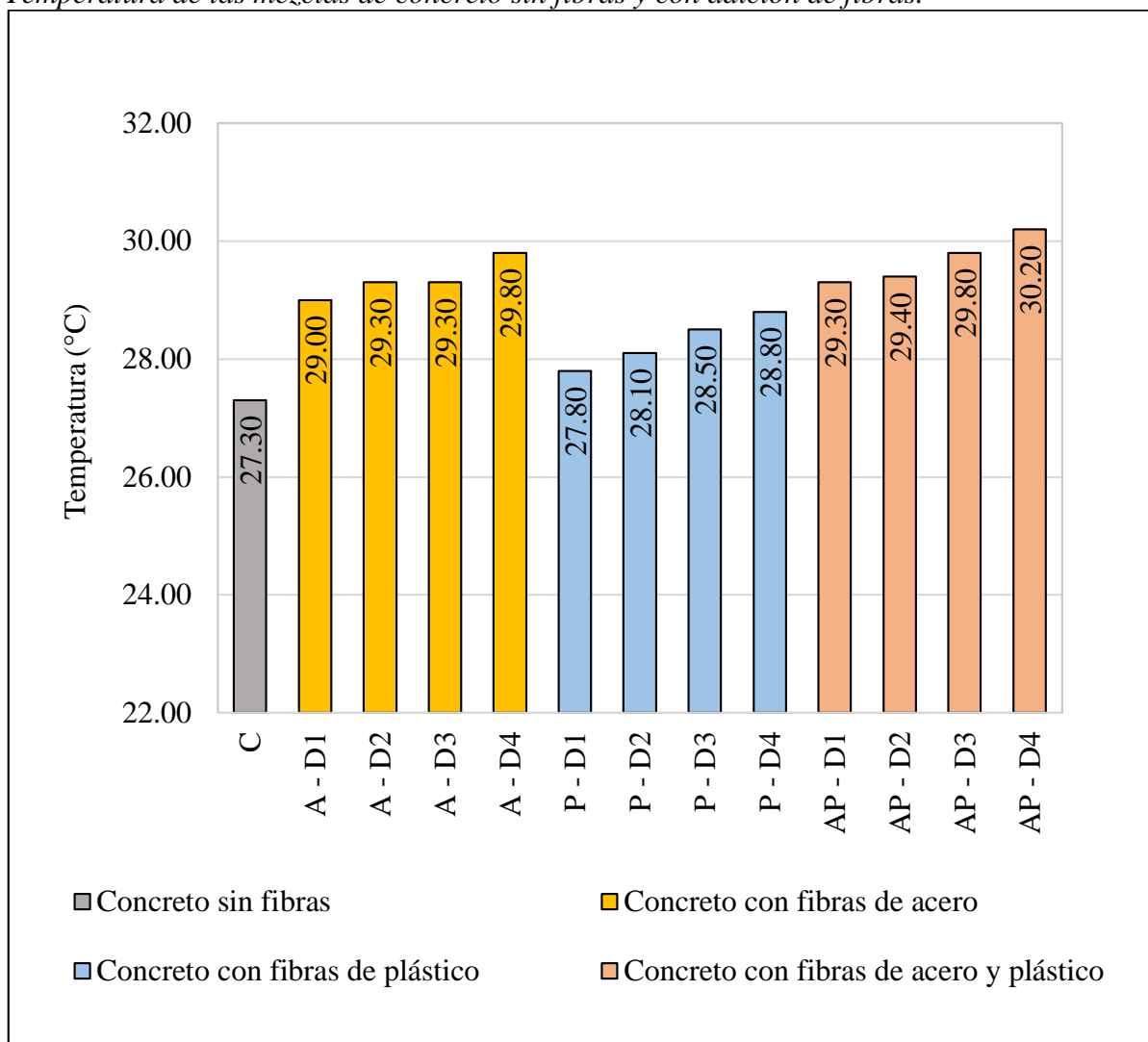
*Fuente: Elaboración Propia.*

En la figura 46 se observa que la mezcla C (concreto patrón) tiene un slump de 9.6 cm, y al incorporar las FA en dosificaciones de 10, 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> el slump obtenido es de 8.50, 7.10, 6.20 y 5.00 cm respectivamente, lo que indica que al agregar las FA se reduce progresivamente el asentamiento de la mezcla. En las mezclas de concreto con incorporación de FP en dosificaciones de 1, 1.5, 2, 2.5 kg/m<sup>3</sup> el slump obtenido es de 9.40, 9.20, 9.10 y 8.90 cm respectivamente, para las mezclas de concreto con la combinación de FA más FP el slump que se obtuvo para las mezclas AP-D1, AP-D2, AP-D3 Y AP-D4 fue de 8.30, 8.00, 7.60 y 7.30 cm respectivamente, lo cual indica que la combinación de FA más FP son las que tienen menor asentamiento debido a que a mayor cantidad de fibras la trabajabilidad del concreto disminuye.

Además, el ensayo de temperatura del concreto se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NTP 339.184, los resultados obtenidos mediante la lectura de la temperatura en las mezclas C, mezclas con FA, mezclas con FP y la combinación de FA más FP se describen a continuación.

**Figura 47**

*Temperatura de las mezclas de concreto sin fibras y con adición de fibras.*



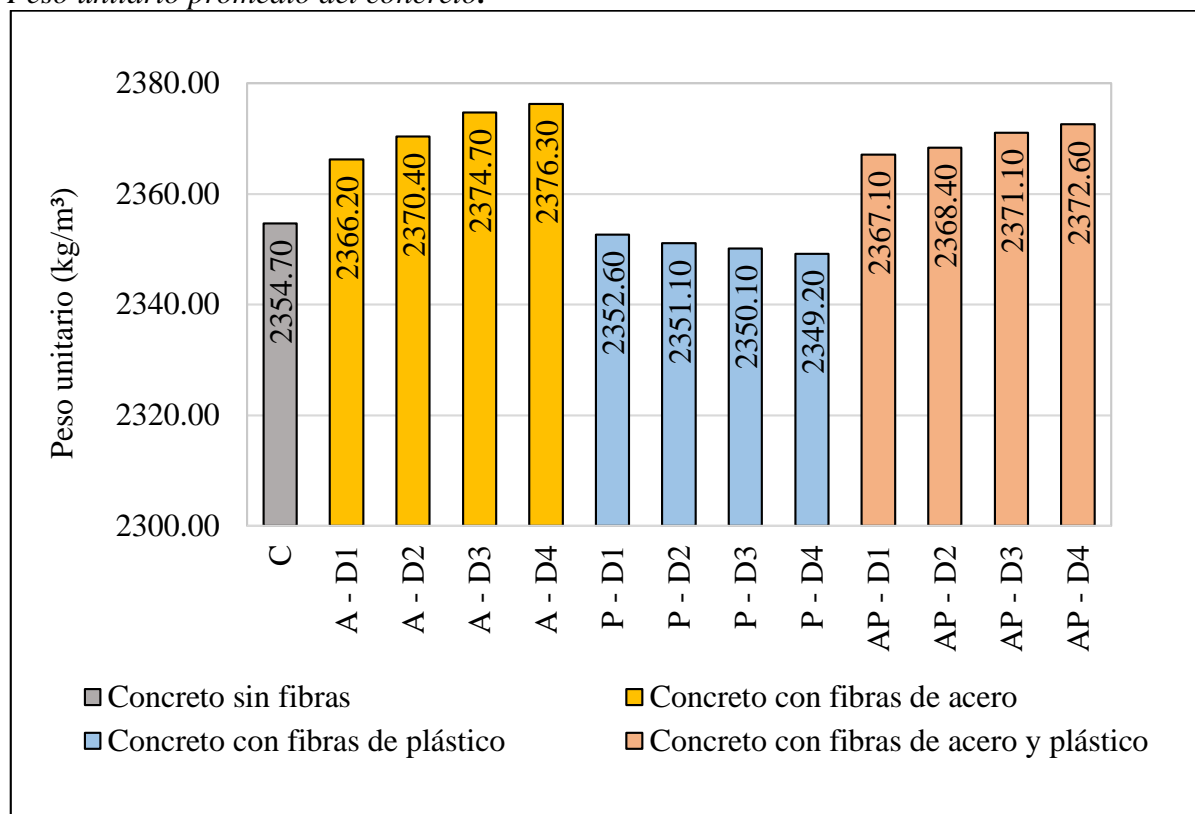
*Fuente: Elaboración Propia.*

En la figura 47 los resultados indican que la temperatura de la mezcla C es de 27.3° y a medida que se aumenta la cantidad de FA y FP llega a tener una temperatura mayor de 29.80 y 28.80° respectivamente; asimismo, para las mezclas con la combinación de FA con FP se muestra un comportamiento similar donde la temperatura tiende a elevarse levemente hasta 30.20°.

Para los fines del peso unitario de la mezcla de concreto, los ensayos se han realizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.046 se han obtenido los resultados que se muestran seguidamente:

**Figura 48**

*Peso unitario promedio del concreto.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

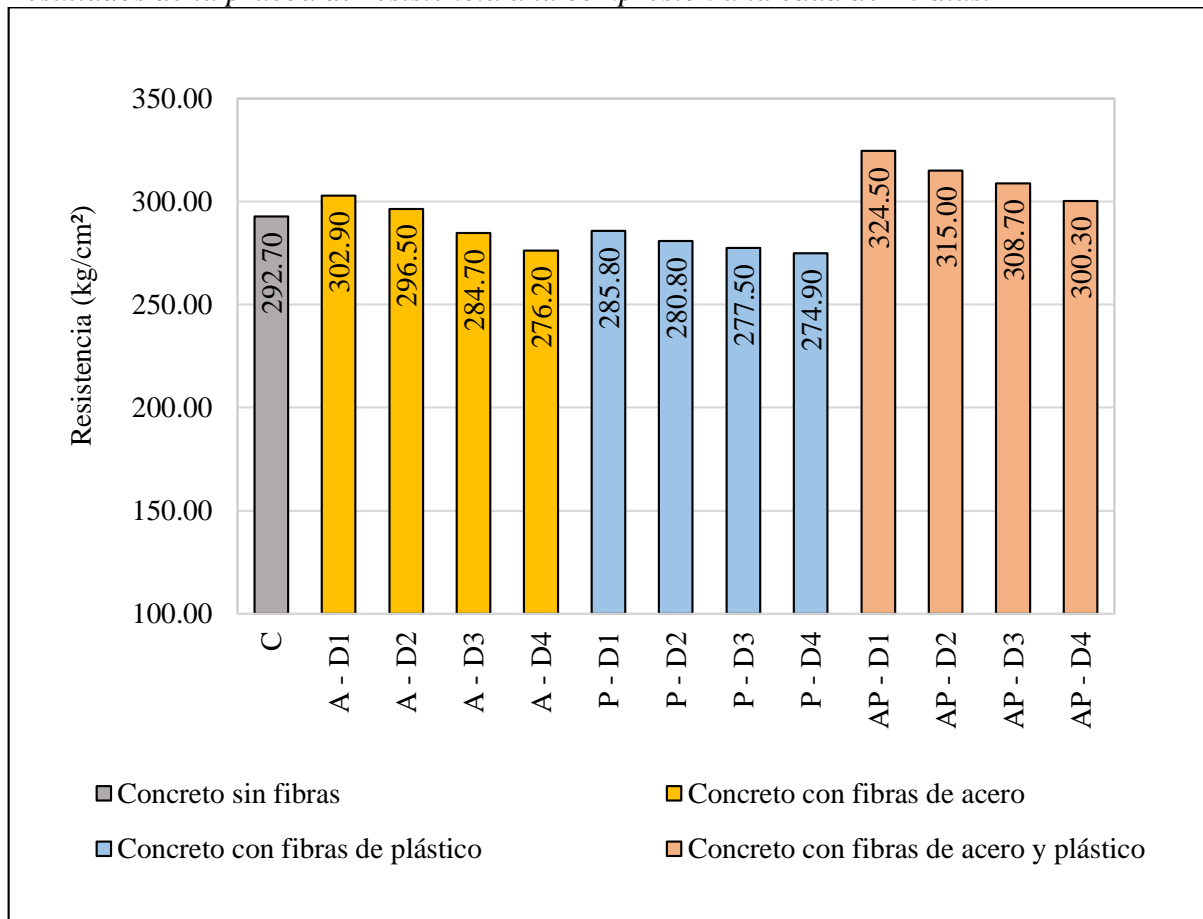
De esta forma, los resultados que se muestran en la figura 48 evidencian que las mezclas con adición de FA tienen un peso unitario mayor que la mezcla C con una tendencia ascendente a medida que se aumenta la dosificación de dicha fibra; sin embargo, las mezclas con adición de FP tienen un peso unitario ligeramente menor que la mezcla C y que las mezclas con FA. Por otro lado, las mezclas con la combinación de ambas fibras tienen un peso unitario similar al concreto con fibras de acero.

Referente a las caracterizaciones mecánicas del concreto patrón con la adición de fibras de acero y fibras de plástico se tiene la figura 49 donde se muestran los resultados de las pruebas de compresión efectuado a los 28 días donde la mezcla C posee una resistencia promedio de 292.7 kg/cm<sup>2</sup> la cual fue tomada como referencia para determinar cómo varían las propiedades del concreto cuando son empleadas diferentes dosis de las fibras. Al incorporar FA se pudo observar que conforme aumenta la dosis de las fibras, la resistencia del concreto tiende a disminuir hasta un 5.64% (Mezcla A-D4) su resistencia con respecto a la mezcla de control, pero en cambio con la proporción de fibras de 10 kg/m<sup>3</sup> (Mezcla A-D1) el concreto aumenta su resistencia hasta un 3.48%. De esta manera se puede considerar que las FA producen un aumento en la resistencia, siendo la dosis más recomendada la de 10 kg/m<sup>3</sup> de concreto.

Asimismo, las mezclas con FP generan una reducción de la resistencia al momento que se aumenta la cantidad de FP en el concreto, la dosificación de 2.5 kg/m<sup>3</sup> (Mezcla P-D4) disminuyó hasta 6.08% la resistencia en esta prueba. Por otro lado, las mezclas con la combinación de FA más FP obtuvieron mayores valores incrementando la resistencia hasta un 10.86% cuando se combina 10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 1 kg/m<sup>3</sup> FP (Mezcla AP-D1).

**Figura 49**

*Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a la edad de 28 días.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

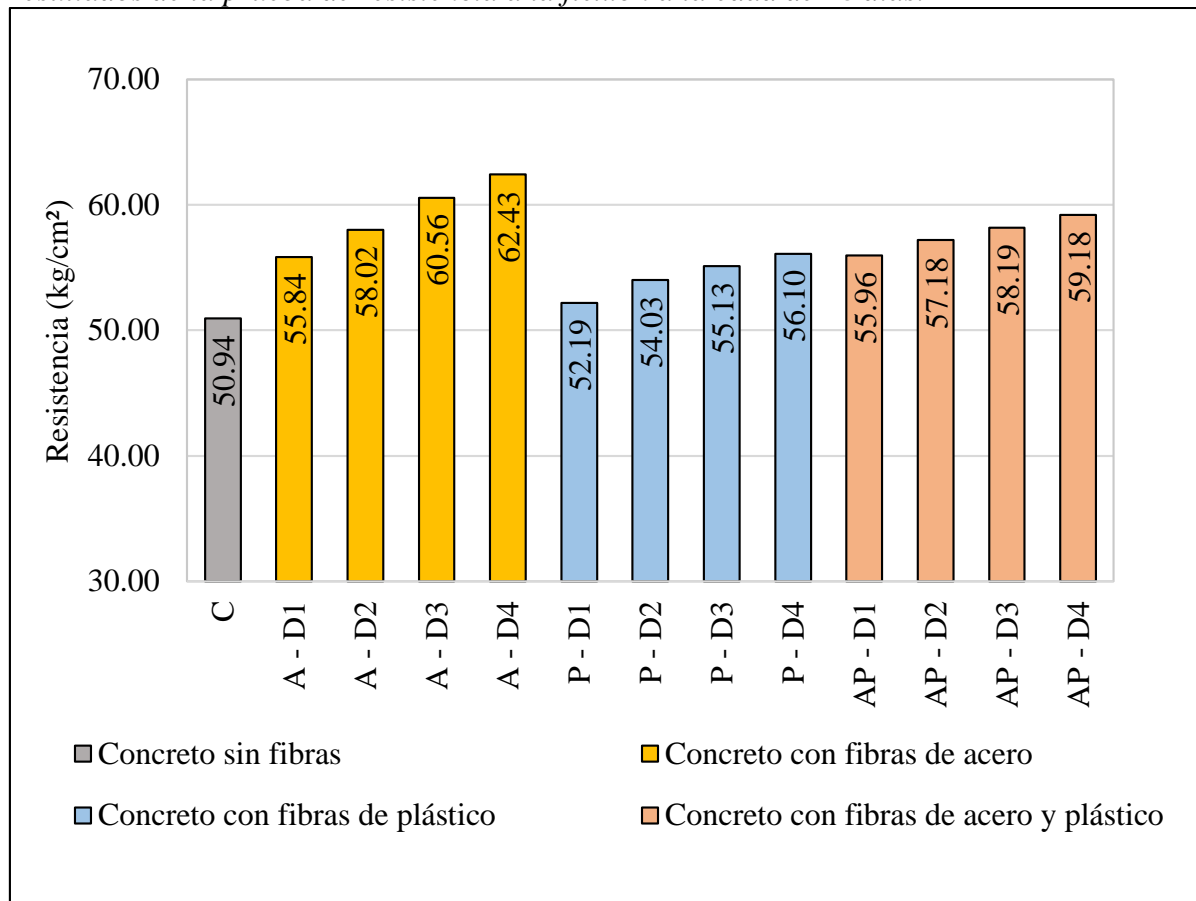
En la figura 49 se observa que la mayor resistencia obtenida es de 324.20 kg/cm<sup>2</sup> al emplear la Mezcla AP-D1(10 kg/m<sup>3</sup> de FA y 1 kg/m<sup>3</sup> de FP). Por otro lado, se aprecia que la incorporación de 2.5 kg/m<sup>3</sup> de FP (Mezcla P-D4) reduce la resistencia a 274.90 kg/cm<sup>2</sup>.

Referente a la prueba de flexión se tiene la figura 50 que muestra la variación de la resistencia en dicha prueba teniendo como punto de referencia la mezcla C (concreto patrón) que tuvieron una resistencia promedio de 50.94 kg/cm<sup>2</sup>. Se pudo observar que al momento de incrementar la dosis de FA se eleva considerablemente la resistencia, dicha propiedad aumenta hasta 22.56% cuando se añade FA en una cantidad de 40 kg/m<sup>3</sup> (Mezcla A-D4). Asimismo, al incrementar la cantidad de FP la resistencia es mayor, al agregar dicha fibra en dosificaciones

de 2.5kg/m<sup>3</sup> (Mezcla P-D4) el aumento mayor es de 10.13% con respecto a la mezcla C; también la combinación de FA más FP incrementan hasta 16.18% la resistencia al momento de emplear una dosis de 10 kg/m<sup>3</sup> de FA con 2.5 kg/m<sup>3</sup> de FP (Mezcla AP-D4).

**Figura 50**

*Resultados de la prueba de resistencia a la flexión a la edad de 28 días.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

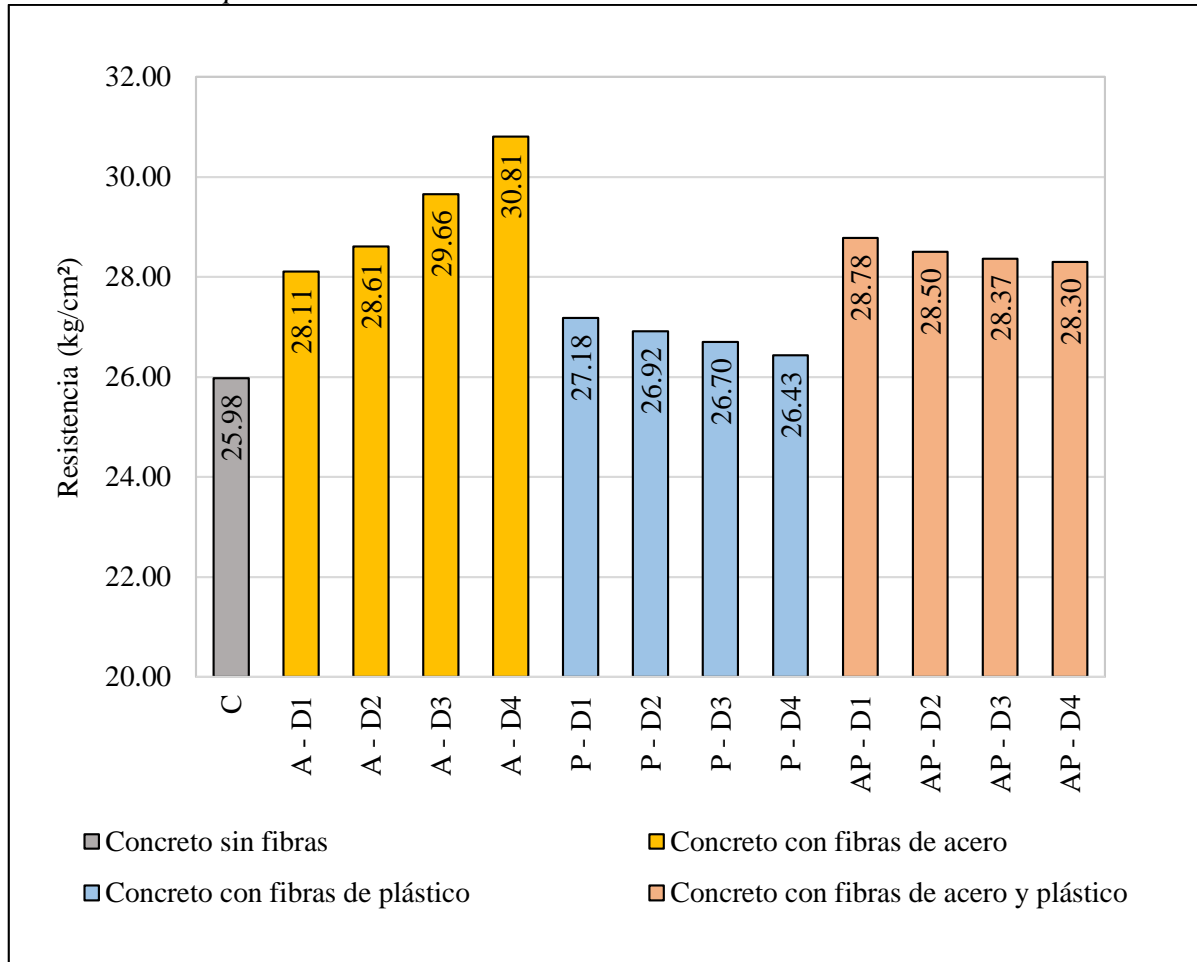
La figura 50 muestra que al incorporar 40 kg/m<sup>3</sup> de FA se obtuvo una resistencia mayor de 62.43 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo las mezclas con FP (P-D1 al P-D4) y las mezclas con la combinación de ambas fibras (AP-D1 al AP-D4) incrementan la resistencia hasta 52.19 y 59.18 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Es preciso mencionar que al añadir cualquier fibra ya sea de acero o plástico la resistencia de los especímenes incrementó como mínimo un 2.45%.

Referente a la prueba de resistencia a la tracción diametral, se tiene la figura 51 donde se muestra que la mezcla C posee una resistencia promedio de 25.98 kg/cm<sup>2</sup>, este valor es tomado como referencia para determinar las variaciones en la resistencia cuando se añade FA y FP. Se tiene que las mezclas con FA producen un aumento progresivo de la resistencia cuando se incrementa la cantidad de fibras; empleando la dosificación de 40 kg/m<sup>3</sup> (Mezcla A-D4) aumentó hasta 18.59% la resistencia con respecto a la mezcla C. Asimismo, las mezclas con

FP incrementaron la resistencia sin embargo a mayor cantidad de FP la resistencia decrece levemente, de este modo en la figura 51 se indica que la Mezcla P-D1(1kg/m<sup>3</sup> de FP) aumenta su resistencia hasta un 4.62%. Por último, la combinación de FA más FP evidencian de la misma manera un incremento en los valores en comparación a la mezcla C, incrementando hasta 10.78% la resistencia a la tracción cuando se utiliza la mezcla AP-D1 (10 kg/m<sup>3</sup> de FA + 1.0 kg/m<sup>3</sup> de FP).

**Figura 51**

*Resultados de la prueba de resistencia a la tracción diametral a la edad de 28 días.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

La figura previa evidencia que el mayor valor de la resistencia en la prueba de tracción diametral es de 30.81 kg/cm<sup>2</sup> y se obtiene con la mezcla A-D4, mientras que con la mezcla P-D4 la resistencia es de 26.43 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo utilizando la mezcla AP-D1 se incrementó la resistencia a 28.78 kg/cm<sup>2</sup>. Es preciso mencionar que al incrementar la cantidad de FP la resistencia a la tracción aumenta parcialmente, sin embargo, al utilizar una dosificación mayor a 1 kg/m<sup>3</sup> la resistencia disminuirá progresivamente.

### 3.6 Discusión de resultados:

**En cuanto al diseño de mezcla y las características físico mecánicas del concreto patrón se tiene lo siguiente:**

Referente al diseño de mezcla patrón (Mezcla C) con una resistencia de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$  se tiene la tabla 24 que muestra las características de la grava y arena utilizadas; para el diseño de mezcla se utilizó una relación a/c de 0.60; es preciso mencionar que dicho diseño se realizó según los parámetros del Método del ACI. A comparación de (Patazca & Tafur, 2013) mencionan en su estudio que la relación de a/c para obtener un concreto de resistencia de  $210\text{kg/cm}^2$  es de 0.6 y la dosificación estimada por bolsa de cemento, arena, grava y agua es de 1.0: 2.15: 2.9: 25.5 respectivamente. Asimismo (Farfán et al., 2019) mencionan en su estudio que con una relación de a/c de 0.65 para obtener un concreto de resistencia de  $210\text{kg/cm}^2$  la dosificación estimada por peso es la siguiente: cemento, arena, grava y agua en proporciones de 1.0: 2.20: 2.59: 0.65 respectivamente. Esta investigación concuerda debido a que los resultados de las dosificaciones de los materiales y la relación de a/c son similares a los obtenidos en los estudios de los autores mencionados.

Referente a las propiedades físicas del concreto patrón se tiene la tabla 25, 26 y 27 que expresan que el concreto sin la adición de las fibras tiene un asentamiento promedio de 9.60 cm, la temperatura de la mezcla es de  $27.7^\circ\text{C}$  y además se obtuvo un peso unitario es de  $2354.7\text{ kg/m}^3$ . Sobre ello (Pacheco, 2016) en su investigación logró obtener resultados en el asentamiento de  $3\frac{1}{2}$ " (8.89 cm), temperatura de las mezclas de hasta  $21.67^\circ\text{C}$  y además un peso unitario mayor de  $2317.80\text{ kg/m}^3$  utilizando un diseño de mezclas de  $175\text{ kg/cm}^2$ . Ello concuerda con este estudio debido a que, si bien el diseño de mezcla utilizado es mayor, los resultados son similares a los que presenta Pacheco en su investigación. Asimismo, sobre el asentamiento de las mezclas de concreto (Pinedo et al., 2017) consiguieron resultados parecidos; los cuales muestran que con utilizando una relación de a/c de 0.65, el asentamiento es de 3.5" para una mezcla diseñada con una resistencia de  $210\text{kg/cm}^2$ .

Sobre de las características mecánicas del concreto patrón se tiene las tablas 28, 29 y 30 que expresan que la resistencia a la compresión es de  $292.70\text{ kg/cm}^2$ , además en la prueba de flexión la resistencia promedio es de  $50.94\text{ kg/cm}^2$  y también en la prueba de tracción la resistencia es de  $25.98\text{ kg/cm}^2$ . A comparación de (Carranza, 2018) en su estudio alcanzó resultados de la resistencia a la compresión, flexión y tracción de 289.40, 36.78 y  $26.62\text{ kg/cm}^2$

respectivamente. Esta investigación concuerda en vista de que los resultados conseguidos en cada una de las pruebas mencionadas anteriormente son similares a los alcanzados en el estudio de Carranza.

**En cuanto a las caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de FA se tiene lo siguiente:**

Respecto de las propiedades físicas del concreto con incorporación de FA se tiene las figuras 25, 26 y 27 que expresan que la adición de FA disminuye el asentamiento a medida que se incrementa la dosificación de fibras; por otro lado, el peso unitario y la temperatura incrementa levemente. Sobre ello (Gallo et al., 2013) mencionan en su estudio que la añadidura de FA en dosificaciones de 15,30 y 60 kg/m<sup>3</sup> reduce progresivamente el asentamiento; además el peso unitario no varía significativamente con la incorporación de las fibras. Asimismo, referente al asentamiento (Pinedo et al., 2019) en su investigación logro obtener resultados de 3 ½” (88.9 mm) para el concreto de control, pero al incorporar FA en dosificaciones de 25 y 30 kg/m<sup>3</sup> el slump reduce 28.6 y 36.3%; lo cual concuerda con (Farfán et al. 2019) debido a que en su investigación cuando se utilizó 30 kg/m<sup>3</sup> de FA el slump decreció un 36.3%. Esta investigación concuerda debido a que los resultados obtenidos en las pruebas son similares y muestran un comportamiento contraproducente en el slump con el aumento de FA.

Con respecto al asentamiento y el peso unitario del concreto con FA (Zhang et al., 2019) expresan en su investigación que la incorporación de dichas fibras en dosis de 20, 30, 40 y 50 kg/m<sup>3</sup> generan asentamientos de 5, 4, 3, 3 cm respectivamente; además el peso unitario con cada una de las dosis mencionadas anteriormente es de 2485, 2486, 2495 y 2510 kg/m<sup>3</sup>. El presente estudio coincide dado que cuando se agregó FA en dosis de 10;20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> el asentamiento disminuyó de manera gradual; por otro lado, el peso unitario aumentó con el incremento de fibras.

Sobre la resistencia a la compresión de las mezclas con FA se tiene la figura 28 que evidencia que la incorporación de FA en la proporción de 10 kg/m<sup>3</sup> produce un incremento en la resistencia de 3.48%; en cambio con las proporciones de 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> la resistencia es menor al concreto patrón en 2.73 y 5.64% respectivamente. Para (Anike et al., 2020) expresan que la resistencia es afectada por la cantidad de FA utilizada debido a que en su estudio cuando se utilizó una dosificación adecuada de fibras la resistencia incrementó, pero cuando se usó una elevada dosificación la resistencia se redujo considerablemente. Ello concuerda con esta investigación a causa de que inicialmente al añadir FA la resistencia aumentó y posteriormente al elevar la dosis la resistencia disminuye. Además (Li et al., 2019) indican que la resistencia



de las mezclas con FA en dosis de 0, 1 y 2% incrementa a 33, 40 y 37 Mpa respectivamente cuando se expuso a una temperatura de 25°C; lo cual indica que con 1% de FA se mejora dicha propiedad sin embargo con 2% de FA se reduce la resistencia. Los valores que se obtuvieron en el presente estudio tienden a incrementar con la añadidura adecuada de dicha fibra, por lo que concuerda con los estudios de los autores anteriormente mencionados.

Del mismo modo (Abbass et al., 2018) mencionan en su investigación que la adición de fibras de acero en proporciones de 0.5 a 1.5% aumentan de 10% hasta 25% la resistencia a la compresión. Además (Pinedo et al., 2017) en su estudio alcanzó valores similares cuando incorporó fibras de acero en dosificaciones de 25 y 30 kg/m<sup>3</sup> obteniendo resistencias de 212.39 y 193.24 kg/cm<sup>2</sup>. También, (Grzymiski et al., 2019) muestran en su estudio que la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto sin fibras es de 41.61Mpa; pero al agregar FA a la mezcla se obtiene una mayor de resistencia de 53.66 MPa; asimismo cuándo se agrega FA reciclada la resistencia se eleva a 69.04 MPa. Esta investigación concuerda con los resultados ya que con una determinada dosis de FA se logra aumentar la resistencia, sin embargo, cuando es muy elevada la cantidad de fibra la resistencia del concreto decrece.

Respecto a la resistencia a la flexión del concreto con FA se tiene la figura 29 que indica que el incremento de la dosificación de fibras genera de igual manera una mayor resistencia a la flexión. Según (Zhang & Gao, 2020) expresan que la resistencia a la flexión en su investigación consiguió un aumento significativo de 8.8 Mpa con la añadidura 2.5% de FA industriales. Asimismo, (Bidabadi et al., 2020) presenta resultados similares donde la adición de 1.5% de FA incrementa hasta 29.6% la resistencia.

Respecto a las pruebas de tracción de las mezclas con FA se tiene la figura 30 la cual muestra que el incremento de la dosificación de FA genera de igual manera una mayor resistencia del concreto. Según (Zhang & Gao, 2020) expresan que la resistencia a la tracción aumenta a 7.4 Mpa con la adición de 2.5% de FA industriales y asimismo con la incorporación de 3.6% de FA la resistencia aumenta a 7.25 Mpa. Esto se logra comprobar con la investigación de (Anike et al., 2020) donde muestra que la incorporación de FA en dosificaciones de 0.125 a 1.5% incrementan la resistencia a la tracción hasta 38% en comparación al concreto patrón. Esta investigación coincide puesto que las FA en proporciones de 10; 20; 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> aumentan progresivamente la resistencia del concreto en las pruebas de flexión y tracción.

**Respecto a las caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de FP se tiene lo siguiente:**

Sobre de las caracterizaciones físicas del concreto con FP se tiene las figuras 31, 32 y 33 que expresan que las adiciones de FP disminuyen el asentamiento y el peso unitario del concreto a medida que se incrementa la dosificación de dichas fibras; además se muestra que la temperatura de las mezclas no presenta aumentos considerables. En cuanto al asentamiento (Mohebi et al. 2019) muestran que la adición de 0.45% de FP reduce hasta 20% dicha propiedad; asimismo en el estudio (Almeshal et al., 2020) expresan que el asentamiento de las mezclas reduce hasta 88% cuando se utilizó una dosis de 50% de FP. Por otro lado referente al peso unitario de las mezclas con FP (Almeshal et al., 2020) expresan en su investigación que el peso unitario del concreto con añadidura de FP en 10, 30 y 50% tiende a disminuir en comparación al concreto de control; asimismo (Almeshal et al. 2020) indican que el concreto con 50% de FP reduce hasta 31.6% su densidad; esto también es comprobado en el estudio de (Mohammed et al. 2020) donde el reemplazo del agregado por el 75% de FP reduce hasta un 46% el peso unitario. Esta investigación coincide debido a que el aumento de la dosificación de FP no genera un gran impacto en la temperatura y peso unitario de las mezclas, pero reduce notoriamente la trabajabilidad del concreto.

Respecto a la prueba de compresión de las mezclas con adición de FP se tiene la figura 34 la cual muestra que el incremento de FP genera de manera contraria una menor resistencia del concreto. Según (Thorneycroft et al., 2018) expresan que en las pruebas de compresión de su investigación se redujo la resistencia hasta un 4.1% en comparación con la mezcla patrón cuando se utilizó plástico de 2 a 4mm de tamaño; este comportamiento ocurre de manera similar en la investigación de (Almeshal et al. 2020) donde las mezclas con 20% de FP redujeron ligeramente la resistencia y las mezclas con 50% de FP disminuyeron hasta 60% la resistencia; asimismo, en el estudio de (Faraj et al., 2019) las mezclas de concreto con reemplazo del 0, 10, 20, 30 y 40% del agregado por plástico reciclado redujeron progresivamente la resistencia conforme fue incrementa la cantidad de FP; del mismo modo (Cotto et al., 2020) en su estudio indican que la resistencia disminuye debido a la adición de FP. La presente investigación concuerda ya que el aumento de FP en las mezclas produjo un decrecimiento gradual de la resistencia.

Respecto a la resistencia a la flexión de las mezclas con FP se tiene la figura 35 donde se muestra que las mezclas con adición de FP tienen una resistencia mayor que el concreto de control con una leve tendencia ascendente a medida que se aumenta la cantidad de dicha fibra. Valores que en comparación con los resultados conseguidos por (Mohebi et al., 2019) muestran

que la añadidura de FP en dosificaciones de 0.15, 0.30 y 0.45% sobre un concreto reforzado con barras producen incrementos similares entre las mezclas reforzadas con fibras, sin embargo, en comparación con el concreto simple la resistencia aumenta hasta 20%. Asimismo (Badogiannis et al., 2019) presentan datos similares donde la resistencia de las mezclas con 0.5% de FP y 1.0% de FP incrementa hasta 25 y 37% respectivamente con respecto al concreto de control. Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación tienden a incrementar con el empleo de dichas fibras, por lo que concuerda con el estudio de los autores anteriormente mencionados.

En relación de la resistencia a la tracción diametral de las mezclas con FP se tiene la figura 36 la cual muestra que la añadidura de FP en dosificaciones de 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 kg/m<sup>3</sup> poseen una resistencia superior que el concreto patrón, logrando incrementar dicha propiedad hasta un 4.62%. Al respecto (Madandoust et al., 2019) expresan que con la añadidura de FP en dosificaciones de 0.1, 0.2 y 0.3% la resistencia a la tracción incrementa en 15.9, 24.5 y 32.5% correspondientemente. Esta investigación concuerda debido a que los resultados en ambos estudios son similares y muestran que la resistencia a la tracción diametral aumenta con la adición de FP.

**De acuerdo a las caracterizaciones físico mecánicas del concreto con adición de FA más FP se tiene lo siguiente:**

Respecto a las propiedades físicas de las mezclas con adición de FA más FP se tiene la figura 37, 38 y 39 que muestran que con la mezcla AP-D4 (10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 2.5 kg/m<sup>3</sup> de FP) se reduce el asentamiento hasta 7.30 cm, además se muestra que a medida que se incrementa la dosis de fibras el asentamiento disminuye; en cuanto a la temperatura y peso unitario se evidencio que las mezclas con FA más FP no producen aumentos significativos. Sobre el asentamiento de las mezclas con adición de FA más FP (Liu et al., 2019) indican que adicionando 0.5% de FA y 1.0% de FP el asentamiento disminuye 5% en comparación al concreto de control. Asimismo, en el estudio de (Madandoust et al. 2019) indican que el aumento de FA y FP en las mezclas reducen el asentamiento y la trabajabilidad; la presente investigación concuerda ya que presenta el mismo comportamiento en el asentamiento al agregar FA y FP. Por otro lado, en cuanto al peso unitario (Badagiannis et al., 2019) muestra en su estudio que la añadidura de FA y FP no presenta variaciones significativas el peso unitario no varía significativamente con la incorporación de las fibras; lo que concuerda con este estudio

en vista de que el peso unitario incrementa en cada una de las mezclas con fibras, pero de manera insignificante.

Sobre la resistencia a la compresión de las mezclas con añadidura de FA más FP se tiene figura 40 la cual muestra que con la combinación de  $10 \text{ kg/m}^3$  de FA con  $1 \text{ kg/m}^3$  de FP se pudo obtener mayores valores en la resistencia del concreto, dicha propiedad aumenta hasta un 10.86% con respecto al concreto de control. A comparación de (Badogiannis et al., 2019) los cuales indican es su estudio que con ambas fibras dicha propiedad incrementa de 16% hasta 76% en comparación del concreto de control. Sobre ello en el estudio de (Liu et al., 2019) se muestra que la combinación de 0.5 de FA y 0.5% de FA incrementa hasta 15.1% la resistencia, sin embargo, al incrementar la cantidad de FP la resistencia redujo hasta -1.0% a comparación del concreto patrón. Esta investigación concuerda en vista de que la adición de FA más FP aumentaron la resistencia del concreto en las pruebas de compresión.

Con relación a las pruebas de flexión de las mezclas con FA más FP (AP-D1 al AP-D4) se tiene la figura 41 la cual muestra que dichas mezclas poseen una resistencia superior que el concreto patrón con una tendencia creciente a medida que se aumenta la cantidad de dichas fibras. Igualmente, en el estudio de (Liu et al., 2019) se muestra que las mezclas con 0.5% de FA combinadas con 0.0%, 0.5%, 0.75% y 1.0% de FP incrementan la resistencia a la flexión en 8.3, 30.5, 47.2, 61.1% respectivamente, con relación al concreto de control; esto es comprobado en el estudio de (Caetano et al., 2019) donde se muestra que la combinación de  $75 \text{ kg/m}^3$  de FA con  $2 \text{ kg/m}^3$  se incrementó la resistencia y se obtuvo los mayores valores. Ello concuerda con esta investigación ya que las mezclas de FA más FP incrementan la resistencia de manera significativa.

En relación de la resistencia a la tracción diametral de las mezclas con FA más FP se tiene la figura 42 donde se muestra que dichas mezclas producen un aumento de la resistencia, con una leve tendencia decreciente de la resistencia al aumentar la cantidad de FP. Asimismo (Liu et al., 2019) expresan que la combinación de 0.5% de FA más 0.75% de FP aumenta la resistencia hasta 80% en comparación al concreto de control. El presente estudio concuerda debido a que con la mezcla AP-D1 ( $10 \text{ kg/m}^3$  de FA más  $1 \text{ kg/m}^3$  de FP) se incrementó hasta 10.78% la resistencia.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- El concreto patrón tuvo una dosificación estimada siguiente: cemento, arena, grava y agua de 1.0: 2.5: 3.0: 23 litros respectivamente por volumen; asimismo por metro cúbico se utilizó 333 kg de cemento, 1003 kg de grava, 818 kg de arena y 117 litros de agua. Los elementos fabricados con el diseño de mezcla patrón superaron la resistencia requerida, logrando alcanzar una resistencia de 292.7 kg/cm<sup>2</sup> en la prueba de compresión y en las pruebas de flexión y tracción diametral, el concreto obtuvo una resistencia de 50.94 y 25.98 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.
- En cuanto a las características de concreto con adición de FA se tiene que en proporciones de 10kg/m<sup>3</sup> se aumenta la resistencia a la compresión hasta 3.5%; asimismo la resistencia a la flexión incremento en 9.6%, también incremento en un 8.2% la resistencia a la compresión. Con respecto a la resistencia de compresión se tiene que el incrementó de FA reduce la resistencia; sin embargo, en cuanto a las pruebas de flexión y tracción se incrementó la resistencia con el aumento de FA.
- La incorporación de FP en el concreto no presenta cambios significativos en cuanto a la resistencia a la compresión, pero referente a la resistencia de flexión y tracción se observó incremento de hasta 10.1 y 4.6% respectivamente, es preciso indicar que el incremento de la cantidad de FP produce una tendencia creciente de la resistencia a la flexión, pero reduce progresivamente la resistencia a la compresión y tracción.
- Del comparativo de los resultados de las mezclas con FA más FP se tiene que la combinación de ambas fibras (10 kg/m<sup>3</sup> de FA más 1 kg/m<sup>3</sup> de FP) incrementa la resistencia a la compresión, flexión y tracción hasta 10.9, 9.9 y 10.8%, por otro lado, se mostró que el incremento de FP en las mezclas reduce progresivamente la resistencia a la compresión y tracción.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda complementar esta investigación realizando otros estudios que incorporen diferentes dosificaciones de fibras de acero y plástico en el concreto con la finalidad de analizar cómo se modifican sus propiedades al usar un rango más amplio de dosificaciones.
- Realizar ensayos especiales de flexión en longitudes de 4, 6 y 10 m (reales); realizar ensayos de módulo de elasticidad del concreto.
- Se recomienda realizar ensayos para diseños de concreto mayores a 280 kg/cm<sup>2</sup> para estructuras de mayor exigencia sísmica como puertos, aeropuertos y puentes.

## V. REFERENCIAS

- Abbass, W., Khan, I., & Mourad, S. (2018). Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete. *Construction and Building Materials*, 168, 556-569. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.164>
- Almeshal, I., Tayeh, B., Alyousef, R., Alabduljabbar, H., & Mustafa, A. (2020). Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 4631-4643. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.02.090>
- Armas Aguilar, C. (2016). Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. *Tesis de licenciatura*. Universidad Señor de Sipan, Pimentel.
- Badogiannis, E., Christidis, K., & Tzanetatos, G. (2019). Evaluation of the mechanical behavior of pumice lightweight concrete reinforced with steel and polypropylene fibers. *Construction and Building Materials*, 196, 443-456. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.109>
- Belmokaddem, M., Mahi, A., Senhadji, Y., & Yilmaz, B. (2020). Mechanical and physical properties and morphology of concrete containing plastic waste as aggregate. *Construction and Building Materials*, 257, 119559. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119559>
- Benites Guevara, R., & Bernilla Carlos, S. (2014). Estudio comparativo de elementos fabricados de concreto con material reciclado pet (polietileno tereftalato) y de concreto convencional. *Tesis de licenciatura*. Repositorio de Universidad Señor de Sipan, Chiclayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/1097>
- Caetano, H., Rodrigues, J., & Pimienta, P. (2019). Flexural strength at high temperatures of a high strength steel and polypropylene fibre concrete. *Construction and Building Materials*, 227, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116721>
- Carranza Vergaray, J. (2018). Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí- Lima. *Tesis de licenciatura*. Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/19529>
- Carrillo, J., Silva, D., & Sánchez, M. (2016). Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 17(4). Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432016000400499&lang=es#aff1](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432016000400499&lang=es#aff1)
- Chapoñan Cueva, J. M., & Quispe, C. J. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos*

*adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria - Nuevo Chimbote.*  
Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.

- Cotto-Ramos, A., Dávila, S., Torres García, W., & Cáceres Fernández, A. (2020). Experimental design of concrete mixtures using recycled plastic, fly ash, and silica nanoparticles. *Construction and Building Materials*, 254, 119207. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119207>
- Ejiofor Anike, E., Saidani, M., Omotayo Olubanwo, A., Tyrer, M., & Ganjian, E. (2020). Effect of mix design methods on the mechanical properties of steel fibre-reinforced concrete prepared with recycled aggregates from precast waste. *Structures*, 27, 664-672. doi:<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.05.038>
- Faraj, R., Sherwani, A. F., & Daraei, A. (2019). Mechanical, fracture and durability properties of self-compacting high strength concrete containing recycled polypropylene plastic particles. *Journal of Building Engineering*, 25, 100808. doi:<https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100808>
- Farfán Córdova, M., Pinedo Díaz, D., Araujo Novoa, J., & Orbegoso Alayo, J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Gaceta Técnica*, 20, 5. doi:<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19787.95523>
- Farfán Córdova, M., Pinedo Díaz, D., Araujo Novoa, J., & Orbegoso Alayo, J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Gaceta Técnica*, 20, 5. doi:[10.13140/RG.2.2.19787.95523](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19787.95523)
- Gallo Arciniegas, L., González Peñuela, G., & Carrillo León, J. (2013). COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO ZP-306 SOMETIDO A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23(1), 117-133. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v23n1/v23n1a08.pdf>
- Gallo Arciniegas, L., González Peñuela, G., & Carrillo León, J. (2013). Comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306 sometido a esfuerzos de compresión. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23(1), 117-133. doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.236>
- Grzymiski, F., Musiał, M., & Trapko, T. (2019). Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres. *Construction and Building Materials*, 198, 323-331. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.183>
- Harman, J. (1998). *Diseño de mezclas de agregados, Diseño de mezclas de concreto y Concreto en Obra*. Lima: America Concrete Institute Perú.
- Kosmatka, S. (2004). *Diseño y Control de Mezclas del Concreto*. Illinois: Portland Cement Association.
- Lezama Leiva, J. (2013). *Tecnología del Concreto*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Li, L., Zhang, R., Jin, L., Du, X., Wu, J., & Duan, W. (2019). Experimental study on dynamic compressive behavior of steel fiber reinforced concrete at elevated temperatures.



*Construction and Building Materials*, 210, 673-684.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.138>

- Liu, X., Wu, T., Yang, X., & Wei, H. (2019). Properties of self-compacting lightweight concrete reinforced with steel and polypropylene fibers. *Construction and Building Materials*, 226, 388-398. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.306>
- Madandoust, R., Kazemi, M., Talebi, P. K., & de Brito, J. (2019). Effect of the curing type on the mechanical properties of lightweight concrete with polypropylene and steel fibres. *Construction and Building Materials*, 223, 1038-1052. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.08.006>
- Mármol Salazar, P. (2010). *Hormigones con fibras de acero características mecánicas*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://oa.upm.es/4510/>
- Mohebi, Z., Bahnamiri, A., & Dehestani, M. (2019). Effect of polypropylene fibers on bond performance of reinforcing bars in high strength concrete. *Construction and Building Materials*, 215, 401-409. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.230>
- Nayan, R., & Kisku, P. (2017). Comparative Study of Different Types of Steel Fiber over Conventional Concrete. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 5, 1285-1291. doi:10.22214/ijraset.2017.10186
- Neville, A., & Brooks, J. (1998). *Tecnología del Concreto*. México: Trillas.
- NTP 334.009. (2005). *Cementos Portland. Requisitos*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.034. (2008). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.047. (2006). *Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.079. (2012). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.084. (2012). *Ensayo a la tracción por compresión diametral en probetas cilíndricas*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland, Requisitos*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.204. (2007). *Especificación normalizada del concreto y concreto proyectado reforzado con fibra*. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto)*. Lima : INDECOPI.
- NTP 400.037. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima: INDECOPI.
- Ortiz Barboza, S. (2015). Determinacion de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un F'C=280 kg/cm<sup>2</sup>. *Tesis de licenciatura*. Universidad

Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/636>

- Pacheco Cruzado, G. (2016). Resistencia a compresión axial del concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, UPN - 2016. *Tesis de licenciatura*. Repositorio de la Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/10488>
- Patazca Rojas, P., & Tafur Bustamante, J. (2013). Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y a flexión del concreto convencional, concreto con fibra de acero Sikafiber CHO 80/60 NB, y concreto con fibra sintética Sikafiber Force PP/PE-700/55. *Tesis de licenciatura*. Repositorio Universidad Señor de Sipan, Chiclayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/1133>
- Perera, S., Arulrajah, A., Choy Wong, Y., Horpibulsuk, S., & Maghool, F. (2019). Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials. *Construction and Building Materials*, 221, 200-209. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.047>
- Pinedo Díaz , D., Araujo Novoa, A., Orbegoso Alayo, J., & Farfán Córdova, M. (2017). Efecto de las fibras de acero en la resistencia del concreto. *UCV - SCIENTIA*, 9, 61-61. doi:<https://doi.org/10.18050/revucv-scientia.v9i>
- Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: American Concrete Institute Perú.
- Rivva López, E. (2007). *Diseño de mezclas*. Lima: American Concrete Institute Perú.
- Shirani Bidabadi, M., Akbari, M., & Panahi, O. (2020). Optimum mix design of recycled concrete based on the fresh and hardened properties of concrete. *Journal of Building Engineering*, 101483. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101483>
- Sotil Levy, A., & Zegarra Riveros, J. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. *Tesis de licenciatura*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/581616>
- Thorneycroft, Orr, Savoikar, & Ball. (2018). Performance of structural concrete with recycled plastic waste as a partial replacement for sand. *Construction and Building Materials*, 161, 63-69. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.127>
- Villalobos Pasapera, M. (2018). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO LIMADURAS DE ACERO. *Tesis de licenciatura*. Universidad Señor de Sipan, Pimentel. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4926>
- Villanueva, E., & Yaranga, H. (2015). *Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concreto de  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lircay, Provincia de Angares, Región Huancavelica*. Lircay: Universidad Nacional de Huancavelica.

Zhang, S., Zhang, C., & Liao, L. (2019). Investigation on the relationship between the steel fibre distribution and the post-cracking behaviour of SFRC. *Construction and Building Materials*, 200, 539-550.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.081>

Zhang, Y., & Gao, L. (2020). Influence of Tire-Recycled Steel Fibers on Strength and Flexural Behavior of Reinforced Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1155/2020/6363105>

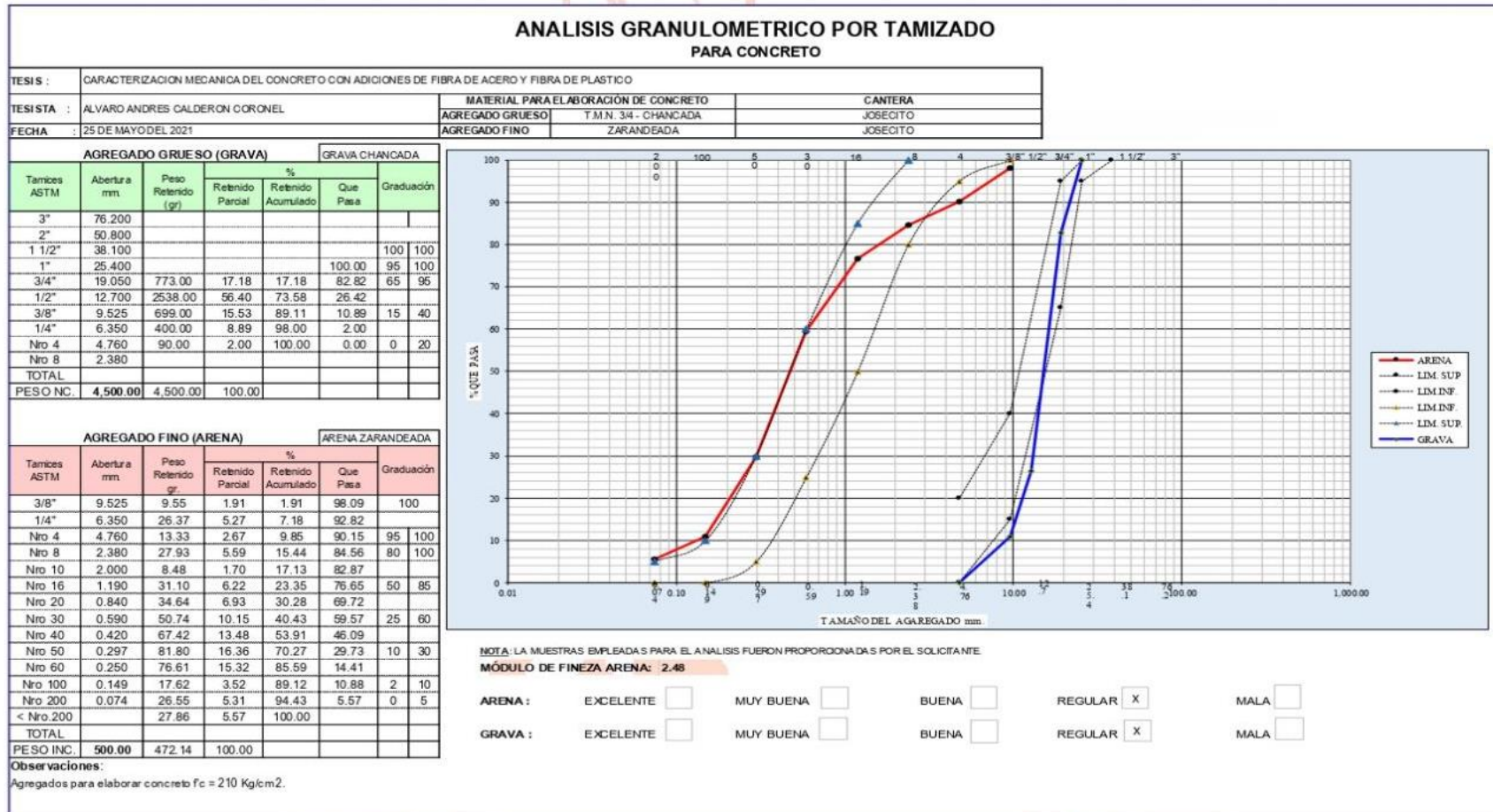
## VI. ANEXOS

### ANEXO 1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

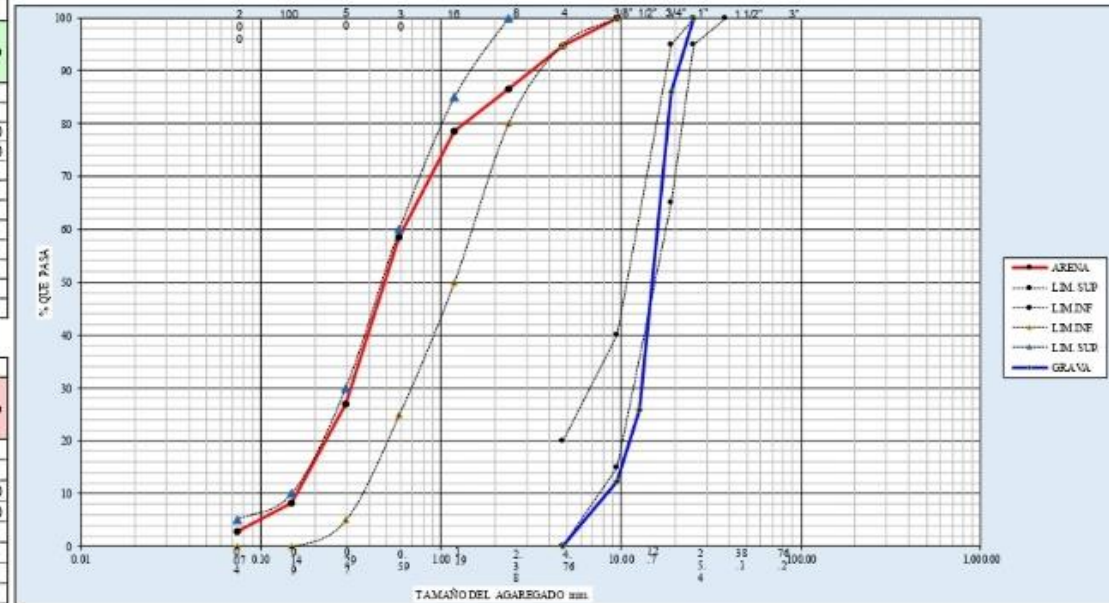


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
PARA CONCRETO**

TESIS :	CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO		
TESISTA :	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL	MATERIAL PARA ELABORACION DE CONCRETO	CANTERA
FECHA :	23 DE MAYO DEL 2021	AGREGADO GRUESO	T.M.H. 3A - CHANCADA
		AGREGADO FINO	ZARANDEADA
			JOSECITO

AGREGADO GRUESO (GRAVA)						GRAVA CHANCADA	
Tamano ASTM	Area en mm	Peso Retenido (gr)	Retenido Porcent	Retenido Acumulado	Que Pasa	Credenciales	
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100					100	100
1"	25.400				100.00	95	100
3/4"	19.050	767.00	13.95	13.95	86.05	65	95
1/2"	12.700	3312.00	60.22	74.16	25.84		
3/8"	9.525	748.00	13.60	87.76	12.24	15	40
1/4"	6.350	622.00	11.31	99.07	0.93		
Nro 4	4.750	51.00	0.93	100.00	0.00	0	20
Nro 8	2.380						
TOTAL							
PESO NC:	5,500.00	5,500.00	100.00				

AGREGADO FINO (ARENA)						ARENA ZARANDEADA	
Tamano ASTM	Area en mm	Peso Retenido (gr)	Retenido Porcent	Retenido Acumulado	Que Pasa	Credenciales	
3/8"	9.525		0.00	0.00	100.00	100	
1/4"	6.350	14.70	2.94	2.94	97.06		
Nro 4	4.750	12.07	2.41	5.35	94.65	95	100
Nro 8	2.380	40.26	8.06	13.41	86.59	80	100
Nro 10	2.000	7.67	1.53	14.94	85.06		
Nro 16	1.190	32.06	6.41	21.36	78.64	50	85
Nro 20	0.840	38.07	7.61	28.97	71.03		
Nro 30	0.590	62.77	12.55	41.52	58.48	25	60
Nro 40	0.420	73.95	14.79	56.31	43.69		
Nro 50	0.297	83.92	16.78	73.10	26.90	10	30
Nro 60	0.250	77.12	15.42	88.52	11.48		
Nro 100	0.149	16.67	3.33	91.86	8.14	2	10
Nro 200	0.074	26.16	5.23	97.09	2.91	0	5
< Nro 200		14.56	2.91	100.00			
TOTAL							
PESO INC:	500.00	485.44	100.00				



NOTA: LAS MUESTRAS EMPLEADAS PARA EL ANÁLISIS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

MÓDULO DE FINEZA ARENA: 2.47

ARENA : EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

GRAVA : EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

Observaciones:  
Agregados para elaborar concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Alvarado*  
ALVARO H. CALDERON HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA


MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Tuesta*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE CIP 56721



## ANEXO 2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS




OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>		
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (AGREGADO FINO)</b>		
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>			
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>			
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>NTP 400.017 - ASTM C-29</b>			
<b>1- PESO UNITARIO SUELTO</b>			
Descripción	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	11370	11360
Peso del recipiente	(gr.)	6060	6060
Peso de muestra	(gr.)	5310	5300
Volumen de recipiente	(m <sup>3</sup> )	0.0032	0.0032
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1646.61	1643.51
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1645	
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1556	
<b>2- PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
Descripción	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	12070	12095
Peso del recipiente	(gr.)	6060	6060
Peso de muestra	(gr.)	6010	6035
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00322	0.00322
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1863.68	1871.43
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1868	
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1767	
<b>Observaciones:</b>			
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.			

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 ALVARO H. CALDERON HERRERA  
 TESISTA LABORANTISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE CP 5821

	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b></p> <p><b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO</b> <b>(AGREGADO GRUESO)</b></p>		
<p><b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b></p> <p><b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b></p>			
<p><b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b> <b>NTP 400.017 - ASTM C-29</b></p>			
<p><b>1- PESO UNITARIO SUELTO</b></p>			
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ensayo</b>	
		<b>N 01</b>	<b>N 02</b>
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	11484	11481
Peso del recipiente	(gr.)	6994	6994
Peso de muestra	(gr.)	4490	4487
Volumen de recipiente	(m <sup>3</sup> )	0.0032	0.0032
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1392.21	1391.25
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1392	
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1385	
<p><b>2- PESO UNITARIO COMPACTADO</b></p>			
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ensayo</b>	
		<b>N 01</b>	<b>N 02</b>
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	11975	11964
Peso del recipiente	(gr.)	6994	6994
Peso de muestra	(gr.)	4981	4970
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00322	0.00322
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1544.48	1541.24
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1543	
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1536	
<p><b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.</p>			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
TÉCNICO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE - CIP 58221




## ANEXO 3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO


E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>		
	<b>PROTOCOLO: CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO FINO)</b>		
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" <b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL			
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b> <b>NTP 339.185 - ASTM C-535</b>			
<b>1- <u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u></b>			
Descripción	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
2. Peso de muestra seca	(gr.)	1147	1140
3. Peso de recipiente	(gr.)	150	150
4. Contenido de humedad	(%)	5.32	6.11
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	5.72	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.			

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE CIP 58221



	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>		
	<b>PROTOCOLO: CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO GRUESO)</b>		
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>			
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>			
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM C-535</b>			
<b>1- <u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u></b>			
Descripcion	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	1500.00	1500.00
2. Peso de muestra seca	(gr.)	1494.10	1493.60
3. Peso de recipiente	(gr.)	180.55	180.55
4. Contenido de humedad	(%)	0.45	0.49
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.47	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
INGENIERO LABORALISTA




MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE - CIP 56721

## ANEXO 4. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

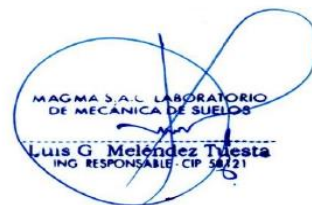



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

		LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		
		PROTOCOLO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION (AGREGADO FINO)		
TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"			
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL			
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO</b> NTP 400.022 - ASTM C-127				
<b>I. DATOS</b>				
Descripcion	Unidad	Ensayo		
		N 01	N 02	
1. Peso de la muestra saturada con superficie seca	(gr)	500.00	501.50	
2. Peso de la muestra saturada con superficie seca + Peso del envase + Peso del agua	(gr)	970.40	971.62	
3. Peso de la muestra saturada con superficie seca + peso del envase	(gr)	660.30	661.80	
4. Peso del agua	(gr)	310.10	309.82	
5. Peso del envase	(gr)	160.30	160.30	
6. Peso de la muestra secada (homo) + Peso del envase	(gr)	649.40	650.65	
7. Peso de la muestra secada (homo)	(gr)	489.10	490.35	
8. Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.00	500.00	
<b>II. - RESULTADOS</b>				
Descripcion	Unidad	Ensayo		Promedio
		N 01	N 02	
A. PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.58	2.58	2.58
B. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.73	2.72	2.72
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.73	2.72	2.72
D. ABSORCIÓN	%	2.23	2.27	2.25
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.				

  
MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERON HERRERA  
TESISTA LABORATORISTA

  
MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE. CIP 54721

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION</b>			
	<b>(AGREGADO GRUESO)</b>			
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"				
<b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL				
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b> <b>NTP 400.021 - ASTM C-127</b>				
<b>I. DATOS</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ensayo</b>		
		<b>N 01</b>	<b>N 02</b>	
1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	3510.20	3502.40	
2.- Peso de la muestra saturada con superficie seca	(gr)	3540.30	3532.00	
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	3135.00	3127.20	
4.- Peso de la canastilla	(gr)	905.50	905.50	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	2229.50	2221.70	
<b>II. - RESULTADOS</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ensayo</b>		<b>Promedio</b>
		<b>N 01</b>	<b>N 02</b>	
A. PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cnr <sup>3</sup> )	2.68	2.67	2.68
B. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA	(gr/cnr <sup>3</sup> )	2.70	2.70	2.70
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cnr <sup>3</sup> )	2.74	2.73	2.74
D. ABSORCIÓN	%	0.86	0.85	0.85
<b>Observaciones:</b>				
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.				

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 LUIS G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE: CIP 58221



**ANEXO 5 RESULTADOS DEL ENSAYO DE LOS MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ N°200**



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>		
	<b>PROCOLO: MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 (LAVADO DEL AGREGADO FINO)</b>		
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>			
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>			
<b>MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO NTP 400.018 - ASTM C-117</b>			
<b>1- DATOS</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Ensayo</b>	
		<b>N 01</b>	<b>N 02</b>
1. Peso de muestra	(gr.)	500.00	500.00
2. Peso de muestra lavada	(gr.)	484.80	487.50
3. Peso de la muestra que atraviesa el tamiz N°200	(gr.)	15.20	12.50
4. Material que pasa tamiz N°200	(%)	3.04	2.50
5. Material que pasa tamiz N°200 (Promedio)	(%)	2.77	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.			

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*[Signature]*  
JUANITO H. SOBERON HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE: CIP 30221

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>		
	<b>PROTOCOLO: MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ</b> <b>Nº 200</b> <b>(LAVADO DEL AGREGADO GRUESO)</b>		
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>			
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>			
<b>MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ Nº 200 DEL AGREGADO GRUESO</b> <b>NTP 400.018 - ASTM C-117</b>			
<b>1- DATOS</b>			
Descripción	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra	(gr.)	2500.00	2500.00
2. Peso de muestra lavada	(gr.)	2489.60	2492.20
3. Peso de la muestra que atraviesa el tamiz Nº200	(gr.)	10.40	7.80
4. Material que pasa tamiz Nº200	(%)	0.42	0.31
5. Material que pasa tamiz Nº200 (Promedio)	(%)	0.36	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados proporcionados por El Tesista.			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 WILFREDO H. SORBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA




MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE - CIP 56721

# ANEXO 6 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO F'c 210 KG/CM<sup>2</sup>



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b> <b>PROTOCOLO: DISEÑO DE MEZCLAS</b> <b>(MÉTODO ACI)</b>	
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" <b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL		
<b>DISEÑO DE MEZCLAS f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> (MÉTODO ACI)</b>		
<b>A. REQUERIMIENTO :</b> Resistencia Especificada: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Relación A/C: 0.60 Cemento Pacasmayo Portland : TIPO I Coeficiente de variación estimado : $f_{cr} = 84 + f_c = 294 \text{ kg/cm}^2$ Agregados: Piedra Cantera : JOSECITO (CHANCADA) Arena Cantera : JOSECITO (ZARANDEADA)		
<b>AGREGADOS</b>		
Características :	ARENA	PIEDRA
Humedad Natural :	5.72	0.47
Absorción :	2.25	0.85
Peso Especifico de Masa :	2.58	2.68
Módulo de Fineza :	2.48	---
Tamaño máx. del agregado:	---	3/4"
Peso Unitario Suelto :	1556	1385
Peso Unitario Varillado Compactado :	1767	1536
<b>B. DOSIFICACION</b>		
1. Selección de la Relación Agua-Cemento A/C		
Para lograr una resist. Característica de:	84 + 210 =	294 kg/cm <sup>2</sup>
se requiere una a/c =	0.60	
2. Estimación del agua de mezclado y Contenido de Aire.		
Para un asentamiento de	3" a 4"	200 litros/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado		2.0 %
3. Contenido de Cemento		
C.	200 / 0.60 =	333 kg aprox. 7.80 Bolsas/m <sup>3</sup>
4. Estimación del contenido de Agregado Grueso.		
A.G.	m <sup>3</sup> x kg/m <sup>3</sup> =	998 kg
5. Estimación del Contenido de Agregado Fino.		
Volumen de Agua		= 0.200 m <sup>3</sup>
Volumen sólido de cemento	/ 3.08	= 0.108 m <sup>3</sup>
Volumen sólido del agregado grueso		= 0.372 m <sup>3</sup>
Volumen de aire.		= 0.020 m <sup>3</sup>
		0.700 m <sup>3</sup>
Volumen sólido de Arena requerida :	1 - 0.700	= 0.300 m <sup>3</sup>
Peso de arena seca requerida :		= 774 kg.

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE. CIP 58721



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
**PROTOCOLO: DISEÑO DE MEZCLAS**  
**(MÉTODO ACI)**

**TESIS:** "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
**TESISTA:** ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**DISEÑO DE MEZCLAS  $f_c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> (MÉTODO ACI)**

6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico.			
Agua (neta de mezclado)	=	200 litros	
Cemento	=	333 kg	
Agregado Grueso	=	998 kg	
Agregado Fino	=	774 kg	
		<u>2305 kg</u>	
7. Ajuste por humedad del Agregado			
Por humedad total (pesos ajustados)			
Agregado grueso	=	1003 kg	
Agregado fino	=	818 kg	
Corrección por absorción, del agua de mezclado.			
Agregado grueso	=	-3.79 litros	
Agregado fino	=	26.86 litros	
		<u>23.07 litros</u>	
8. RESUMEN			
AGUA (Total de mezclado)	=	177 litros	
CEMENTO	=	333 kg	
AGREGADO GRUESO (Húmedo)	=	1003 kg	
AGREGADO FINO (Húmedo)	=	818 kg	
9. DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO (POR BLS. DE CEMENTO)			
<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>
<b>1.0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>	<b>23</b>
	:		Lts./bolsa
10. DOSIFICACION ESTIMADA EN VOLUMEN			
<b>AGREGADO FINO:</b>			
Peso unitario suelto seco		1556.00	
Peso unitario suelto húmedo		1645.00	
Peso unitario húmedo suelto / 35	→	47.00 Kg/pié <sup>3</sup>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>			
Peso unitario suelto seco		1385.00	
Peso unitario suelto húmedo		1391.51	
Peso unitario húmedo suelto / 35	→	39.76 Kg/pié <sup>3</sup>	
		<b>Proporcion en obra x bolsa</b>	<b>Vol. x m<sup>3</sup> de concreto</b>
Contenido de Cemento		42.5 Kg/pié <sup>3</sup>	1.0 Bls. 7.80 Bls/m <sup>3</sup>
Contenido de Agua		22.6 Kg/pié <sup>3</sup>	22.6 lt/Bls. 176.9 lt/m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Fino		104.4 Kg/pié <sup>3</sup>	2.22 pié <sup>3</sup> 17.33 pié <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Contenido de Agr. Grueso		128.0 Kg/pié <sup>3</sup>	3.22 pié <sup>3</sup> 25.11 pié <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>
<b>1.0</b>	<b>2.2</b>	<b>3.2</b>	<b>23</b>
	:		Lts./bolsa

**Nota:** La dosificación de agua deberá ajustarse al momento de elaborar el concreto en relación con la humedad que presenten los agregados, en dicho momento, para obtener una mezcla trabajable y con el slump requerido.


MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Alvaro Calderon Coronel*  
ALVARO H. CALDERON HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Tuesta*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE CIP 58221

# ANEXO 7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LAS MEZCLAS DE CONCRETO




OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>				
	<b>PROTOCOLO: ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)</b>				
TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" TESISISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL					
MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO NTP 339.035 - ASTM C-143					
<b>1- DATOS</b>					
Nº de ensayo	Identificación	Ensayo N 01	Ensayo N 02	SLUMP (cm.)	SLUMP (pulg.)
1	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> PATRON	9.50	9.70	9.60	3.8
2	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.ACERO: 10 kg/m <sup>3</sup>	8.50	8.50	8.50	3.3
3	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.ACERO: 20 kg/m <sup>3</sup>	7.00	7.20	7.10	2.8
4	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.ACERO: 30 kg/m <sup>3</sup>	6.30	6.10	6.20	2.4
5	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.ACERO: 40 kg/m <sup>3</sup>	5.10	4.90	5.00	2.0
6	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 1 kg/m <sup>3</sup>	9.50	9.30	9.40	3.7
7	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 1.5 kg/m <sup>3</sup>	8.90	9.10	9.00	3.5
8	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 2 kg/m <sup>3</sup>	8.60	8.80	8.70	3.4
9	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 2.5 kg/m <sup>3</sup>	8.30	8.50	8.40	3.3
10	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 1 kg/m <sup>3</sup>	8.40	8.20	8.30	3.3
11	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 1.5 kg/m <sup>3</sup>	7.90	8.10	8.00	3.1
12	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 2 kg/m <sup>3</sup>	7.50	7.70	7.60	3.0
13	fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 2.5 kg/m <sup>3</sup>	7.20	7.40	7.30	2.9
Observaciones: Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.					

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 LUIS G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE CIP 56721



	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>			
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>				
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>				
<b>TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>				
<b>NTP 339.184</b>				
<b>1- DATOS</b>				
N° de ensayo	Identificación	Temperatura (°C)		Temperatura Promedio (°C)
		Lectura 1	Lectura 2	
1	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> PATRON	27.0°	27.5°	27.3°C
2	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.ACERO: 10 kg/m <sup>3</sup>	29.0°	29.0°	29.0°C
3	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.ACERO: 20 kg/m <sup>3</sup>	29.3°	29.3°	29.3°C
4	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.ACERO: 30 kg/m <sup>3</sup>	29.2°	29.3°	29.3°C
5	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.ACERO: 40 kg/m <sup>3</sup>	30.0°	29.5°	29.8°C
6	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 1 kg/m <sup>3</sup>	28.0°	27.5°	27.8°C
7	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 1.5 kg/m <sup>3</sup>	28.2°	28.0°	28.1°C
8	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 2 kg/m <sup>3</sup>	28.5°	28.5°	28.5°C
9	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + F.PLASTICO: 2.5 kg/m <sup>3</sup>	29.0°	28.5°	28.8°C
10	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 1 kg/m <sup>3</sup>	28.8°	29.7°	29.3°C
11	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 1.5 kg/m <sup>3</sup>	29.5°	29.3°	29.4°C
12	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 2 kg/m <sup>3</sup>	30.0°	29.5°	29.8°C
13	fc: 210 kg/cn <sup>2</sup> + FA: 10 kg/m <sup>3</sup> + FP: 2.5 kg/m <sup>3</sup>	30.1°	30.2°	30.2°C

**Observaciones:**  
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.




MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SORCERON HERRERA**  
INGENIERO LABORATORISTA




MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE - CIP 56221

## ANEXO 9. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"				
TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b>				
NTP 339.046 - ASTM C-138				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )
1	PATRÓN - CM1	13.065	0.0056	2349.82 kg/m <sup>3</sup>
2	PATRÓN - CM2	13.122	0.0056	2360.07 kg/m <sup>3</sup>
3	PATRÓN - CM3	13.057	0.0056	2348.38 kg/m <sup>3</sup>
4	PATRÓN - CM4	13.126	0.0056	2360.79 kg/m <sup>3</sup>
5	PATRÓN - CM5	13.069	0.0056	2350.54 kg/m <sup>3</sup>
6	PATRÓN - CM6	13.127	0.0056	2360.97 kg/m <sup>3</sup>
7	PATRÓN - CM7	13.048	0.0056	2346.76 kg/m <sup>3</sup>
8	PATRÓN - CM8	13.112	0.0056	2358.27 kg/m <sup>3</sup>
9	PATRÓN - CM9	13.101	0.0056	2356.30 kg/m <sup>3</sup>
<b>Observaciones:</b>				
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Alvaro Calderón*  
ALVARO H. CALDERON HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE - CIP 56721

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>				
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>				
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"					
<b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL					
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b>					
<b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>					
<b>1- DATOS</b>					
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)	
1	A - D1 -M1	13.154	0.0056	2365.83 kg/m³	
2	A - D1 -M2	13.187	0.0056	2371.76 kg/m³	
3	A - D1 -M3	13.164	0.0056	2367.63 kg/m³	
4	A - D1 -M4	13.128	0.0056	2361.15 kg/m³	
5	A - D1 -M5	13.197	0.0056	2373.56 kg/m³	
6	A - D1 -M6	13.212	0.0056	2376.26 kg/m³	
7	A - D1 -M7	13.121	0.0056	2359.89 kg/m³	
8	A - D1 -M8	13.125	0.0056	2360.61 kg/m³	
9	A - D1 -M9	13.116	0.0056	2358.99 kg/m³	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.					




MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 INGENIERO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE. CIP 54721




	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>																																																		
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>																																																		
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" <b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL																																																			
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>																																																			
<b>1- DATOS</b>																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº de probeta</th> <th>Código</th> <th>Peso de probeta (Kg)</th> <th>Volumen del Molde (m3)</th> <th>Peso Unitario (Kg/m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A - D2 -M1</td><td>13.283</td><td>0.0056</td><td>2389.03 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>2</td><td>A - D2 -M2</td><td>13.124</td><td>0.0056</td><td>2360.43 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>3</td><td>A - D2 -M3</td><td>13.136</td><td>0.0056</td><td>2362.59 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>4</td><td>A - D2 -M4</td><td>13.262</td><td>0.0056</td><td>2385.25 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>5</td><td>A - D2 -M5</td><td>13.133</td><td>0.0056</td><td>2362.05 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>6</td><td>A - D2 -M6</td><td>13.189</td><td>0.0056</td><td>2372.12 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>7</td><td>A - D2 -M7</td><td>13.117</td><td>0.0056</td><td>2359.17 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>8</td><td>A - D2 -M8</td><td>13.225</td><td>0.0056</td><td>2378.60 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>9</td><td>A - D2 -M9</td><td>13.148</td><td>0.0056</td><td>2364.75 kg/m<sup>3</sup></td></tr> </tbody> </table>		Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)	1	A - D2 -M1	13.283	0.0056	2389.03 kg/m <sup>3</sup>	2	A - D2 -M2	13.124	0.0056	2360.43 kg/m <sup>3</sup>	3	A - D2 -M3	13.136	0.0056	2362.59 kg/m <sup>3</sup>	4	A - D2 -M4	13.262	0.0056	2385.25 kg/m <sup>3</sup>	5	A - D2 -M5	13.133	0.0056	2362.05 kg/m <sup>3</sup>	6	A - D2 -M6	13.189	0.0056	2372.12 kg/m <sup>3</sup>	7	A - D2 -M7	13.117	0.0056	2359.17 kg/m <sup>3</sup>	8	A - D2 -M8	13.225	0.0056	2378.60 kg/m <sup>3</sup>	9	A - D2 -M9	13.148	0.0056	2364.75 kg/m <sup>3</sup>
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)																																															
1	A - D2 -M1	13.283	0.0056	2389.03 kg/m <sup>3</sup>																																															
2	A - D2 -M2	13.124	0.0056	2360.43 kg/m <sup>3</sup>																																															
3	A - D2 -M3	13.136	0.0056	2362.59 kg/m <sup>3</sup>																																															
4	A - D2 -M4	13.262	0.0056	2385.25 kg/m <sup>3</sup>																																															
5	A - D2 -M5	13.133	0.0056	2362.05 kg/m <sup>3</sup>																																															
6	A - D2 -M6	13.189	0.0056	2372.12 kg/m <sup>3</sup>																																															
7	A - D2 -M7	13.117	0.0056	2359.17 kg/m <sup>3</sup>																																															
8	A - D2 -M8	13.225	0.0056	2378.60 kg/m <sup>3</sup>																																															
9	A - D2 -M9	13.148	0.0056	2364.75 kg/m <sup>3</sup>																																															
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.																																																			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 TECNICO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**Luis G Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE - CIP 58121

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>				
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)
1	A - D3 -M1	13.124	0.0056	2360.43 kg/m <sup>3</sup>
2	A - D3 -M2	13.245	0.0056	2382.19 kg/m <sup>3</sup>
3	A - D3 -M3	13.278	0.0056	2388.13 kg/m <sup>3</sup>
4	A - D3 -M4	13.212	0.0056	2376.26 kg/m <sup>3</sup>
5	A - D3 -M5	13.187	0.0056	2371.76 kg/m <sup>3</sup>
6	A - D3 -M6	13.244	0.0056	2382.01 kg/m <sup>3</sup>
7	A - D3 -M7	13.129	0.0056	2361.33 kg/m <sup>3</sup>
8	A - D3 -M8	13.297	0.0056	2391.55 kg/m <sup>3</sup>
9	A - D3 -M9	13.113	0.0056	2358.45 kg/m <sup>3</sup>
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**JUANITO H. CALDERON HERRERA**  
 TÈCNICO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**Luis G Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE - CIP 58221

	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b></p>																																																		
<p><b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b></p>																																																			
<p><b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</p>																																																			
<p><b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</p>																																																			
<p><b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b></p>																																																			
<p><b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b></p>																																																			
<p><b>1- DATOS</b></p>																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0f0e0;"> <th>Nº de probeta</th> <th>Código</th> <th>Peso de probeta (Kg)</th> <th>Volumen del Molde (m3)</th> <th>Peso Unitario (Kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M1</td><td style="text-align: center;">13.225</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2378.60 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M2</td><td style="text-align: center;">13.167</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2368.17 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M3</td><td style="text-align: center;">13.224</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2378.42 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M4</td><td style="text-align: center;">13.230</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2379.50 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M5</td><td style="text-align: center;">13.236</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2380.58 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M6</td><td style="text-align: center;">13.251</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2383.27 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M7</td><td style="text-align: center;">13.176</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2369.78 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M8</td><td style="text-align: center;">13.248</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2382.73 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">A - D4 -M9</td><td style="text-align: center;">13.154</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2365.83 kg/m³</td></tr> </tbody> </table>		Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m³)	1	A - D4 -M1	13.225	0.0056	2378.60 kg/m³	2	A - D4 -M2	13.167	0.0056	2368.17 kg/m³	3	A - D4 -M3	13.224	0.0056	2378.42 kg/m³	4	A - D4 -M4	13.230	0.0056	2379.50 kg/m³	5	A - D4 -M5	13.236	0.0056	2380.58 kg/m³	6	A - D4 -M6	13.251	0.0056	2383.27 kg/m³	7	A - D4 -M7	13.176	0.0056	2369.78 kg/m³	8	A - D4 -M8	13.248	0.0056	2382.73 kg/m³	9	A - D4 -M9	13.154	0.0056	2365.83 kg/m³
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m³)																																															
1	A - D4 -M1	13.225	0.0056	2378.60 kg/m³																																															
2	A - D4 -M2	13.167	0.0056	2368.17 kg/m³																																															
3	A - D4 -M3	13.224	0.0056	2378.42 kg/m³																																															
4	A - D4 -M4	13.230	0.0056	2379.50 kg/m³																																															
5	A - D4 -M5	13.236	0.0056	2380.58 kg/m³																																															
6	A - D4 -M6	13.251	0.0056	2383.27 kg/m³																																															
7	A - D4 -M7	13.176	0.0056	2369.78 kg/m³																																															
8	A - D4 -M8	13.248	0.0056	2382.73 kg/m³																																															
9	A - D4 -M9	13.154	0.0056	2365.83 kg/m³																																															
<p><b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.</p>																																																			




MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
INGENIERO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE - CIP 58721




	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"				
<b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )
1	P - D1 -M1	13.083	0.0056	2353.06 kg/m <sup>3</sup>
2	P - D1 -M2	13.091	0.0056	2354.50 kg/m <sup>3</sup>
3	P - D1 -M3	13.062	0.0056	2349.28 kg/m <sup>3</sup>
4	P - D1 -M4	13.087	0.0056	2353.78 kg/m <sup>3</sup>
5	P - D1 -M5	13.095	0.0056	2355.22 kg/m <sup>3</sup>
6	P - D1 -M6	13.081	0.0056	2352.70 kg/m <sup>3</sup>
7	P - D1 -M7	13.071	0.0056	2350.90 kg/m <sup>3</sup>
8	P - D1 -M8	13.088	0.0056	2353.96 kg/m <sup>3</sup>
9	P - D1 -M9	13.064	0.0056	2349.64 kg/m <sup>3</sup>
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 TECNICO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58/21

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" <b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
				23/07/2017
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del molde (m3)	Peso unitario (Kg/m3)
1	P - D2 -M1	13.076	0.0056	2351.80 kg/m³
2	P - D2 -M2	13.052	0.0056	2347.48 kg/m³
3	P - D2 -M3	13.090	0.0056	2354.32 kg/m³
4	P - D2 -M4	13.065	0.0056	2349.82 kg/m³
5	P - D2 -M5	13.081	0.0056	2352.70 kg/m³
6	P - D2 -M6	13.054	0.0056	2347.84 kg/m³
7	P - D2 -M7	13.085	0.0056	2353.42 kg/m³
8	P - D2 -M8	13.082	0.0056	2352.88 kg/m³
9	P - D2 -M9	13.063	0.0056	2349.46 kg/m³
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				




MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 TECNICO LABORATORISTA




MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58/21



	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>				
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del molde (m3)	Peso unitario (Kg/m3)
1	P - D3 -M1	13.068	0.0056	2350.36 kg/m <sup>3</sup>
2	P - D3 -M2	13.057	0.0056	2348.38 kg/m <sup>3</sup>
3	P - D3 -M3	13.065	0.0056	2349.82 kg/m <sup>3</sup>
4	P - D3 -M4	13.073	0.0056	2351.26 kg/m <sup>3</sup>
5	P - D3 -M5	13.054	0.0056	2347.84 kg/m <sup>3</sup>
6	P - D3 -M6	13.057	0.0056	2348.38 kg/m <sup>3</sup>
7	P - D3 -M7	13.061	0.0056	2349.10 kg/m <sup>3</sup>
8	P - D3 -M8	13.079	0.0056	2352.34 kg/m <sup>3</sup>
9	P - D3 -M9	13.085	0.0056	2353.42 kg/m <sup>3</sup>
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**Luis G Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE - CIP 58721


	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b></p>																																																		
	<p><b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b></p>																																																		
<p><b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b></p>																																																			
<p><b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b></p>																																																			
<p><b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b></p>																																																			
<p><b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b></p>																																																			
<p><b>1- DATOS</b></p>																																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0f0e0;"> <th>Nº de probeta</th> <th>Código</th> <th>Peso de probeta (Kg)</th> <th>Volumen del molde (m3)</th> <th>Peso unitario (Kg/m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M1</td><td style="text-align: center;">13.054</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2347.84 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M2</td><td style="text-align: center;">13.075</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2351.62 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M3</td><td style="text-align: center;">13.053</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2347.66 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M4</td><td style="text-align: center;">13.062</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2349.28 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M5</td><td style="text-align: center;">13.048</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2346.76 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M6</td><td style="text-align: center;">13.055</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2348.02 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M7</td><td style="text-align: center;">13.068</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2350.36 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M8</td><td style="text-align: center;">13.071</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2350.90 kg/m³</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">P - D4 -M9</td><td style="text-align: center;">13.067</td><td style="text-align: center;">0.0056</td><td style="text-align: center;">2350.18 kg/m³</td></tr> </tbody> </table>	Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del molde (m3)	Peso unitario (Kg/m3)	1	P - D4 -M1	13.054	0.0056	2347.84 kg/m³	2	P - D4 -M2	13.075	0.0056	2351.62 kg/m³	3	P - D4 -M3	13.053	0.0056	2347.66 kg/m³	4	P - D4 -M4	13.062	0.0056	2349.28 kg/m³	5	P - D4 -M5	13.048	0.0056	2346.76 kg/m³	6	P - D4 -M6	13.055	0.0056	2348.02 kg/m³	7	P - D4 -M7	13.068	0.0056	2350.36 kg/m³	8	P - D4 -M8	13.071	0.0056	2350.90 kg/m³	9	P - D4 -M9	13.067	0.0056	2350.18 kg/m³
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del molde (m3)	Peso unitario (Kg/m3)																																															
1	P - D4 -M1	13.054	0.0056	2347.84 kg/m³																																															
2	P - D4 -M2	13.075	0.0056	2351.62 kg/m³																																															
3	P - D4 -M3	13.053	0.0056	2347.66 kg/m³																																															
4	P - D4 -M4	13.062	0.0056	2349.28 kg/m³																																															
5	P - D4 -M5	13.048	0.0056	2346.76 kg/m³																																															
6	P - D4 -M6	13.055	0.0056	2348.02 kg/m³																																															
7	P - D4 -M7	13.068	0.0056	2350.36 kg/m³																																															
8	P - D4 -M8	13.071	0.0056	2350.90 kg/m³																																															
9	P - D4 -M9	13.067	0.0056	2350.18 kg/m³																																															
<p><b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.</p>																																																			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
INGENIERO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE - CIP 56721

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"				
<b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)
1	AP - D1 -M1	13.204	0.0056	2374.82 kg/m³
2	AP - D1 -M2	13.129	0.0056	2361.33 kg/m³
3	AP - D1 -M3	13.115	0.0056	2358.81 kg/m³
4	AP - D1 -M4	13.162	0.0056	2367.27 kg/m³
5	AP - D1 -M5	13.141	0.0056	2363.49 kg/m³
6	AP - D1 -M6	13.162	0.0056	2367.27 kg/m³
7	AP - D1 -M7	13.210	0.0056	2375.90 kg/m³
8	AP - D1 -M8	13.128	0.0056	2361.15 kg/m³
9	AP - D1 -M9	13.197	0.0056	2373.56 kg/m³
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				




MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
IVANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE CIP 58721




	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"				
<b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)
1	AP - D2 -M1	13.159	0.0056	2366.73 kg/m³
2	AP - D2 -M2	13.173	0.0056	2369.24 kg/m³
3	AP - D2 -M3	13.156	0.0056	2366.19 kg/m³
4	AP - D2 -M4	13.147	0.0056	2364.57 kg/m³
5	AP - D2 -M5	13.185	0.0056	2371.40 kg/m³
6	AP - D2 -M6	13.195	0.0056	2373.20 kg/m³
7	AP - D2 -M7	13.156	0.0056	2366.19 kg/m³
8	AP - D2 -M8	13.183	0.0056	2371.04 kg/m³
9	AP - D2 -M9	13.160	0.0056	2366.91 kg/m³
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**WILIANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 TECNICO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE - CIP 50221


	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>																																																		
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>																																																		
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>																																																			
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>																																																			
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b> <b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>																																																			
<b>1- DATOS</b>																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº de probeta</th> <th>Código</th> <th>Peso de probeta (Kg)</th> <th>Volumen del Molde (m3)</th> <th>Peso Unitario (Kg/m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>AP - D3 -M1</td><td>13.198</td><td>0.0056</td><td>2373.74 kg/m³</td></tr> <tr><td>2</td><td>AP - D3 -M2</td><td>13.192</td><td>0.0056</td><td>2372.66 kg/m³</td></tr> <tr><td>3</td><td>AP - D3 -M3</td><td>13.176</td><td>0.0056</td><td>2369.78 kg/m³</td></tr> <tr><td>4</td><td>AP - D3 -M4</td><td>13.172</td><td>0.0056</td><td>2369.06 kg/m³</td></tr> <tr><td>5</td><td>AP - D3 -M5</td><td>13.186</td><td>0.0056</td><td>2371.58 kg/m³</td></tr> <tr><td>6</td><td>AP - D3 -M6</td><td>13.181</td><td>0.0056</td><td>2370.68 kg/m³</td></tr> <tr><td>7</td><td>AP - D3 -M7</td><td>13.194</td><td>0.0056</td><td>2373.02 kg/m³</td></tr> <tr><td>8</td><td>AP - D3 -M8</td><td>13.185</td><td>0.0056</td><td>2371.40 kg/m³</td></tr> <tr><td>9</td><td>AP - D3 -M9</td><td>13.168</td><td>0.0056</td><td>2368.35 kg/m³</td></tr> </tbody> </table>		Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)	1	AP - D3 -M1	13.198	0.0056	2373.74 kg/m³	2	AP - D3 -M2	13.192	0.0056	2372.66 kg/m³	3	AP - D3 -M3	13.176	0.0056	2369.78 kg/m³	4	AP - D3 -M4	13.172	0.0056	2369.06 kg/m³	5	AP - D3 -M5	13.186	0.0056	2371.58 kg/m³	6	AP - D3 -M6	13.181	0.0056	2370.68 kg/m³	7	AP - D3 -M7	13.194	0.0056	2373.02 kg/m³	8	AP - D3 -M8	13.185	0.0056	2371.40 kg/m³	9	AP - D3 -M9	13.168	0.0056	2368.35 kg/m³
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)																																															
1	AP - D3 -M1	13.198	0.0056	2373.74 kg/m³																																															
2	AP - D3 -M2	13.192	0.0056	2372.66 kg/m³																																															
3	AP - D3 -M3	13.176	0.0056	2369.78 kg/m³																																															
4	AP - D3 -M4	13.172	0.0056	2369.06 kg/m³																																															
5	AP - D3 -M5	13.186	0.0056	2371.58 kg/m³																																															
6	AP - D3 -M6	13.181	0.0056	2370.68 kg/m³																																															
7	AP - D3 -M7	13.194	0.0056	2373.02 kg/m³																																															
8	AP - D3 -M8	13.185	0.0056	2371.40 kg/m³																																															
9	AP - D3 -M9	13.168	0.0056	2368.35 kg/m³																																															
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.																																																			



MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL**  
 TÉCNICO LABORATORISTA



MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE - CIP 58121

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>			
	<b>PROTOCOLO: PESO UNITARIO (PROBETAS DE CONCRETO)</b>			
<b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>				
<b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>				
<b>PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO</b>				
<b>NTP 339.046 - ASTM C-138</b>				
<b>1- DATOS</b>				
Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)
1	AP - D4 -M1	13.187	0.0056	2371.76 kg/m <sup>3</sup>
2	AP - D4 -M2	13.175	0.0056	2369.60 kg/m <sup>3</sup>
3	AP - D4 -M3	13.203	0.0056	2374.64 kg/m <sup>3</sup>
4	AP - D4 -M4	13.196	0.0056	2373.38 kg/m <sup>3</sup>
5	AP - D4 -M5	13.188	0.0056	2371.94 kg/m <sup>3</sup>
6	AP - D4 -M6	13.195	0.0056	2373.20 kg/m <sup>3</sup>
7	AP - D4 -M7	13.178	0.0056	2370.14 kg/m <sup>3</sup>
8	AP - D4 -M8	13.204	0.0056	2374.82 kg/m <sup>3</sup>
9	AP - D4 -M9	13.197	0.0056	2373.56 kg/m <sup>3</sup>
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los materiales proporcionados por El Tesista.				




MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Juanito H. Soberón Herrera**  
 TÉCNICO LABORATORISTA



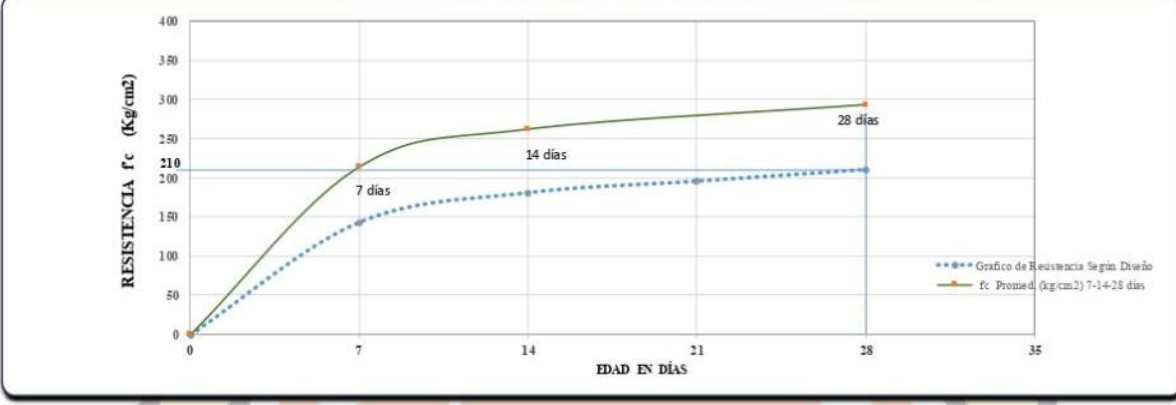
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE CIP 54721



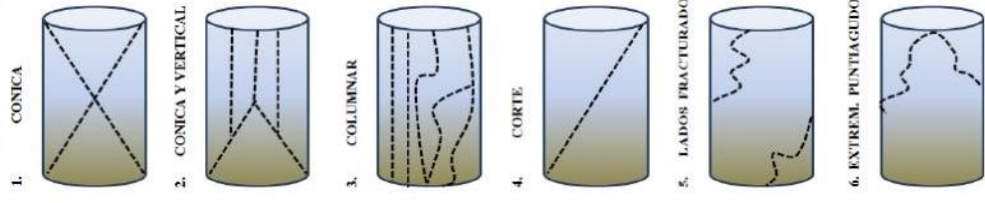
## ANEXO 10. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO

		<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b> <b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE</b> <b>(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>																				
<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" <b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL																						
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b> <b>ASTM C-39 - ASTM C-1231</b>																						
Nº de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla						
													Amb	Mezcla	Slump (Pulg.)							
1	PATRON - CM1	210	26-May-21	02-Jun-21	7	15.00	176.7	370.7	37,801	213.9	213.3	101.6%	30.5 °C	27.3 °C	3.8" pulg.	3						
2	PATRON - CM2					15.10	179.1	363.9	37,108	207.2						5						
3	PATRON - CM3					15.00	176.7	379.1	38,658	218.8						3						
4	PATRON - CM4	210	26-May-21	09-Jun-21	14	15.00	176.7	459.0	46,805	264.9	261.5	124.5%				30.5 °C	27.3 °C	3.8" pulg.	4			
5	PATRON - CM5					15.00	176.7	456.8	46,581	263.6									6			
6	PATRON - CM6					15.00	176.7	443.6	45,235	256.0									6			
7	PATRON - CM7	210	26-May-21	23-Jun-21	28	15.10	179.1	506.0	51,598	288.1	292.7	139.4%							30.5 °C	27.3 °C	3.8" pulg.	6
8	PATRON - CM8					15.00	176.7	514.6	52,475	296.9												2
9	PATRON - CM9					15.00	176.7	507.7	51,771	293.0												6




RESISTENCIA f<sub>c</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) vs EDAD EN DÍAS

Briqueta Nº	Tipo de Falla	Diagrama
1	3	
2	5	
3	3	
4	4	
5	6	
6	6	
7	6	
8	2	
9	6	

**Observaciones:**  
 Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Testista.

  
**MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**JUANITO H. SOBORON HERRERA**  
 TECNICO LABORATORISTA

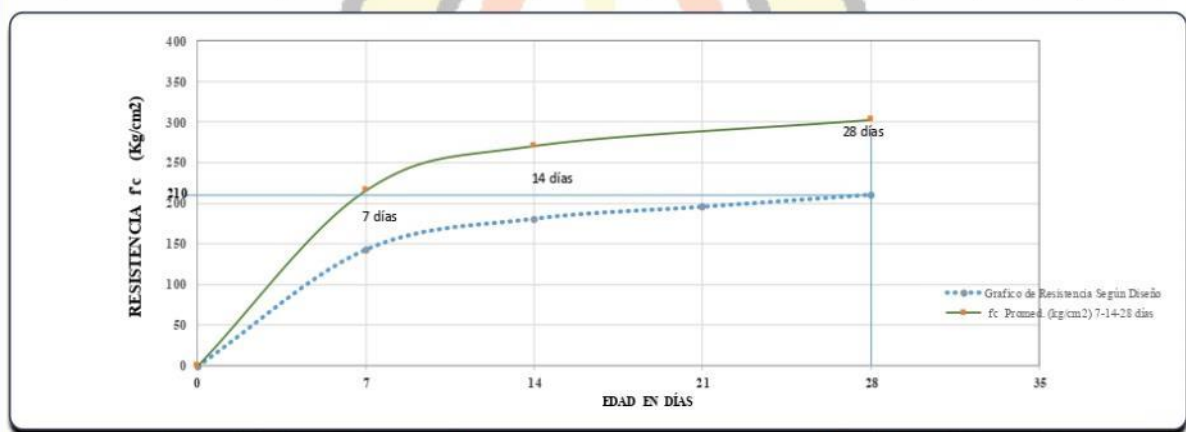
  
**MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE CIP 58221

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>  <b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE</b> <b>(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>
---	--

TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"  
 TESISISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL


**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 ASTM C-39 - ASTM C-1231

N° de Probetas	CODIGO	F <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg-f)	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Prom. %	T °C		Slump (Pulg)	Tipo Falla
													Amb	Merida		
1	A - D1 - M1	210	26-May-21	02-Jun-21	7	15.00	176.7	372.5	37,985	214.9	215.9	102.8%	30.5 °C	29.0 °C	3.3" pulg.	5
2	A - D1 - M2					15.00	176.7	375.4	38,280	216.6						3
3	A - D1 - M3					15.10	179.1	379.3	38,678	216.0						5
4	A - D1 - M4	210	26-May-21	09-Jun-21	14	15.10	179.1	468.8	47,804	266.9	270.8	129.0%	30.5 °C	29.0 °C	3.3" pulg.	3
5	A - D1 - M5					15.00	176.7	485.2	49,477	280.0						5
6	A - D1 - M6					15.00	176.7	460.3	46,938	265.6						5
7	A - D1 - M7	210	26-May-21	23-Jun-21	28	15.00	176.7	532.0	54,249	307.0	302.9	144.2%	30.5 °C	29.0 °C	3.3" pulg.	5
8	A - D1 - M8					15.00	176.7	513.5	52,363	296.3						5
9	A - D1 - M9					15.10	179.1	536.1	54,667	305.3						5

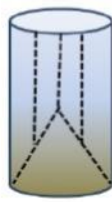


Briqueta N°	Tipo de Falla	
1	5	
2	3	
3	5	
4	3	
5	5	
6	5	
7	5	
8	5	
9	5	


1. CONICA



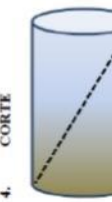
2. CONICA Y VERTICAL




3. COLUMNAR



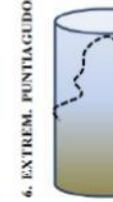
4. CORTE



5. LADOS FRACTURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUDOS



**Observaciones:**  
 Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesisista.

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 INGENIERO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING. RESPONSABLE - CIP 56721

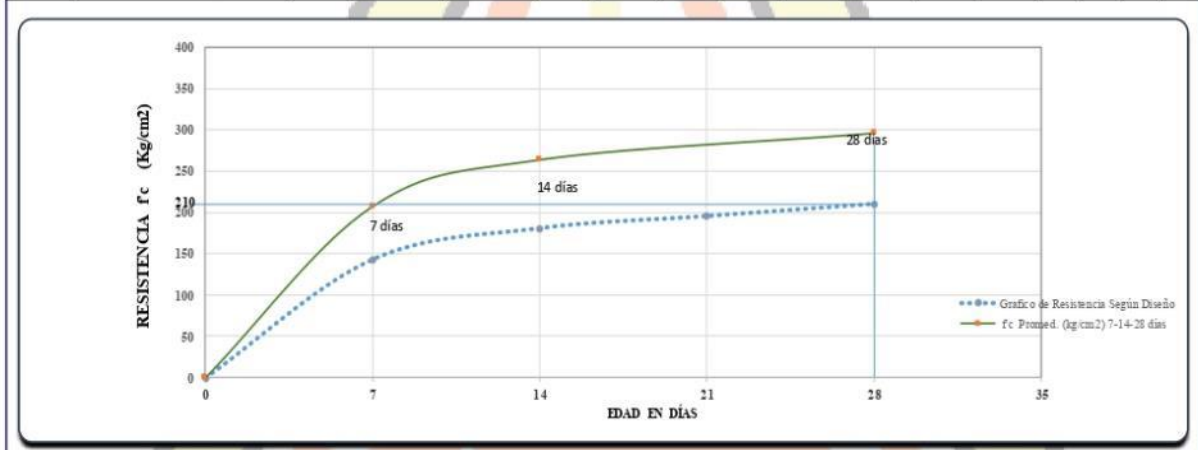


**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
**PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**  
**(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)**

TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

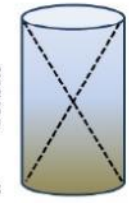
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**  
**ASTM C-39 - ASTM C-1231**

Nº de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad das	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg-f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Masa In	Slump (Pulg)	
1	A - D2 - M1	210	26-May-21	02-Jun-21	7	15.00	176.7	351.7	35,864	202.9	207.6	98.9%	30.5 °C	29.3 °C	2.8" pulg.	3
2	A - D2 - M2					15.00	176.7	374.5	38,189	216.1						5
3	A - D2 - M3					15.00	176.7	353.2	36,017	203.8						5
4	A - D2 - M4	210	26-May-21	09-Jun-21	14	15.00	176.7	468.5	47,774	270.3	264.3	125.8%				5
5	A - D2 - M5					15.10	179.1	456.1	46,509	259.7						5
6	A - D2 - M6					15.00	176.7	455.3	46,428	262.7						5
7	A - D2 - M7	210	26-May-21	23-Jun-21	28	15.10	179.1	513.0	52,312	292.1	296.5	141.2%				5
8	A - D2 - M8					15.00	176.7	526.4	53,678	303.8						5
9	A - D2 - M9					15.00	176.7	508.8	51,883	293.6						5

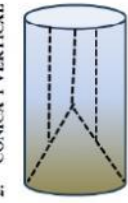


Brique ta Nº	Tipo de Falla
1	3
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
8	5
9	5


1. CONICA



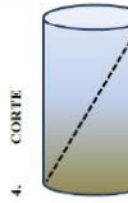
2. CONICA Y VERTICAL



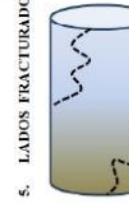
3. COLUMNAR



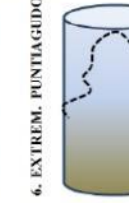
4. CORTE



5. LADOS FRACTURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUDOS



**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Testista.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Alvaro Calderon Coronel*  
ALVARO H. CALDERON HERRERA  
INGENIERO EN LABORATORISTA

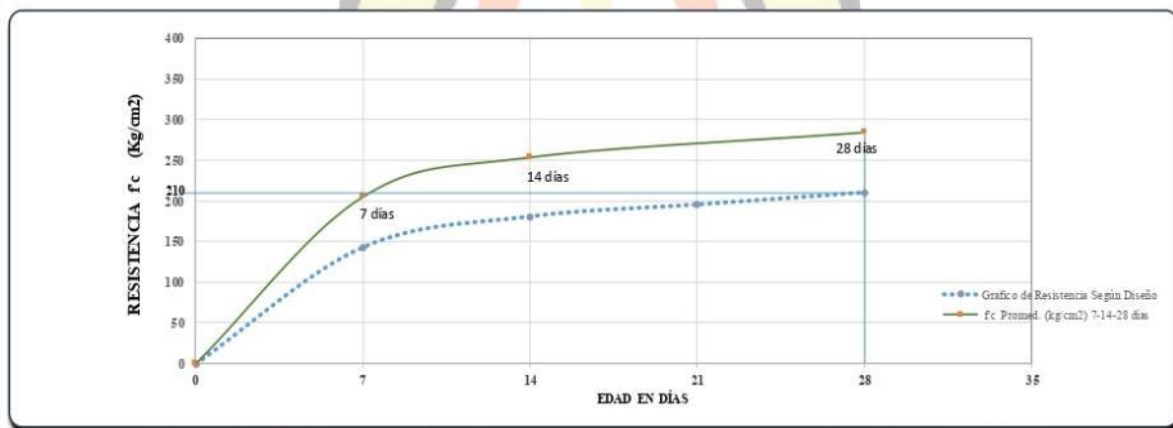
MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G Meléndez Tuesta*  
Luis G Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE - CIP 56721

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
**PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**  
**(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)**

TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"  
TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL


**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
**ASTM C-39 - ASTM C-1231**

Nº de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C		Tipo Falla	
													Amb	Mezcla		
1	A - D3 - M1	210	26-May-21	02-Jun-21	7	15.00	176.7	358.3	36,537	206.8	205.3	97.8%	30.5 °C	29.3 °C	2.4" pulg.	5
2	A - D3 - M2					15.10	179.1	365.8	37,301	208.3						5
3	A - D3 - M3					15.00	176.7	348.2	35,507	200.9						3
4	A - D3 - M4	210	26-May-21	09-Jun-21	14	15.00	176.7	439.5	44,817	253.6	254.0	121.0%				5
5	A - D3 - M5					15.00	176.7	442.3	45,102	255.2						3
6	A - D3 - M6					15.00	176.7	438.7	44,735	253.1						5
7	A - D3 - M7	210	26-May-21	23-Jun-21	28	15.00	176.7	509.0	51,904	293.7	284.7	135.6%				5
8	A - D3 - M8					15.10	179.1	491.2	50,089	279.7						5
9	A - D3 - M9					15.10	179.1	492.9	50,262	280.7						5

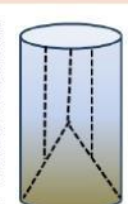


Briqueña Nº	Tipo de Falla
1	5
2	5
3	3
4	5
5	3
6	5
7	5
8	5
9	5


1. CONICA



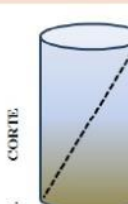
2. CONICA Y VERTICAL



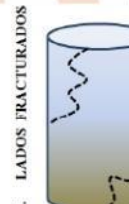
3. COLUMNAR



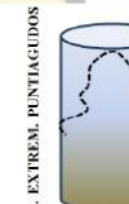
4. CORTE



5. LADOS FRACTURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUDOS



**Observaciones:**

Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños de sarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Testista.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Juanito H. Soberón Herrera  
INGENIERO LABORATORISTA



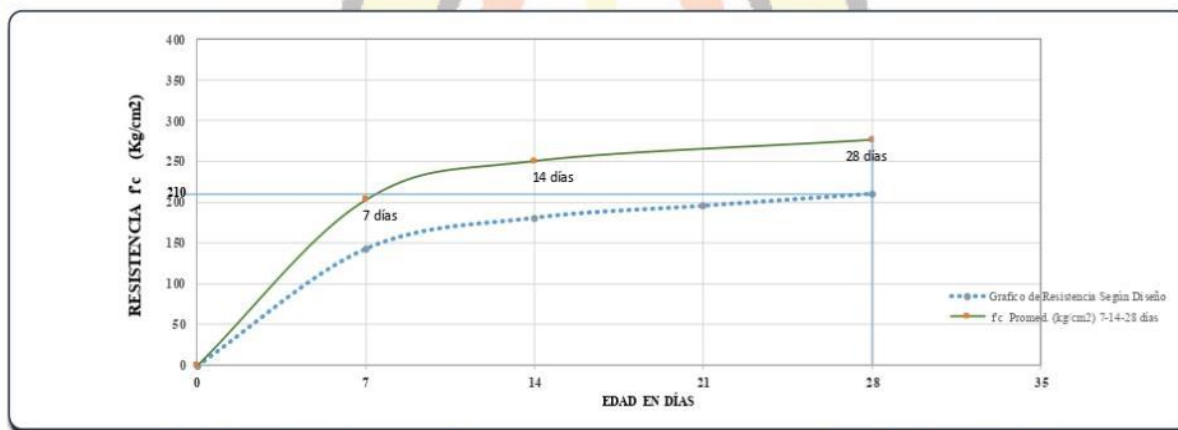
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE CIP 56721

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
**PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**  
**(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)**

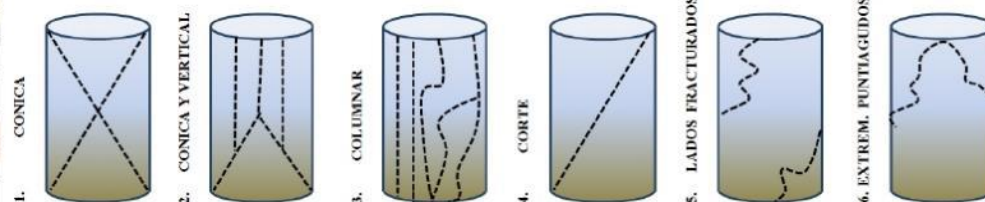
TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**  
**ASTM C-39 - ASTM C-1231**

Nº de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Mezcla	Slump (Ø pulg)	
1	A - D4 - M1	210	26-May-21	02-Jun-21	7	15.00	176.7	361.5	36,863	208.6	202.7	96.5%	30.5 °C	29.8 °C	2.0" pulg.	5
2	A - D4 - M2					15.00	176.7	346.2	35,303	199.8						5
3	A - D4 - M3					15.00	176.7	346.1	35,293	199.7						5
4	A - D4 - M4	210	26-May-21	09-Jun-21	14	15.10	179.1	432.0	44,052	246.0	250.2	119.1%				5
5	A - D4 - M5					15.00	176.7	436.5	44,511	251.9						5
6	A - D4 - M6					15.10	179.1	443.9	45,265	252.8						3
7	A - D4 - M7	210	26-May-21	23-Jun-21	28	15.00	176.7	483.3	49,283	278.9	276.2	131.5%				5
8	A - D4 - M8					15.00	176.7	480.7	49,018	277.4						5
9	A - D4 - M9					15.00	176.7	471.8	48,110	272.2						5



Briqueta Nº	Tipo de Falla
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	3
7	5
8	5
9	5



**Observaciones:**

Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Testista.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Alvarito H. Calderon*  
ALVARITO H. CALDERON HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Tuesta*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE - CIP 58121

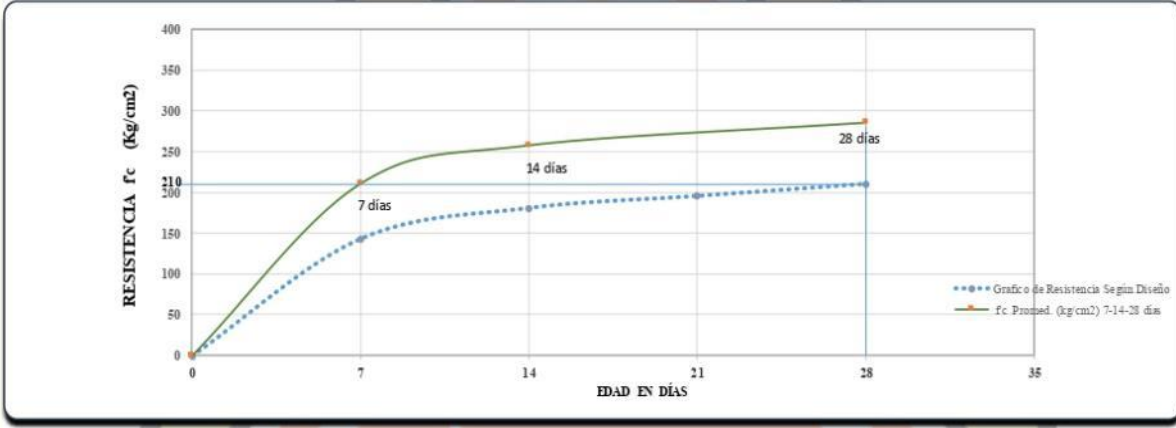



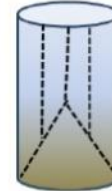

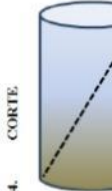
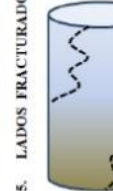

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
**PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**  
**(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)**

TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"  
TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
**ASTM C-39 - ASTM C-1231**

N° de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacantimayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg-f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Merced	Stamp (pulg)	
1	P - D1 - M1	210	27-May-21	03-Jun-21	7	15.00	176.7	365.9	37,312	211.1	210.8	100.4%	30.5 °C	27.8 °C	3.7" pulg.	5
2	P - D1 - M2					15.00	176.7	371.8	37,913	214.5						5
3	P - D1 - M3					15.10	179.1	363.1	37,026	206.8						5
4	P - D1 - M4	210	27-May-21	10-Jun-21	14	15.10	179.1	445.2	45,398	253.5	257.9	122.8%				5
5	P - D1 - M5					15.00	176.7	460.1	46,917	265.5						5
6	P - D1 - M6					15.00	176.7	441.4	45,010	254.7						5
7	P - D1 - M7	210	27-May-21	24-Jun-21	28	15.00	176.7	489.3	49,895	282.3	285.8	136.1%				3
8	P - D1 - M8					15.00	176.7	495.4	50,517	285.9						5
9	P - D1 - M9					15.10	179.1	507.8	51,781	289.2						5



Briquetta N°	Tipo de Falla	Diagrama
1	5	 <p>1. CONICA</p>
2	5	
3	5	
4	5	
5	5	
6	5	
7	3	 <p>2. CONICA Y VERTICAL</p>
8	5	
9	5	
		 <p>3. COLUMNAR</p>
		 <p>4. CORTE</p>
		 <p>5. LADOS FRACTURADOS</p>
		 <p>6. EXTREM. PUNTEADOS</p>

**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.



MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Juanito H. Soberón Herrera**  
TECNICO LABORATORISTA



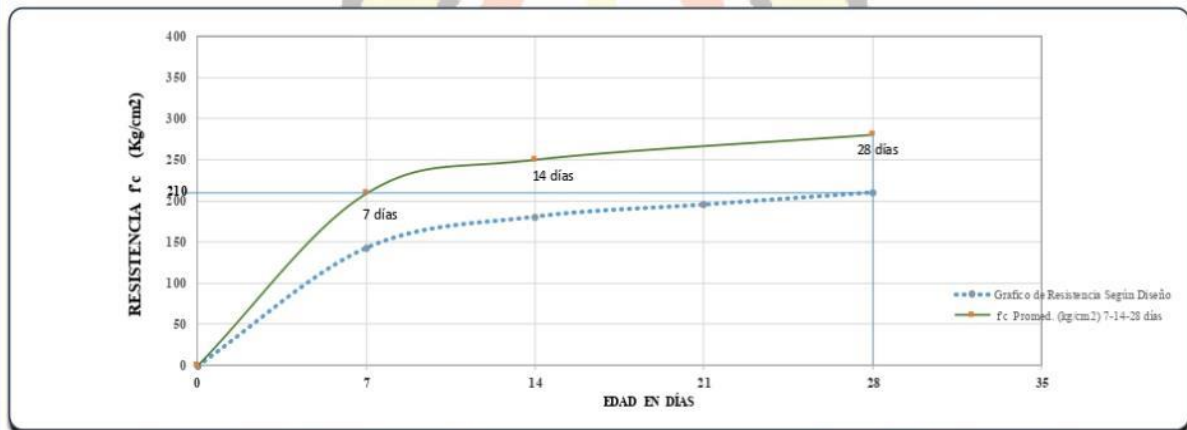
MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE - CIP 58721

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
**PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**  
**(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)**

TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**  
**ASTM C-39 - ASTM C-1231**

N° de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Mostr	Slump (Ø pulg)	
1	P - D2 - M1	210	27-May-21	03-Jun-21	7	15.00	176.7	358.2	36,526	206.7	209.3	99.7%	30.5 °C	28.1 °C	3.5" pulg.	5
2	P - D2 - M2					15.10	179.1	374.0	38,138	213.0						5
3	P - D2 - M3					15.00	176.7	360.8	36,791	208.2						5
4	P - D2 - M4	210	27-May-21	10-Jun-21	14	15.00	176.7	423.8	43,216	244.6	250.4	119.2%				5
5	P - D2 - M5					15.00	176.7	443.3	45,204	255.8						3
6	P - D2 - M6					15.10	179.1	440.3	44,898	250.7						5
7	P - D2 - M7	210	27-May-21	24-Jun-21	28	15.00	176.7	495.6	50,537	286.0	280.8	133.7%				5
8	P - D2 - M8					15.00	176.7	481.4	49,089	277.8						5
9	P - D2 - M9					15.00	176.7	482.8	49,232	278.6						5




Briquetta N°	Tipo de Falla	Diagrama
1	5	1. CONICA
2	5	
3	5	
4	5	
5	3	
6	5	
7	5	2. CONICA Y VERTICAL
8	5	
9	5	3. COLUMNAR
		4. CORTE
		5. LADOS FRACTURADOS
		6. EXTREM. PUNTIAGUDOS

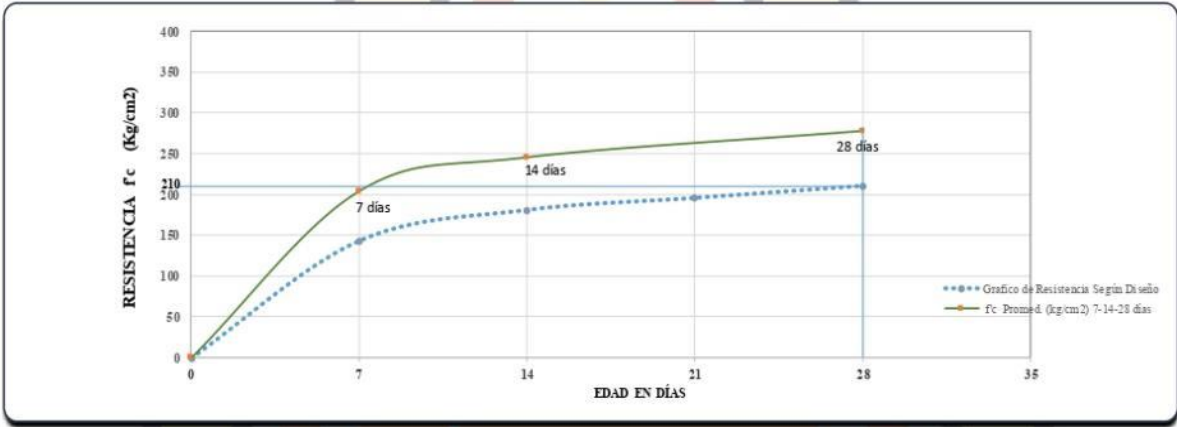
**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
*Alvaro Calderon*  
ALVARO H. CALDERON HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA


MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
*Luis G Meléndez*  
Luis G Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE - CIP 58721

		LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO																				
		PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)																				
TESIS:		"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"																				
TESISTA:		ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL																				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO																						
ASTM C-39 - ASTM C-1231																						
Nº de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Maldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla						
													Amb	Mezcla	Slump (Pulg)							
1	P - D3 - M1	210	27-May-21	03-Jun-21	7	15.10	179.1	352.5	35,945	200.7	203.7	97.0%	30.5 °C	28.5 °C	3.4" pulg	5						
2	P - D3 - M2					15.00	176.7	348.8	35,568	201.3						5						
3	P - D3 - M3					15.00	176.7	362.2	36,934	209.0						3						
4	P - D3 - M4	210	27-May-21	10-Jun-21	14	15.10	179.1	421.3	42,961	239.9	245.2	116.8%				30.5 °C	28.5 °C	3.4" pulg	5			
5	P - D3 - M5					15.00	176.7	434.6	44,317	250.8									5			
6	P - D3 - M6					15.00	176.7	424.5	43,287	245.0									5			
7	P - D3 - M7	210	27-May-21	24-Jun-21	28	15.00	176.7	474.3	48,365	273.7	277.5	132.1%							30.5 °C	28.5 °C	3.4" pulg	5
8	P - D3 - M8					15.10	179.1	487.8	49,742	277.8												3
9	P - D3 - M9					15.00	176.7	486.9	49,650	281.0												5

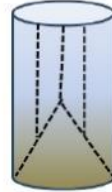
  




Briquetta Nº	Tipo de Falla
1	5
2	5
3	3
4	5
5	5
6	5
7	5
8	3
9	5



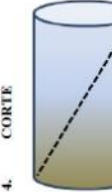
1. CONICA



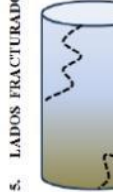
2. CONICA Y VERTICAL



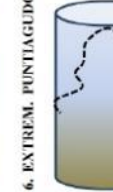
3. COLUMNAR



4. CORTE



5. LADOS FRACTURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUADOS

**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 INGENIERO LABORANTISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58221

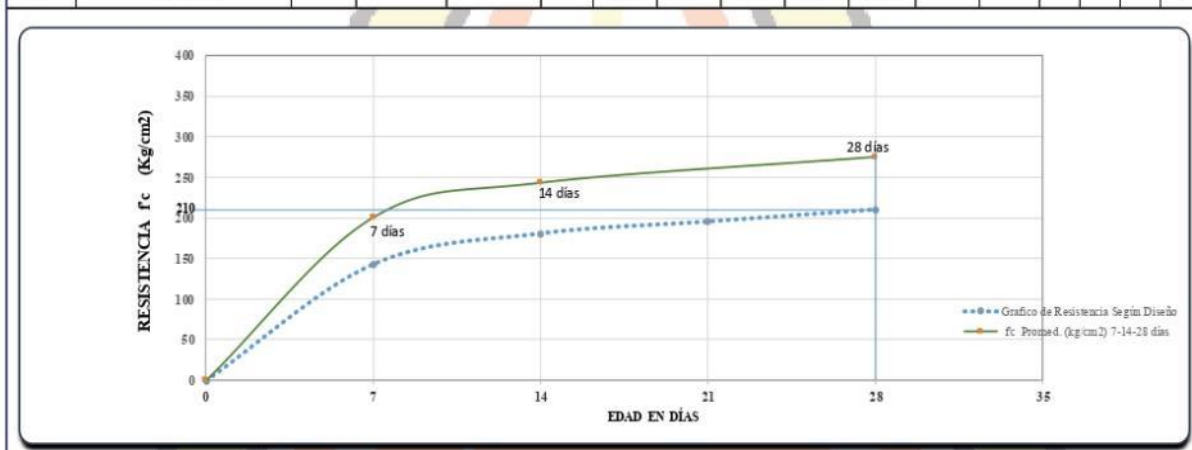


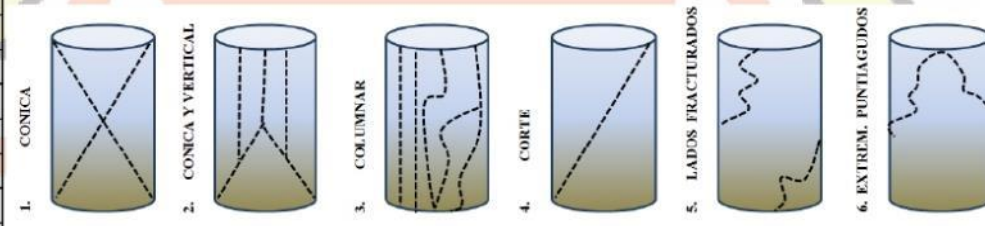
	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>
	<b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**  
ASTM C-39 - ASTM C-1231

N° de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Maldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Mezcla	Slump (Pulg)	
1	P - D4 - M1	210	27-May-21	03-Jun-21	7	15.00	176.7	356.5	36,353	205.7	200.5	95.5%	30.5 °C	28.8 °C	3.3" pulg.	5
2	P - D4 - M2					15.00	176.7	338.2	34,487	195.2						3
3	P - D4 - M3					15.10	179.1	352.3	35,925	200.6						5
4	P - D4 - M4	210	27-May-21	10-Jun-21	14	15.00	176.7	422.5	43,083	243.8	243.1	115.8%				3
5	P - D4 - M5					15.00	176.7	410.1	41,819	236.6						5
6	P - D4 - M6					15.00	176.7	431.4	43,991	248.9						5
7	P - D4 - M7	210	27-May-21	24-Jun-21	28	15.10	179.1	487.0	49,660	277.3	274.9	130.9%				5
8	P - D4 - M8					15.10	179.1	476.3	48,569	271.2						5
9	P - D4 - M9					15.00	176.7	478.4	48,783	276.1						5




Briqueta N°	Tipo de Falla	Diagrama
1	5	
2	3	
3	5	
4	3	
5	5	
6	5	
7	5	
8	5	
9	5	

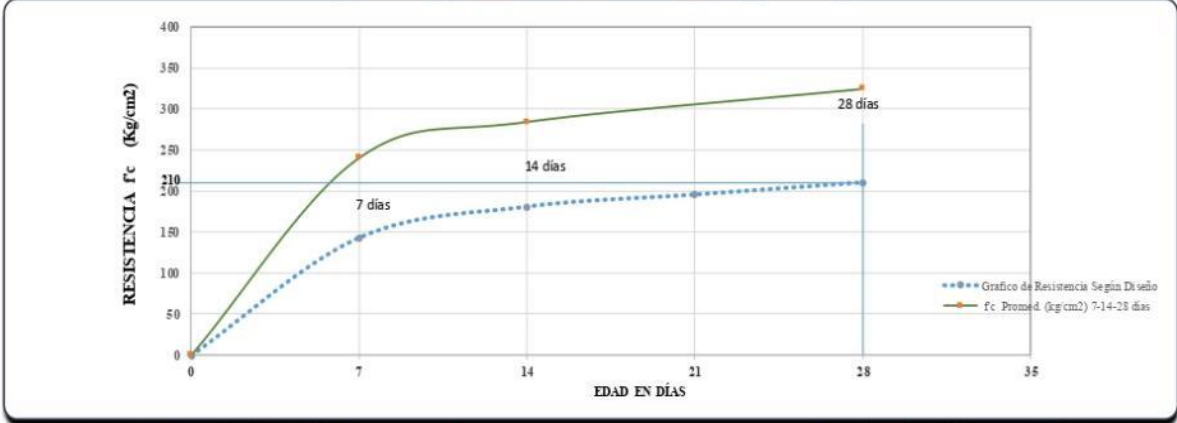
**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.

  
 MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. CALDERON HERRERA**  
 INGENIERO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Melóndez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58721


		LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO														
		PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)														
TESIS:		"CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"														
TESISTA:		ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL														
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO																
ASTM C-39 - ASTM C-1231																
Nº de Probetas	CODIGO	F <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Mezcla	Slump (Pulg)	
1	AP - D1 - M1	210	11-Oct-22	18-Oct-22	7	15.10	179.1	428.4	43,685	243.9	240.3	114.4%	32.0 °C	29.3 °C	3.3" pulg.	5
2	AP - D1 - M2					15.00	176.7	403.1	41,105	232.6						5
3	AP - D1 - M3					15.00	176.7	423.5	43,185	244.4						5
4	AP - D1 - M4	210	11-Oct-22	25-Oct-22	14	15.00	176.7	506.1	51,608	292.0	284.2	135.3%				3
5	AP - D1 - M5					15.10	179.1	490.2	49,987	279.1						5
6	AP - D1 - M6					15.00	176.7	487.8	49,742	281.5						3
7	AP - D1 - M7	210	11-Oct-22	08-Nov-22	28	15.00	176.7	556.1	56,707	320.9	324.5	154.5%				3
8	AP - D1 - M8					15.00	176.7	573.6	58,491	331.0						3
9	AP - D1 - M9					15.00	176.7	557.1	56,809	321.5						5

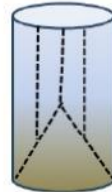


Briquetta Nº	Tipo de Falla
1	5
2	5
3	5
4	3
5	5
6	3
7	3
8	3
9	5


1. CONICA



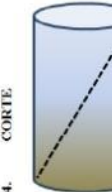
2. CONICA Y VERTICAL



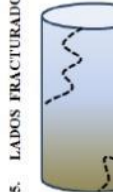
3. COLUMNAR



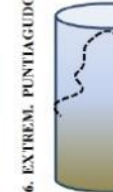
4. CORTE



5. LADOS FRACATURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUDOS



**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.




MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORANTISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE - CIP 58221

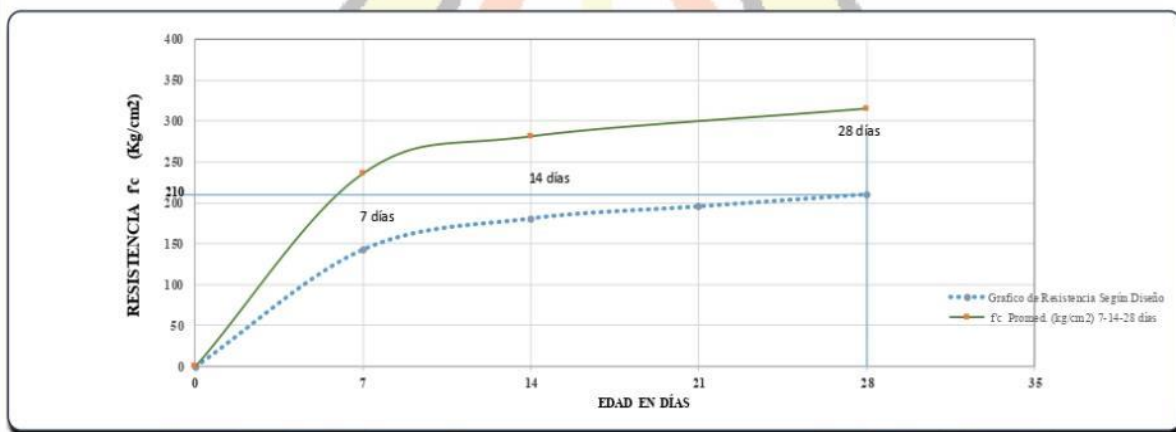


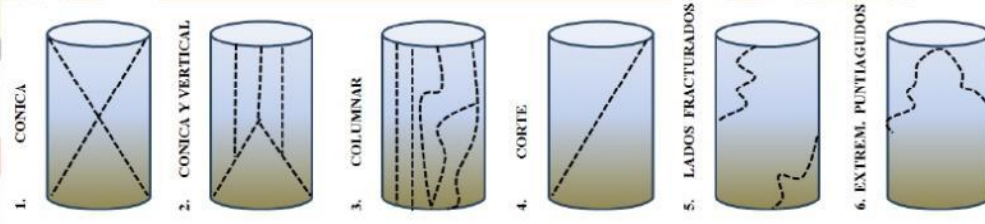
	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>
	<b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C-39 - ASTM C-1231</b>
---

Nº de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacatmayo Tipo I	Fecha Maldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Mezcla	Slump (Pulg)	
1	AP - D2 - M1	210	11-Oct-22	18-Oct-22	7	15.00	176.7	419.2	42,747	241.9	235.8	112.3%	32.0 °C	29.4 °C	3.1" pulg.	5
2	AP - D2 - M2					15.00	176.7	403.7	41,166	233.0						3
3	AP - D2 - M3					15.00	176.7	402.8	41,074	232.4						5
4	AP - D2 - M4	210	11-Oct-22	25-Oct-22	14	15.10	179.1	501.8	51,170	285.7	281.1	133.9%				3
5	AP - D2 - M5					15.00	176.7	481.1	49,059	277.6						5
6	AP - D2 - M6					15.00	176.7	485.3	49,487	280.0						3
7	AP - D2 - M7	210	11-Oct-22	08-Nov-22	28	15.00	176.7	556.7	56,768	321.2	315.0	150.0%				3
8	AP - D2 - M8					15.00	176.7	546.0	55,677	315.1						3
9	AP - D2 - M9					15.10	179.1	542.1	55,279	308.7						5




Briquetta Nº	Tipo de Falla	Diagrama
1	5	
2	3	
3	5	
4	3	
5	5	
6	3	
7	3	
8	3	
9	5	

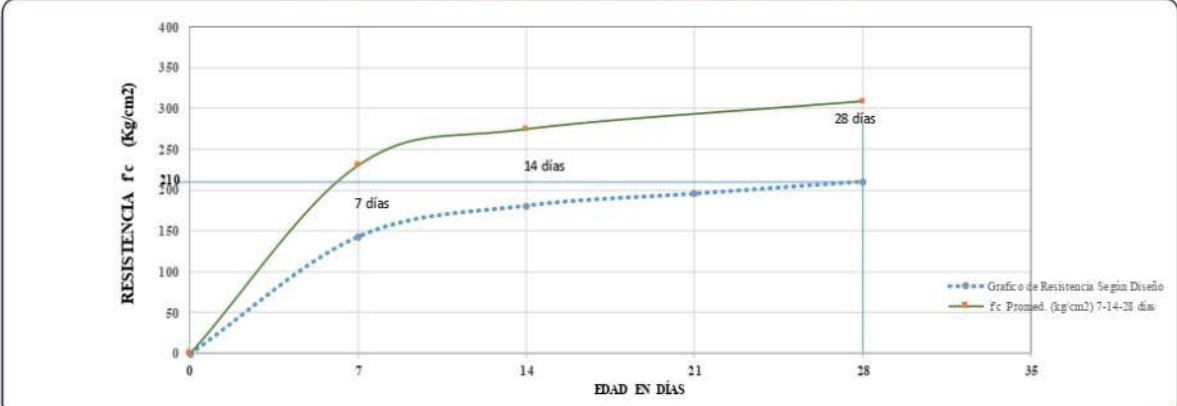
**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños de desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.

  
 MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 INGENIERO LABORANTISTA


  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

		LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO														
		PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)														
TESIS:		"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"														
TESISTA:		ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL														
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO																
ASTM C-39 - ASTM C-1231																
N° de Probetas	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacast muyo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad das	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg-f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C			Tipo Falla
													Amb	Muestra	Slump (Pulg)	
1	AP - D3 - M1	210	11-Oct-22	18-Oct-22	7	15.00	176.7	410.5	41,860	236.9	230.1	109.6%	32.0 °C	29.8 °C	3.0" pulg.	3
2	AP - D3 - M2					15.10	179.1	401.1	40,901	228.4						3
3	AP - D3 - M3					15.10	179.1	395.2	40,299	225.0						5
4	AP - D3 - M4	210	11-Oct-22	25-Oct-22	14	15.00	176.7	467.8	47,703	269.9	274.6	130.7%				5
5	AP - D3 - M5					15.00	176.7	487.5	49,711	281.3						5
6	AP - D3 - M6					15.00	176.7	472.1	48,141	272.4						5
7	AP - D3 - M7	210	11-Oct-22	08-Nov-22	28	15.00	176.7	539.8	55,044	311.5	308.7	147.0%				3
8	AP - D3 - M8					15.10	179.1	529.7	54,015	301.6						5
9	AP - D3 - M9					15.00	176.7	542.2	55,289	312.9						5

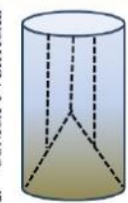
  




Briquetta N°	Tipo de Falla
1	3
2	3
3	5
4	5
5	5
6	5
7	3
8	5
9	5



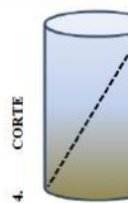
1. CONICA




2. CONICA Y VERTICAL



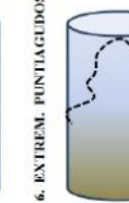
3. COLUMNAR



4. CORTE



5. LADOS FRACTURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUADOS

**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA S.A.C. con diseños desarrollados por MAGMA S.A.C. y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA



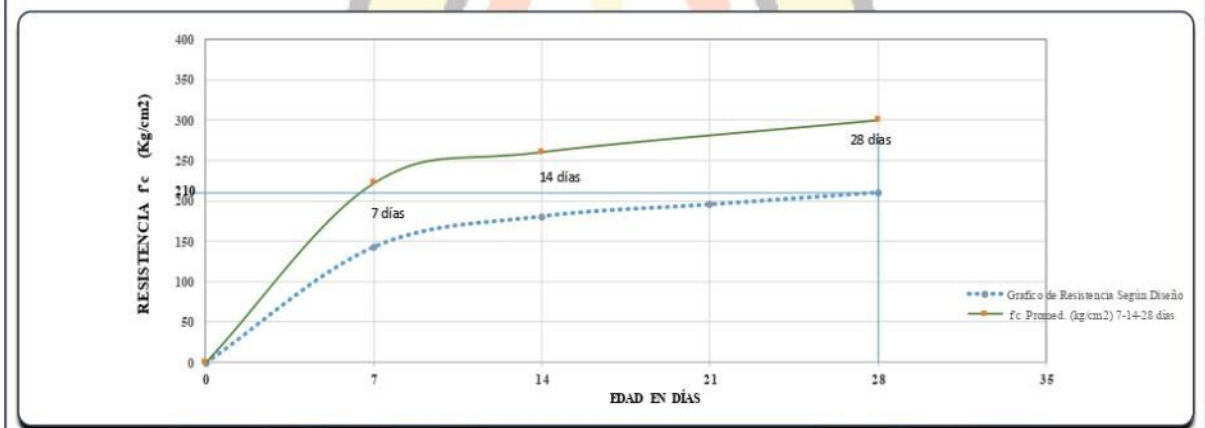
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE - CIP 58221

	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>
	<b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

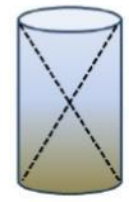
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO  
ASTM C-39 - ASTM C-1231**

Nº de Probeta	CODIGO	f <sub>c</sub> 210 Cemento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg-f)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. %	T °C		Slump (pulg)	Tipo Falla
													Amb	Mezcla		
1	AP - D4 - M1	210	11-Oct-22	18-Oct-22	7	15.00	176.7	382.5	39,004	220.7	222.1	105.8%	32.0 °C	30.2 °C	2.9" pulg.	3
2	AP - D4 - M2					15.10	179.1	398.2	40,605	226.7						5
3	AP - D4 - M3					15.00	176.7	379.4	38,688	218.9						5
4	AP - D4 - M4	210	11-Oct-22	25-Oct-22	14	15.00	176.7	465.6	47,478	268.7	260.8	124.2%				3
5	AP - D4 - M5					15.10	179.1	450.1	45,898	256.3						3
6	AP - D4 - M6					15.00	176.7	446.3	45,510	257.5						5
7	AP - D4 - M7	210	11-Oct-22	08-Nov-22	28	15.00	176.7	518.3	52,852	299.1	300.3	143.0%				5
8	AP - D4 - M8					15.00	176.7	530.1	54,055	305.9						5
9	AP - D4 - M9					15.00	176.7	512.7	52,281	295.9						3

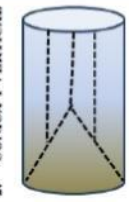


Brique ta Nº	Tipo de Falla
1	3
2	5
3	5
4	3
5	3
6	5
7	5
8	5
9	3


1. CONICA



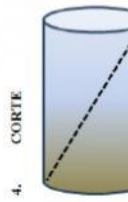
2. CONICA Y VERTICAL




3. COLUMNAR



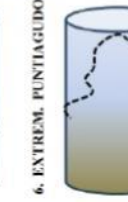
4. CORTE



5. LADOS FRACTURADOS



6. EXTREM. PUNTIAGUDOS



**Observaciones:**  
Las probetas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por MAGMA SAC, y con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERON HERRERA  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE: CIP 58121



## ANEXO 11. RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION DEL CONCRETO



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

		<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>										
		<b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO)</b>										
<b>TESIS:</b> <b>TESISTA:</b>		<b>"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b> <b>ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>										
<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS</b> <b>NTP 339.079</b>												
N.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mr prom (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON CM 1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.20	45.1	25.7	2621	50.82	50.94
2	PATRON CM 2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.20	15.10	45.0	26.1	2661	51.84	
3	PATRON CM 3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.10	45.0	25.1	2559	50.18	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.												

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. CALDERON HERRERA  
 TECNICO LABORATORISTA


  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE CIP 54721

	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b></p> <p><b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</b> <b>(VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO)</b></p>											
<p><b>TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b></p> <p><b>TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b></p>												
<p><b>RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS</b> <b>NTP 339.079</b></p>												
N.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mr prom (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	A - D1 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.00	45.1	27.50	2804	55.84	
2	A - D1 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.0	28.70	2927	57.76	55.84
3	A - D1 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.0	26.80	2733	53.94	
4	A - D2 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.00	45.1	28.40	2896	57.66	
5	A - D2 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.1	29.20	2978	59.68	58.02
6	A - D2 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.01	15.10	45.0	28.20	2876	56.72	
7	A - D3 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.1	30.50	3110	62.34	
8	A - D3 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.20	45.0	30.10	3069	59.39	60.56
9	A - D3 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.0	29.40	2998	59.96	
10	A - D4 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.1	30.70	3131	61.92	
11	A - D4 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.1	31.20	3182	63.77	62.43
12	A - D4 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.0	30.60	3120	61.58	
<p><b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.</p>												

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERON HERRERA  
 INGENIERO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 LUIS G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE CIP 54721



 <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b> <b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</b> <b>(VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO)</b></p>												
<b>TESIS:</b>		<b>"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>										
<b>TESISTA:</b>		<b>ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>										
<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS</b> <b>NTP 339.079</b>												
N.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mr prom (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	P - D1 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.0	25.60	2610	52.21	
2	P - D1 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.00	45.1	25.10	2559	50.96	52.19
3	P - D1 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.00	45.1	26.30	2682	53.40	
4	P - D2 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.0	26.80	2733	53.94	
5	P - D2 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.0	27.10	2763	54.54	54.03
6	P - D2 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.00	45.1	26.40	2692	53.60	
7	P - D3 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.0	26.70	2723	54.45	
8	P - D3 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.10	45.1	27.40	2794	55.27	55.13
9	P - D3 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.0	27.30	2784	55.68	
10	P - D4 - M1	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.10	45.0	28.10	2865	56.18	
11	P - D4 - M2	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.00	15.00	45.0	27.50	2804	56.08	56.10
12	P - D4 - M3	27/05/2021	24/06/2021	28	50.0	15.10	15.00	45.1	27.60	2814	56.04	

**Observaciones:**  
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**JUANITO H. SOBORON HERRERA**  
INGENIERO LA LICENCIADO



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
ING RESPONSABLE: CIP 56221

 <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b> <b>PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</b> <b>(VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO)</b></p>												
TESIS:		"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"										
TESISTA:		ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL										
RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS												
NTP 339.079												
N.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad dias	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mr prom (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	AP - D1 - M1	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.10	15.10	45.1	28.20	2876	56.50	55.96
2	AP - D1 - M2	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.10	15.00	45.1	27.70	2825	56.24	
3	AP - D1 - M3	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.00	15.10	45.0	27.40	2794	55.14	
4	AP - D2 - M1	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.00	15.00	45.1	27.70	2825	56.62	57.18
5	AP - D2 - M2	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.10	15.10	45.0	28.10	2865	56.18	
6	AP - D2 - M3	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.00	15.00	45.0	28.80	2937	58.74	
7	AP - D3 - M1	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.10	15.00	45.1	29.00	2957	58.88	58.19
8	AP - D3 - M2	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.00	15.00	45.0	28.30	2886	57.72	
9	AP - D3 - M3	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.00	15.10	45.0	28.80	2937	57.96	
10	AP - D4 - M1	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.00	15.10	45.1	28.30	2886	57.08	59.18
11	AP - D4 - M2	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.10	15.00	45.0	29.90	3049	60.58	
12	AP - D4 - M3	11/10/2022	08/11/2022	28	50.0	15.10	15.00	45.1	29.50	3008	59.90	

**Observaciones:**  
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERON HERRERA  
INGENIERO LABORANTISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE CIP 54721




## ANEXO 12. RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCION DIAMETRAL DEL CONCRETO




OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

		<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>								
		<b>PROTOCOLO: ENSAYO A LA TRACCION POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>								
TESIS:		"CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"								
TESISTA:		ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL								
<b>ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL NTP 339.084</b>										
No.	Codigo	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diametro (cm)	Alto (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (kg.f)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON CM 10	26/05/2021	23/06/2021	28	15.00	30.00	186.10	18977	26.85	25.98
2	PATRON CM 11	26/05/2021	23/06/2021	28	15.15	30.00	172.90	17631	24.70	
3	PATRON CM 12	26/05/2021	23/06/2021	28	15.15	29.90	184.20	18783	26.40	
<b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.										

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58421

		<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b>								
		<b>PROTOCOLO: ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b>								
<b>TESIS:</b>		<b>"CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"</b>								
<b>TESISTA:</b>		<b>ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>								
<b>ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL</b>										
<b>NTP 339.084</b>										
No.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diametro (cm)	Alto (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (kg.f)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A - D1 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	29.95	190.10	19385	27.29	
2	A - D1 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	199.20	20313	28.74	28.11
3	A - D1 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	29.90	195.60	19946	28.31	
4	A - D2 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	30.00	197.80	20170	28.35	
5	A - D2 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	199.20	20313	28.74	28.61
6	A - D2 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	30.00	200.70	20466	28.76	
7	A - D3 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	30.00	210.70	21486	30.19	
8	A - D3 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	200.30	20425	28.90	29.66
9	A - D3 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	207.20	21129	29.89	
10	A - D4 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	209.00	21312	30.15	
11	A - D4 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	29.95	217.50	22179	31.22	30.81
12	A - D4 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	215.30	21955	31.06	
<b>Observaciones:</b>										
Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.										

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
**Luis G. Meléndez Tuesta**  
 ING RESPONSABLE - CIP 56721





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

**PROTOCOLO: ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL  
(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)**

TESIS:

"CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"

TESISTA:

ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL  
NTP 339.084**

No.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diametro (cm)	Alto (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (kg.f)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	P - D1 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	189.90	19364	27.40	27.18
2	P - D1 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	188.00	19171	27.12	
3	P - D1 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	30.00	188.60	19232	27.03	
4	P - D2 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	187.50	19120	27.05	26.92
5	P - D2 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	185.70	18936	26.79	
6	P - D2 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	29.95	187.60	19130	26.93	
7	P - D3 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	186.00	18967	26.83	26.70
8	P - D3 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	29.90	184.50	18814	26.71	
9	P - D3 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	184.10	18773	26.56	
10	P - D4 - M10	27/05/2021	24/06/2021	28	15.10	30.00	184.80	18844	26.48	26.43
11	P - D4 - M11	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	183.50	18712	26.47	
12	P - D4 - M12	27/05/2021	24/06/2021	28	15.00	30.00	182.60	18620	26.34	

**Observaciones:**


Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE CIP 54721

	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</b></p> <p><b>PROTOCOLO: ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL</b> <b>(ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO)</b></p>									
<p><b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</p> <p><b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</p>										
<p><b>ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL</b> <b>NTP 339.084</b></p>										
No.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diametro (cm)	Alto (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (kg.f)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	AP - D1 - M10	11/10/2022	08/11/2022	28	15.00	30.00	208.80	21292	30.12	
2	AP - D1 - M11	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	30.00	197.70	20160	28.33	28.78
3	AP - D1 - M12	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	30.00	194.70	19854	27.90	
4	AP - D2 - M10	11/10/2022	08/11/2022	28	15.15	29.90	195.00	19885	27.95	
5	AP - D2 - M11	11/10/2022	08/11/2022	28	15.00	30.00	197.00	20088	28.42	28.50
6	AP - D2 - M12	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	30.00	203.30	20731	29.13	
7	AP - D3 - M10	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	30.00	196.00	19987	28.09	
8	AP - D3 - M11	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	29.90	199.90	20384	28.74	28.37
9	AP - D3 - M12	11/10/2022	08/11/2022	28	15.00	30.00	196.10	19997	28.29	
10	AP - D4 - M10	11/10/2022	08/11/2022	28	15.00	29.90	194.00	19783	28.08	
11	AP - D4 - M11	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	30.00	193.20	19701	27.69	28.30
12	AP - D4 - M12	11/10/2022	08/11/2022	28	15.10	30.00	203.20	20721	29.12	
<p><b>Observaciones:</b> Los ensayos fueron realizados en instalaciones de MAGMA SAC, con los agregados y cemento proporcionados por El Tesista.</p>										

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING RESPONSABLE - CP 5871



## ANEXO 13. CONSTANCIA DEL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO MAGMA SAC.



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

### **CONSTANCIA**

El que suscribe, el Gerente Técnico de la empresa **MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.** con **RUC N° 20479952214**.

#### **CONSTA:**

Que, el señor **ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL**, identificado con **D.N.I. N° 71551206**, egresado de la Escuela Académico Profesional de ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán; ha realizado las pruebas básicas de los agregados, concreto fresco y concreto endurecido en el laboratorio de Suelos y Concreto de esta empresa, para la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO”**, utilizando los equipos de laboratorio de manera correcta según las normas, dichos trabajos se realizaron desde el 24 de Mayo hasta el 25 de Junio del 2021.

Se expide el presente documento, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Jaén, 01 de septiembre del 2022.

MAGMA SERVICIOS GENERALES  
DE INGENIERIA S.A.C.  
NG. LUIS G. MELANDEZ TUESTA  
GERENTE TÉCNICO

## ANEXO 14. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

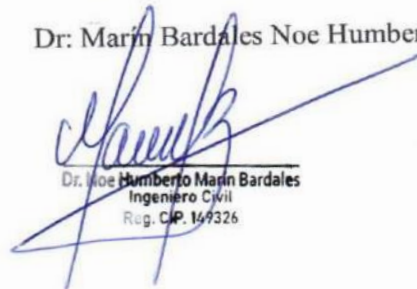
(Formatos de recolección de datos)

**AUTOR**

Bach: Calderón Coronel Álvaro Andrés

**ASESOR METODOLÓGICO**

Dr. Marín Bardales Noe Humberto



Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. C.P. 147326

**Pimentel - Perú**

**2022**

## GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: ...Noe Humberto Marín Bardales.....

Centro laboral: .....Universidad señor de Sipán .....

Título profesional: .....Ingeniero Civil.....

Grado: .....Doctor.....Mención: .....Ciencias e Ingeniería.....

Institución donde lo obtuvo: .....Universidad Nacional de Trujillo.....

Otros estudios: .....

### 2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

### 3. Juicio de experto

INDICADORES	CATEGORIA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)				X	
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)				X	
10. Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de				X	

  
 Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 147326



cantidad(extensión)					
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial</b>				16	55
<b>Puntaje total</b>				71	

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100 = ...94,67%

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Conforme con lo propuesto por el investigador

Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149826

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, **Marín Bardales Noe Humberto**.... identificado con DNI. N°:**44613170**      certifico que  
realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesista

.....**Calderón Coronel Álvaro Andrés**.....

, en la investigación denominada: .....

.....**Caracterización mecánica del concreto con adiciones de fibra de acero y fibra de plástico**.....

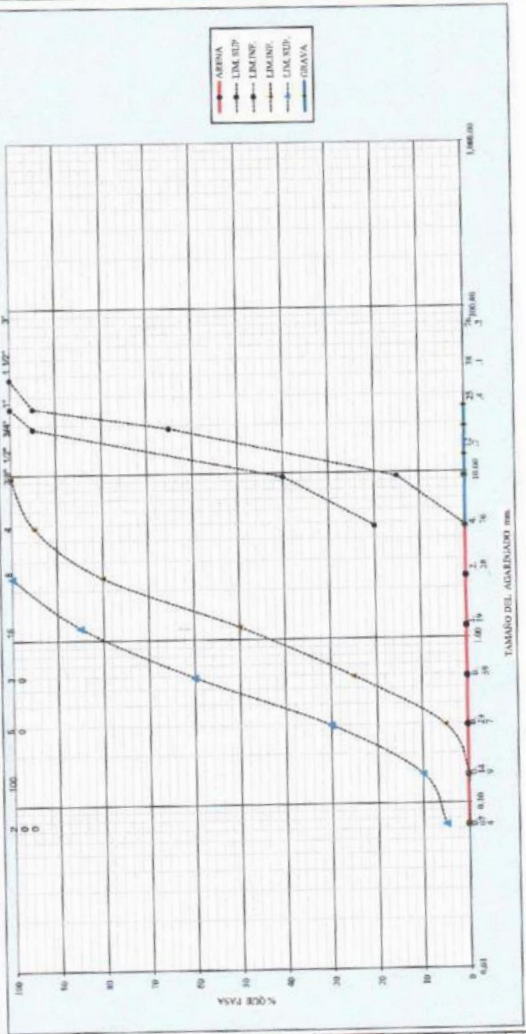


Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149326

.....  
Firma del experto

# ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

TEMA:	CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO		
TEMATICA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL	MATERIAL PARA ELABORACION DE CONCRETO	CANTERA
FECHA:		AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO



NOTA: LAS MUESTRAS EMPLEADAS PARA EL ANALISIS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.  
MÓDULO DE FINIZA ARENA: 0.60

ARENA:  EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

GRAVA:  EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

Temas ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido g.	AGREGADO GRUESO (GRAVA)		GRAVA CHANCADA	
			Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	Que Pasa	Calificación
3"	76.200			100	100	
2"	50.800			100	100	
1 1/2"	38.100			85	100	
1"	25.400			65	85	
3/4"	19.050			15	40	
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nro 4	4.750				0	20
Nro 5	2.360					
TOTAL						
PESO INC.						

Temas ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido g.	AGREGADO FINO (ARENA)		ARENA ZARANDADA	
			Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	Que Pasa	Calificación
3/8"	9.525				100	
1/4"	6.350				95	100
Nro 4	4.750				80	100
Nro 5	2.360				50	85
Nro 10	2.000					
Nro 15	1.180					
Nro 20	0.840					
Nro 30	0.590				25	60
Nro 40	0.420					
Nro 50	0.297				10	30
Nro 60	0.250				2	10
Nro 100	0.149				0	5
Nro 200	0.074					
< Nro 200						
TOTAL						
PESO INC.						

Observaciones:

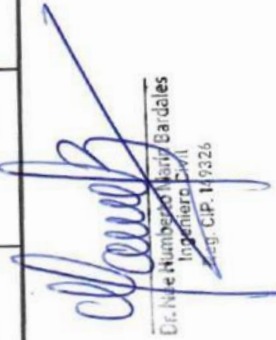
Dr. Néstor Humberto Marín Barjales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP-499326

<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO" <b>TESISTA:</b> ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL
<b>TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO</b> NTP 339.184

**1- DATOS**

N° de ensayo	Identificación	Temperatura (°C)		Temperatura Promedio (°C)
		Lectura 1	Lectura 2	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

**Observaciones:**

  
 Dr. Iván Humberto Escobar Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"

TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

PESO UNITARIO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO  
NTP 339.046 - ASTM C-138

1- DATOS

Nº de probeta	Código	Peso de probeta (Kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Observaciones:

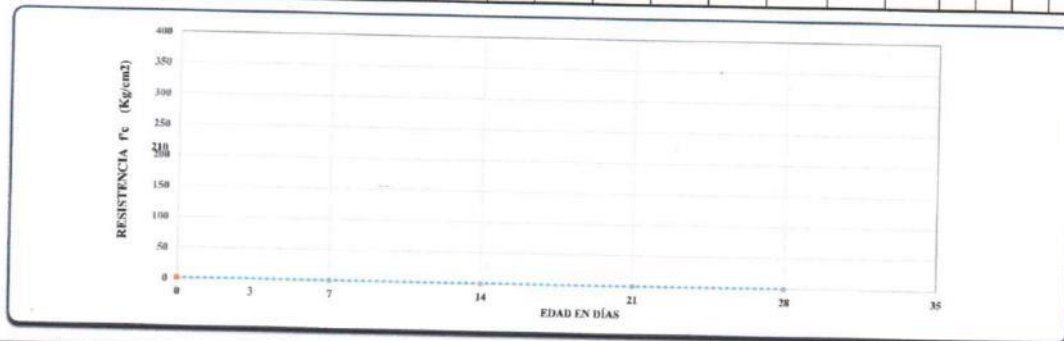
*[Handwritten Signature]*  
 C.I. N° 10.000.000  
 Ingeniero Civil  
 R.C. CIP-107326



TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
 TESISISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO  
 ASTM C-39 - ASTM C-1231

N° de Probetas	CODIGO	f'c 210 Comento Pacasmayo Tipo I	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Ø prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Prom. (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Prom. %	T °C		Tipo Falla	
													Amb	Mostr		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																



Briquetta N°	Tipo de Falla
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

1. CONICA		2. CONICA Y VERTICAL		3. COLUMNAR		4. CORTE		5. LADOS FRACTURADOS		6. EXTREM. PUNTIAGUOS	
-----------	--	----------------------	--	-------------	--	----------	--	----------------------	--	-----------------------	--

Observaciones:

*[Handwritten Signature]*  
 Dr. Noel Humberto Martín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 147326



TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLÁSTICO"

TESISTA: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

ENSAYO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL  
NTP 339.084

Nº.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Diametro	Alto	Lectura Dial	Carga	Resistencia a la tracción	Resistencia Prom
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

*[Handwritten Signature]*  
 C.E. José Humberto Heredia Cardenas  
 Ingeniero Civil  
 R.O.C. 149326

<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>			
<b>TESISTA:</b>	<b>ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>			
<b>DISEÑO DE MEZCLAS <math>f'c</math> 210 Kg/cm<sup>2</sup> (MÉTODO ACI)</b>				
<b>A. REQUERIMIENTO :</b>				
Resistencia Especificada:	$f'c =$	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Relación A/C:	
Cemento Pacasmayo Portland : TIPO I				
Coefficiente de variación estimado : $f'cr =$		<b>+</b>	$f'c =$	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Agregados:</b>				
Piedra Cantera :				
Arena Cantera :				
	<b>AGREGADOS</b>			
	<b>ARENA</b>		<b>PIEDRA</b>	
Características :				
Humedad Natural :				
Absorción :				
Peso Especifico de Masa :				
Módulo de Fineza :				
Tamaño máx. del agregado:				
Peso Unitario Suelto :				
Peso Unitario Varillado Compactado :				
<b>B. DOSIFICACION</b>				
1. Selección de la Relación Agua-Cemento A/C				
Para lograr una resist. Característica de:		<b>+</b>	<b>=</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
se requiere una a/c =				
2. Estimación del agua de mezclado y Contenido de Aire.				
Para un asentamiento de	3"	a	4"	<b>litros/m<sup>3</sup></b>
Contenido de aire atrapado				<b>%</b>
3. Contenido de Cemento				
C.	/	<b>=</b>	<b>kg aprox.</b>	<b>Bolsas/m<sup>3</sup></b>
4. Estimación del contenido de Agregado Grueso.				
A.G.	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>x</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>= kg</b>
5. Estimación del Contenido de Agregado Fino.				
Volumen de Agua			<b>=</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Volumen sólido de cemento		/	<b>=</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Volumen sólido del agregado grueso			<b>=</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Volumen de aire.			<b>=</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
			<b>—</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
			<b>—</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Volumen sólido de Arena requerida :		<b>=</b>		<b>m<sup>3</sup></b>
Peso de arena seca requerida :		<b>=</b>		<b>kg.</b>

  
 Dr. P. de Humberto Marin Bardales  
 Ingeniero Civil  
 R. g. C. P. 149326

**TESIS:** "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
**TESISTA:** ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**DISEÑO DE MEZCLAS f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> (MÉTODO ACI)**

6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico.				
Agua (neta de mezclado)	=			litros
Cemento	=			kg
Agregado Grueso	=			kg
Agregado Fino	=			kg
7. Ajuste por humedad del Agregado				
Por humedad total (pesos ajustados)				
Agregado grueso	=			kg
Agregado fino	=			kg
Corrección por absorción, al agua de mezclado				
Agregado grueso	=			litros
Agregado fino	=			litros
8. RESUMEN				
AGUA (Total de mezclado)	=			litros
CEMENTO	=			kg
AGREGADO GRUESO (Húmedo)	=			kg
AGREGADO FINO (Húmedo)	=			kg
9. DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO (POR BLS. DE CEMENTO)				
<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	
1.0 :			Lts./bolsa	
10. DOSIFICACION ESTIMADA EN VOLUMEN				
<b>AGREGADO FINO:</b>				
Peso unitario suelto seco				
Peso unitario suelto húmedo				
Peso unitario húmedo suelto / 35	→			Kg/pié3
<b>AGREGADO GRUESO</b>				
Peso unitario suelto seco				
Peso unitario suelto húmedo				
Peso unitario húmedo suelto / 35	→			Kg/pié3
		<b>Proporcion en obra x bolsa</b>		<b>Vol. x m3 de concreto</b>
Contenido de Cemento		Kg/pié3	Bls.	Bls/m3
Contenido de Agua		Kg/pié3	lt/Bls.	lt/m3
Contenido de Agregado Fino		Kg/pié3	pié3	pié3/m3
Contenido de Agr. Grueso		Kg/pié3	pié3	pié3/m3
<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	
1.0 :			Lts./bolsa	

  
 Dr. Noé Humberto María Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 149326

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO</b>	
NTP 400.022 - ASTM C-127	


**I. DATOS**

Descripcion	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de la muestra saturada con superficie seca	(gr)		
2. Peso de la muestra saturada con superficie seca + Peso del envase + Peso del agua	(gr)		
3. Peso de la muestra saturada con superficie seca + peso del envase	(gr)		
4. Peso del agua	(gr)		
5. Peso del envase	(gr)		
6. Peso de la muestra secada (horno) + Peso del envase	(gr)		
7. Peso de la muestra secada (horno)	(gr)		
8. Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )		

**II.- RESULTADOS**

Descripcion	Unidad	Ensayo		Promedio
		N 01	N 02	
A. PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )			
B. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA	(gr/cm <sup>3</sup> )			
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )			
D. ABSORCIÓN	%			

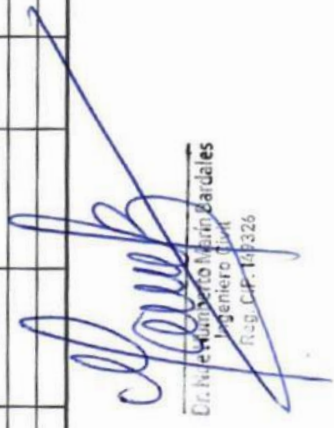
Observaciones:

  
 Dr. Humberto Mario Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

TESIS: "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
 TESIS: ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
 NTP 339.079

N.	CODIGO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad dias	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg)	Mr	Mr prom (Kg/cm2)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												



Dr. Roberto Martín Gardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 14326

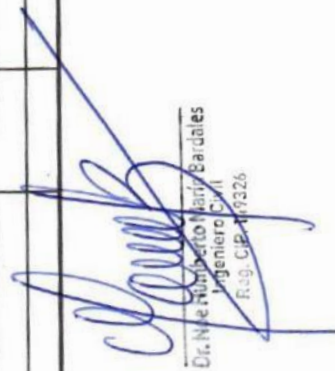


**TESIS:** "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
**TESISTA:** ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL  
**MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
 NTP 339.035 - ASTM C-143

**1-DATOS**

Nº de ensayo	Identificación	SLUMP (cm.)	SLUMP (pulg.)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
.13			

**Observaciones:**



Dr. Néstor Roberto Marín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. C.P. 107326



TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</b>
<b>NTP 400.017 - ASTM C-29</b>

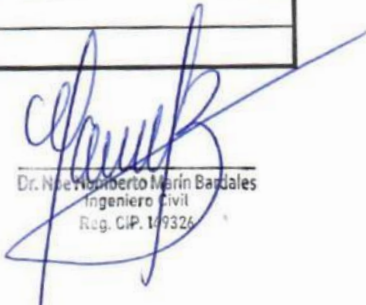
**1- PESO UNITARIO SUELTO**

Descripcion	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
Peso del recipiente	(gr.)		
Peso de muestra	(gr.)		
Volumen de recipiente	(m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		

**2- PESO UNITARIO COMPACTADO**

Descripcion	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
Peso del recipiente	(gr.)		
Peso de muestra	(gr.)		
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		

**Observaciones:**

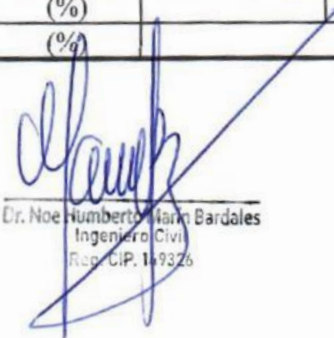
  
 Dr. Néstor Roberto Marín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"</b>
<b>TESISTA:</b>	<b>ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL</b>
<b>MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO</b>	
<b>NTP 400.018 - ASTM C-117</b>	

**1- DATOS**

Descripción	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra	(gr.)		
2. Peso de muestra lavada	(gr.)		
3. Peso de la muestra que atraviesa el tamiz N°200	(gr.)		
4. Material que pasa tamiz N°200	(%)		
5. Material que pasa tamiz N°200 (Promedio)	(%)		

**Observaciones:**

  
 Dr. Noe Humberto Bardo  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO NTP 400.021 - ASTM C-127	

**I. DATOS**

Descripción	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)		
2.- Peso de la muestra saturada con superficie seca	(gr)		
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)		
4.- Peso de la canastilla	(gr)		
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)		

**II.- RESULTADOS**

Descripción	Unidad	Ensayo		Promedio
		N 01	N 02	
A. PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )			
B. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA	(gr/cm <sup>3</sup> )			
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )			
D. ABSORCIÓN	%			

Observaciones:

  
 Dr. Noe Norberto Marín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL
<b>MATERIALES QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO</b>	
NTP 400.018 - ASTM C-117	

**1- DATOS**

Descripción	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra	(gr.)		
2. Peso de muestra lavada	(gr.)		
3. Peso de la muestra que atraviesa el tamiz N°200	(gr.)		
4. Material que pasa tamiz N°200	(%)		
5. Material que pasa tamiz N°200 (Promedio)	(%)		

**Observaciones:**

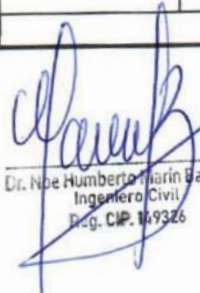
  
 Dr. Néstor Roberto Moya Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>	
NTP 339.185 - ASTM C-535	

**1- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Descripcion	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)		
2. Peso de muestra seca	(gr.)		
3. Peso de recipiente	(gr.)		
4. Contenido de humedad	(%)		
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)		

Observaciones:

  
 Dr. Noe Humberto Marin Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 169326



**TESIS:** "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"  
**TESISTA:** ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**  
**NTP 400.017 - ASTM C-29**

**1- PESO UNITARIO SUELTO**

Descripcion	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
Peso del recipiente	(gr.)		
Peso de muestra	(gr.)		
Volumen de recipiente	(m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		

**2- PESO UNITARIO COMPACTADO**

Descripcion	Unidad	Ensayo	
		N 01	N 02
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
Peso del recipiente	(gr.)		
Peso de muestra	(gr.)		
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )		
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		

Observaciones:


  
 Dr. Noé Humberto Marín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326



TESIS:	"CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE FIBRA DE ACERO Y FIBRA DE PLASTICO"
TESISTA:	ALVARO ANDRES CALDERON CORONEL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	
NTP 339.185 - ASTM C-535	

**1- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Descripcion	Und	Ensayo	
		N 01	N 02
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)		
2. Peso de muestra seca	(gr.)		
3. Peso de recipiente	(gr.)		
4. Contenido de humedad	(%)		
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)		

  
 Dr. Noe Humberto Merin Gardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 143226

## ANEXO 15. EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



FIBRAS DE ACERO ADICIONADAS EN EL CONCRETO



INCORPORACION DE LAS FIBRAS DE PLASTICO EN EL CONCRETO





ELABORACION DE LA MEZCLA DE CONCRETO



DETERMINACION DEL ASENTAMIENTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO



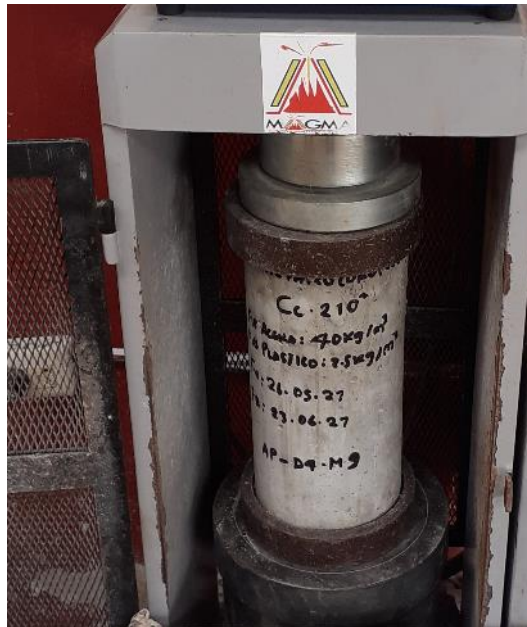


TEMPERATURA DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO SIN FIBRAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON FIBRAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO SIN FIBRAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO SIN FIBRAS





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO CON FIBRAS