



# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON FIBRA ÓPTICA RECICLADA COMO REFUERZO AL 5%, 10% Y 15% DEL PESO DEL CEMENTO. LIMA 2019.

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autora:**

Sadith Berta Chavez Rivera

**Asesor:**

Mg. Ing. Daniel Bernal Díaz

Lima – Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A mi padre por ser el cimiento de mi formación, por guiarme siempre hacer lo correcto y a mis hijos por ser mi fortaleza, mi motivación e inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte por la oportunidad de retomar un sueño postergado, que con su plana de docentes con amplia experiencia y metodologías me brindaron conocimientos y consolidaron mi formación profesional.

A mi asesor de tesis Ing. Daniel Bernal por el esfuerzo y dedicación, quien con sus sólidos conocimientos, experiencia y motivación ha encaminado la culminación de la presente tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema .....	37
1.2.1. Problema General: .....	37
1.2.2. Problemas específicos.....	37
1.2.3. Justificación. ....	38
1.2.4. Delimitación de la investigación. ....	39
1.3. Objetivos.....	40
1.3.1. Objetivo general .....	40
1.3.2. Objetivos específicos.....	40
1.4. Hipótesis .....	40
1.4.1. Hipótesis General:.....	40
1.4.2. Hipótesis Específicas:.....	41
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>42</b>
2.1 Tipo de investigación. ....	42
2.2 Diseño de investigación.....	42
2.3 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....	43
2.3.1 Población.....	43
2.3.2 Muestra. ....	44
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	47
2.5 Procedimientos.....	47
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>86</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>113</b>

<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>123</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>1244</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>130</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Generación de residuos del ámbito no municipal según subsector y año</i> .....	15
<b>Tabla 2.</b> <i>Características físico – mecánicas de las fibras más comunes</i> .....	28
<b>Tabla 3</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	43
<b>Tabla 4</b> <i>Compuestos principales del cemento portland.</i> .....	56
<b>Tabla 5</b> <i>Porcentajes de intervención de óxidos.</i> .....	56
<b>Tabla 6</b> <i>Parámetros límite del agua para confección del concreto.</i> .....	58
<b>Tabla 7</b> <i>Granulometría de la Arena</i> .....	59
<b>Tabla 8</b> <i>Resistencia de concreto proyectado a 28 días</i> .....	66
<b>Tabla 9</b> <i>Resistencia a la compresión</i> .....	69
<b>Tabla 10</b> <i>Agua de mezclado y contenido de aire</i> .....	71
<b>Tabla 11</b> <i>Agua de mezclado y contenido de aire</i> .....	73
<b>Tabla 12</b> <i>Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto</i> .....	74
<b>Tabla 13</b> <i>Resumen de ensayos de los agregados</i> .....	86
<b>Tabla 14</b> <i>Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto patrón</i> .....	86
<b>Tabla 15</b> <i>Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto con fibra óptica 5%</i> .....	87
<b>Tabla 16</b> <i>Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto con fibra óptica 10%</i> .....	87
<b>Tabla 17</b> <i>Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto con fibra óptica 15%</i> .....	87
<b>Tabla 18</b> <i>Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Patrón (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días.</i> .....	88
<b>Tabla 19</b> <i>Promedio de los resultados a compresión del diseño patrón (ASTM C39)</i> .....	88
<b>Tabla 20</b> <i>Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Fibra Óptica 5% (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días.</i> .....	90
<b>Tabla 21</b> <i>Promedio de los resultados a compresión del diseño Fibra óptica al. 5% (ASTM C39)</i> .....	90
<b>Tabla 22</b> <i>Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Fibra Óptica 10% (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días</i> .....	91
<b>Tabla 23</b> <i>Promedio de los resultados a compresión del diseño Fibra óptica. 10% (ASTM C39)</i> .....	91
<b>Tabla 24</b> <i>Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Fibra Óptica 15% (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días</i> .....	92
<b>Tabla 25</b> <i>Promedio de los resultados a compresión del diseño F.O. 15% (ASTM C39)</i> .....	92
<b>Tabla 26</b> <i>Resistencia a compresión promedios del diseño patrón y experimental a las edades de 7, 14 y 28 días.</i> .....	94
<b>Tabla 27</b> <i>Correlación de la resistencia a compresión con el módulo de rotura, a los 28 días.</i> .....	96

<b>Tabla 28</b> Resultados de resistencia a flexión del concreto endurecido (ASTM C78) de Diseño Patrón (D.P.) y Diseños con Fibra Óptica (D.F.O) de 5%, 10% y 15 % a los 7 días.....	97
<b>Tabla 29</b> Resultados de resistencia a flexión del concreto endurecido (ASTM C78) de diseño patrón y diseño experimentales a los 14 días.....	97
<b>Tabla 30</b> Módulos de rotura promedios del diseño patrón y experimental a las edades de 7y 14 días	98
<b>Tabla 31</b> Porcentaje de Módulos de rotura promedios del diseño patrón y experimental a las edades de 7y 14 días .....	99
<b>Tabla 32</b> Datos de la Resistencia a la compresión de concreto - norma ASTM C39 .....	101
<b>Tabla 33</b> Informe descriptivo de la resistencia a compresión. ....	102
<b>Tabla 34.</b> Resultados de la prueba de Normalidad – Resistencia a compresión. ....	103
<b>Tabla 35</b> Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student.....	104
<b>Tabla 36</b> Datos de la Resistencia a la flexión de concreto - norma ASTM C78.....	107
<b>Tabla 37</b> Informe descriptivo de la resistencia a flexión. ....	107
<b>Tabla 38</b> Resultados de la prueba de Normalidad – Resistencia a flexión.....	109
<b>Tabla 39</b> Prueba de muestras independiente – experimental del +5% de Fibra óptica reciclado....	110
<b>Tabla 40</b> Prueba de muestras independiente – experimental del +10% de Fibra óptica reciclado..	111
<b>Tabla 41</b> Prueba de muestras independiente- experimental del +15% Fibra óptica reciclado .....	112
<b>Tabla 42</b> Costos - Diseño sin añadido .....	120
<b>Tabla 43</b> Costos - Diseño + 5% de fibra óptica.....	121
<b>Tabla 44</b> Costos - Diseño + 10% de fibra óptica.....	121
<b>Tabla 45</b> Costos - Diseño + 15% de fibra óptica.....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Generación de desechos anualmente.....	13
Figura 2. Reciclaje en el mundo según Banco Mundial. <a href="http://www.La república.co">www. La república.co</a> .....	14
Figura 3 Elemento de concreto (hormigón) reforzado con fibras sometido a tracción o flexotracción	33
Figura 4 Secciones de un cable de fibra óptica .....	35
Figura 5 Obtención de fibra óptica.....	49
<i>Figura 6 Cono de Abrams para ensayo de revenimiento.....</i>	<i>63</i>
Figura 7. Módulo de finura .....	67
Figura 8. Ensayo de resistencia a la compresión .....	82
Figura 9 Ensayo de resistencia a flexión. ASTM C78.....	85
Figura 10 Resistencia a compresión del Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> .....	89
Figura 11 Resistencia a compresión del Diseño Fibra Óptica. 5 % .....	93
Figura 12 Resistencia a compresión del Diseño Fibra Óptica. 10 % .....	93
Figura 13 Resistencia a compresión del Diseño Fibra Óptica. 15 % .....	94
Figura 14 Comparación de los resultados de resistencia a compresión del concreto patrón y concretos experimentales .....	95
Figura 15. Comparación de los resultados del concreto patrón y los concretos experimentales .....	98



## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es un diseño de mezcla determinando el porcentaje de fibra óptica reciclada como refuerzo, pudiendo ser 5%, 10% y 15% del peso del cemento, según la ACI 211.

Se pretende utilizar fibra óptica reciclado como refuerzo del concreto, de esta forma se presenta una alternativa para el uso de materiales reciclados, con el fin de crear un concreto económico y amigable con el medio ambiente, beneficiando a la población en donde predomine el cable de fibra óptica reciclado.

El proyecto de investigación se desarrolla, debido a la cantidad de residuos de cables de fibra óptica, que se generan día a día, causando malestar en la población, por ello se busca minimizar la contaminación ambiental, ya que se estaría demostrando que estos residuos tendrían un buen uso en la fabricación de un concreto experimental, el cual a su vez podría ser muy bien utilizado, no solo en la costa peruana, sino en zonas con intenso friaje.

En primer lugar, se da a conocer la forma en que se puede aportar la fibra en el concreto para la elaboración del mortero experimental, en esta parte se describen los procedimientos y tratamiento para el plástico obtenido.

Seguidamente se determina el porcentaje de fibra óptica reciclado , el cual proponemos 5%, 10% y 15% del peso del cemento, a utilizar como fibra de refuerzo para llegar a la resistencia de  $210 \text{ kc/cm}^2$  de un concreto experimental, para ello se estudia diferentes dosificaciones y determina las características mecánicas de cada una de ellas, a la vez se realizarán varios ensayos para determinar la cantidad de porcentaje que se

cumplirá en todos los parámetros del material utilizando las normas peruanas y finalmente comparar la resistencia de un concreto convencional y el concreto experimental fabricado.

**Palabras claves:** Concreto, fibra óptica y diseño de mezcla.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation is a mixture design determining the percentage of recycled fiber optics, which will partially replace the coarse aggregate to obtain a concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , according to ACI 211.

It is intended to use recycled fiber optic cable granules as aggregate in the concrete mix replacing a fraction of commonly used fine aggregates (sand). In this way an alternative is presented for the replacement of natural aggregates with recycled materials, in order to create an economical and environmentally friendly concrete, benefiting the population where the recycled fiber optic cable predominates.

The research project is developed, due to the amount of fiber optic cable waste, which is generated day by day, causing discomfort in the population, so it seeks to minimize environmental pollution, since it would be demonstrating that these residues would have a good use in the manufacture of an experimental concrete, which in turn could be very well used, not only on the Peruvian coast, but in areas with intense cold.

First, the way in which the fiber can be provided in the concrete for the elaboration of the experimental mortar is disclosed, in this part the procedures and treatment for the plastic obtained are described.

Next, the percentage of recycled optical fiber to be used to obtain an increase in the compressive strength of an experimental concrete is determined, for this purpose different dosages are studied and the mechanical characteristics of each of them are determined, at the same time several tests will be carried out to determine the amount of percentage that will be met to determine all the parameters of the material using Peruvian

standards, to finally compare the strength of a conventional concrete and the experimental concrete manufactured.

**Keywords:** Concrete, fiber optic and mix design.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El Banco Mundial, en su informe “What a Waste 2.0” en el año 2018; indica que en el mundo se genera anualmente 2010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales, y al menos el 33 % no se gestionan sin riesgo para el medio ambiente.



Figura 1. Generación de desechos anualmente

Fuente: Banco Mundial, 2018

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), siete millones de personas mueren cada año a causa de la exposición a partículas finas contenidas en el aire contaminado, siendo estas partículas que penetran profundamente los pulmones y sistema cardiovascular provocando enfermedades como accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cáncer de pulmones e infecciones respiratorias como es el caso de la neumonía. (OMS, 2018)

En América latina, se recicla solo el 4.5 % de los desechos, cifra muy reducida en comparación con el promedio mundial que estaría alcanzando el 13.5%. Banco Mundial, 2019.

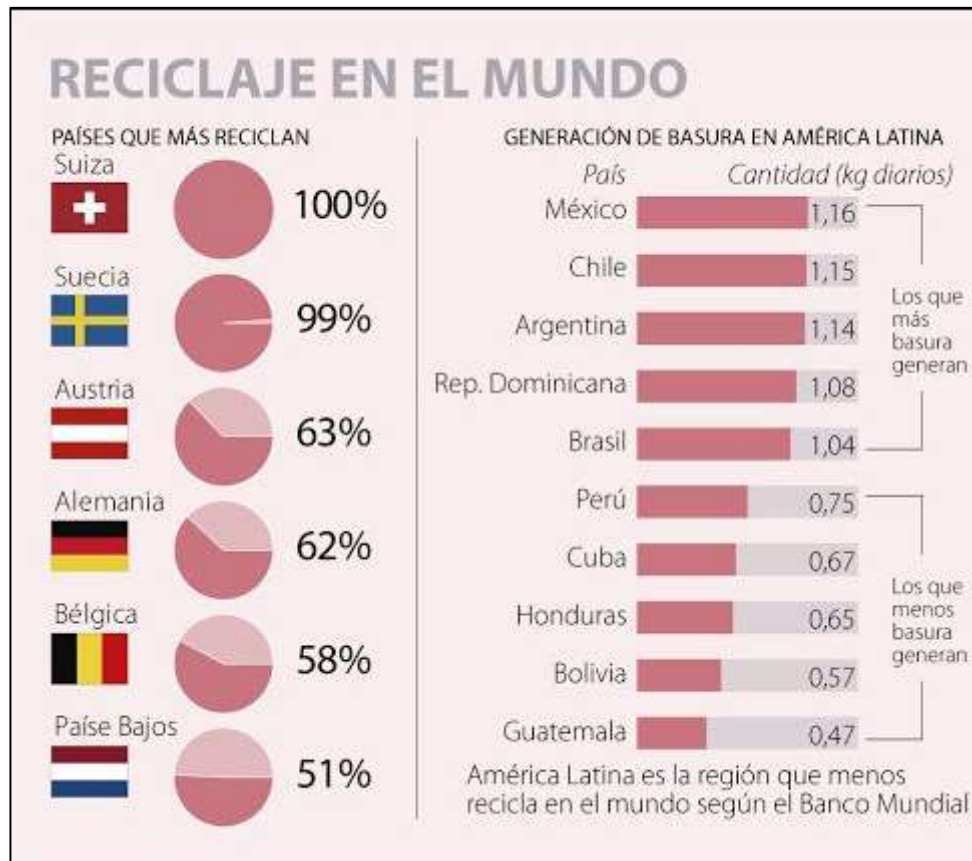


Figura 2. Reciclaje en el mundo según Banco Mundial. [www. La república.co](http://www.larepublica.co)

Según la ONU, la situación de América Latina no se verá cambios positivos en los siguientes 30 años, sino por el caso contrario se agravaría mucho más. Estimándose que para el año 2050 el nivel de desecho en América Latina crecerá a 671000 toneladas diarias. Montes, S. (2019, enero 10) Recuperado de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/seis-paises-alrededor-del-mundo-reciclan-mas-de-50-de-su-basura-durante-el-ano-2813051>

Los efectos de la contaminación ambiental provocan graves consecuencias en nuestro medio ambiente como lluvia ácida, efecto invernadero, efecto smog, erosión del suelo, pérdida de biodiversidad, deterioro de materiales y en forma general afecta a los seres vivos.

En el Perú, según el sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013, quienes declararon 1,03 millones de toneladas de residuos sólidos; de los cuales el subsector de vivienda y saneamiento relacionado a la construcción, solo reporto el año 2012, la cantidad de 166 182 toneladas, el subsector de comunicaciones el mismo año reportó 3622 toneladas.

**Tabla 1** *Generación de residuos del ámbito no municipal según subsector y año*

*Generación de residuos del ámbito no municipal según subsector y año*

Subsector / año	2010	2011	2012	2013
Manufactura (T/año)	8912	3634	2792	823543
Pesquería (T/año)	112116	30205	41034	114673
Energía e Hidrocarburos (T/año)	0	519676	0	0
Transportes (T/año)			1288	
Comunicaciones (T/año)	688	3217	3622	0
Agricultura (T/año)	51336	889902	10765456	77681
Minería (T/año)	0	116857	0	0
Salud (T/año)	0	43015	58524	12755
Vivienda y saneamiento (T/año)	0	0	166182	0
<b>Total (T/año)</b>		1606506	11038897	1028652

*Fuente: Sexto Informe anual Ministerio del Ambiente, 2014*

El sector construcción interacciona con el medio ambiente, como es: el consumo de recursos, generación de una gran cantidad de residuos sólidos, emisiones, vibraciones, remoción de suelos, entre otros; dicha interacción va generar cambios o impactos ambientales, como es: agotamiento de recursos, contaminación ambiental (agua, aire, suelo), alteración de paisajes, etc.

Carbajal, M (2018) en su investigación “Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en las ciudades de Lima y Callao” concluye que tanto para el gobierno como para los particulares involucrados en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) el manejo está aún en un proceso de adaptación, sin embargo, se han dado pasos concretos para ordenar la misma, como es la habilitación de instalaciones de disposición final de RCD, empresas especializadas en el manejo, creándose un nicho de mercado de la gestión y manejo adecuado de los RCD.

La fibra óptica a nivel mundial es considerada como parte de la mejora de la economía de un país en términos de Producto Interno Bruto (PIB). La fibra además de mejorar la conectividad de un país puede ser muy útil en sectores como la sanidad o la educación, pilares básicos de una economía. (Sevillano, 2018). La complejidad de su composición de la fibra óptica ciertamente dificulta el reciclaje, pues contienen fibra de vidrio óptica, polietileno, geles, fibras de aramida y en el caso cables más antiguos, aluminio o acero. La unión europea L-FIRE propuso fraccionar los componentes de los Cables de Fibra Óptica (CFO) en lugares de cortarlos. Con esta estrategia se pretende reciclar los diferentes materiales utilizando una tecnología de proceso inverso. (Cordis, 2012)



En el Perú los residuos o mermas de fibra óptica, no está claro el manejo. Según D.S. 009-2019-MINAM. Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, el manejo de dichos aparatos es mediante una empresa operadora de RAEE, sin embargo, no especifica la fibra óptica dentro de las categorías y subcategoría de aparatos eléctricos y electrónicos. Es por ello que la posible solución es darle uso como fibra de refuerzo del concreto y ser un aporte a la reducción de la contaminación generada por su inadecuada disposición final.

Al respecto, Foti (2011), sostiene que el concreto reforzado con fibras es un material compuesto resultante de adición de fibras de refuerzo de matriz frágil del concreto ordinario. La idea de usar un refuerzo de fibra proviene de la necesidad de encontrar un remedio a los fenómenos de craqueo, tales como los producidos por la contracción, lo que afecta, inevitablemente, la vida de servicio de edificios de concreto. (Citado en Elías, 2019).

Las fibras se han utilizado para reforzar materiales frágiles. La paja por ejemplo fue usada para reforzar los ladrillos de arcilla cocidos al sol, y el pelo de caballo se utiliza para reforzar las molduras de yeso (Barros y Ramirez 2012).

Se debe conocer cuáles son los materiales que, al ser transformados para construir una vivienda, son más amables con el sistema ambiental, se deben proponer nuevas alternativas constructivas que armonicen con la complejidad sistémica de las dinámicas ambientales y que entren a hacer parte de un desarrollo diferente al Capitalista: el desarrollo sostenible. (Osorio, 2011).

Varios materiales de desecho, como por ejemplo plásticos reciclados, vidrio, celulosa, cordones de neumáticos y fibras de madera y alfombras, exhiben una versatilidad extrema, peso ligero, durabilidad, resistencia a los productos químicos, excelentes propiedades de aislamiento térmico y eléctrico. Estas propiedades pueden ser explotadas de manera útil para la fabricación de materiales compuestos innovadores y sostenibles. Especialmente relevante es el caso del concreto reforzado con fibras hechas de materiales reciclados, que se presenta como una técnica de refuerzo de bajo costo capaz de mejorar la resistencia a la tracción, ductilidad estructural y aislante termo-eléctrica de la matriz del concreto (Fraternali, 2011. Citado en Elías, 2019)

### **Antecedentes.**

Como antecedentes **nacionales**, Pérez, A. (2019) en su tesis titulada “Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado” cuyo trabajo tiene como objetivo principal de optimizar la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado, teniendo dentro de sus objetivos específicos determinar la resistencia a compresión y flexión de la mezcla de concreto ecológico con adición de nanosílice, fibras de polipropileno y la combinación de ambos.

Para el **método** de dosificación se basó en el método del comité 211. 3R-02 del ACI. Se determinó como **muestras** 168 especímenes de concreto ecológico, 72 cilindros, 72 prismáticos y 24 especímenes cilíndricos para ensayos de permeabilidad; los especímenes fueron ensayados en grupos de 6 (6 sin adiciones, 6 con fibra, 6 con nanosílice y 6 con fibra y nanosílice) a los 7, 14 y 28 días para ensayos a compresión y

en grupos de 6 a los 7, 14 y 28 días para ensayos a flexión. El ensayo de permeabilidad se realizó a los 6 grupos a los 28 días. Entre los **resultados** de ensayos a compresión, obtenidos a los 28 días, el diseño con fibra de polipropileno es de 17.27 Mpa, diseño con nanosílice 20.73 Mpa, diseño con fibra y nanosílice de 20.56 Mpa, frente a un diseño sin adiciones de 15.76 Mpa. Entre los **resultados** de ensayos a flexión (ASTM C293: Método viga simple, carga en el centro de la luz), obtenidos a los 28 días, el diseño con fibra de polipropileno es de 3.92 Mpa, diseño con nanosílice 5.34 Mpa, diseño con fibra y nanosílice de 5.36 Mpa, frente a un diseño sin adiciones de 3.73 Mpa. Del estudio se concluye que la adición de nanosílice (GAIA Nanosílice Ulmen) a una mezcla de concreto ecológico, aumenta considerablemente la resistencia a la compresión de este, debido a la propiedad que tiene el nanosílice, de incrementar sus resistencias mecánicas a tempranas edades; de la misma manera le proporciona un comportamiento frágil al concreto al momento de resistir altas cargas antes de su rotura final, lo cual generó bajas deformaciones. La adición de fibras de polipropileno (Sika Fiber Force PP 48) conjuntamente con la nanosílice (GAIA Nanosílice Ulmen) a una mezcla de concreto ecológico, le proporciona una buena trabajabilidad, conllevando un buen encofrado y desencofrado y optimiza sus propiedades mecánicas e hidráulicas.

Bazán, L. y Rojas, R. (2018) en su tesis “Comportamiento mecánico del concreto  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018” en su investigación se plantea como objetivo principal analizar el comportamiento mecánico del concreto  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. El diseño de mezcla se basó en el **método** ACI 211 incorporando vidrio reciclado en un

porcentaje de 15%, 25% y 35% en reemplazo parcial de la arena, para las **muestras**, se realizaron 12 probetas cilíndricas de 6" y 2" y 12 probetas prismáticas de 0.15m x 0.50m que se llevaron a ensayo de resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos y ensayo a la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo a los días 7, 14 y 28 días.

De acuerdo a los **resultados** de los ensayos de flexión y compresión, se concluye que la mejor resistencia se obtiene cuando se incorpora el 17.65% de vidrio reciclado en reemplazo parcial de la arena gruesa y se afirma que la mezcla ideal es cemento  $1p^3$ ,  $1.64p^3$ ,  $2.71p^3$ , agua  $24.30L/p^3$  y vidrio  $0.35p^3$ . Los **resultados** de la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto convencional fue de  $220.29\text{ kg/cm}^2$ , el concreto con la incorporación de vidrio reciclado en un 15% fue de  $224.18\text{ kg/cm}^2$ , siendo este el mejor resultado frente a los demás diseños.

Flores, E. (2018) en su tesis "Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018" cuyo propósito es determinar cómo influye la incorporación de fibras de acero en la mezcla de concreto, el diseño de mezcla se basó en el **método** ACI 211 con un  $f'c$   $280\text{ kg/cm}^2$ , se incorporaron las fibras de acero en variadas dosificaciones, 0.50%, 1.00%, 2.00%; Las **muestras** no probabilístico, se realizaron 36 probetas de los cuales 9 sin fibras de acero y 27 con fibras de acero, además 2 vigas: con fibra de acero y otra sin fibras de acero.

De los **resultados** de la resistencia a compresión a los 28 días, obtenidos los diseños de concreto con dosificación de fibra de acero de 0.5% es de  $408\text{ kg/cm}^2$ , el diseño de dosificación de 1.00 % de fibra de acero es de  $421\text{ kg/cm}^2$ , y el diseño con dosificación

de 2.00% de fibra de acero es de 439 kg/cm<sup>2</sup> frente a un resultado de 396 kg/cm<sup>2</sup> del diseño sin fibra de acero. En conclusión, se determina que tras la integración de las fibras de acero al concreto se incrementa la resistencia a la compresión, a mayor dosificación de fibras de acero, mayor será la resistencia a la compresión; siendo la dosificación del 2.00% (48 kg/m<sup>3</sup>) con esta dosificación se obtiene una resistencia a los 28 días de 439 kg/cm<sup>2</sup> en comparación a los 396 Kg/cm<sup>2</sup> del concreto sin fibras de acero, siendo un incremento del 10.86% de la resistencia, además se determinó que el mismo concreto reforzado con fibras de acero de 2%, resiste más a los esfuerzos por flexión que uno sin fibras de acero, la resistencia incrementa a los 28 días en un 37.90%, el módulo de rotura con fibras de acero, está dentro de los valores que demanda la norma C.E.0.10 “Pavimentos Urbanos” del Reglamento Nacional de Edificaciones el cual establece un Módulo de rotura mínimo de 3.4Mpa. las fibras de acero mejoran las propiedades que tiene el concreto, permitiendo que el concreto siga resistiendo incluso luego de la aparición de la falla

Guerrero, J. (2018) en su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibras de aluminio reciclado, lima 2018” tiene como objetivo principal determinar la resistencia de un concreto convencional con incorporando fibras de aluminio reciclado, provenientes de latas de bebidas recicladas.

El procedimiento del diseño de mezcla se realizó por el **método** de módulo de finura de la combinación de agregados. Se elaboró **muestras** con diferentes porcentajes de 0.25% y 0.30%, se realizó los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. De los **resultados** obtenidos, se llegó a la conclusión que el diseño con 0.30% de fibras de aluminio reciclado tiene mejor comportamiento en resistencia a la compresión.

Cabanillas, E. (2017) en su tesis “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado” que tiene como objetivo principal de diseñar y evaluar las propiedades físico – mecánicas del concreto elaborado con partículas de caucho reciclado, que reemplaza a un porcentaje de agregado fino, tanto en estado fresco como en estado endurecido. El diseño de la mezcla se basó en el **método** del módulo de finura de la combinación de agregados, y resistencia a compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , relación agua cemento de 0.617, Para las **muestras**, se realizó 72 probetas de concreto reemplazando en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20% de agregado fino por caucho reciclado y se aplicó 3 dosis para evaluar la resistencia mecánica a la compresión en estado endurecido a los 7, 14 y 28 días.

De los **resultados** obtenidos se concluye que el concreto con la sustitución del 10% de agregado fino por partículas de caucho reciclado disminuye la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días en un 8.74%, con 15% de partículas de caucho reciclado la resistencia disminuye en un 38.32% y con 20% de partículas de caucho reciclado se aprecia que la resistencia a compresión a compresión disminuye en aproximado de 46.29%. el porcentaje óptimo de sustitución de agregado fino por caucho reciclado es de 10%, ya que se obtuvo el mayor valor de la resistencia mecánica a la compresión  $191.65 \text{ kg/cm}^2$  frente al concreto convencional que obtuvo el valor de  $209.39 \text{ kg/cm}^2$ , sin embargo, se concluye que la sustitución del 10, 15 y 20% del agregado fino por partículas de caucho reciclado influye negativamente en la resistencia mecánica del concreto.

En los **aspectos Internacionales**, Dávila, I. y Saravia, M. (2017) de Montevideo Uruguay en su investigación “Refuerzo de hormigón mediante la incorporación de fibras

“sintéticas provenientes de residuos post-consumo de fibra óptica estudios preliminares” la investigación tiene como objetivo principal realizar un estudio preliminar del desempeño de fibras obtenidas de residuos de servicios de telecomunicaciones con fibras de polipropileno comerciales utilizadas como fibrorefuerzo de un hormigón convencional. En la **metodología** se incluye como materiales tres fibras como adición al hormigón; dentro de los cuales se utilizó tanto la fibra óptica y funda protectora. La dosificación del concreto se realizó en la relación de 3:2:1 y una relación de agua/cemento 0.5; el volumen de las fibras obtenidas de residuos fue de  $5 \text{ Kg/m}^3$ , se sustituyó el peso de la arena por su equivalente en fibras. **Las muestras** realizadas fueron 9 probetas por cada tipo de diseño: grupo control, grupo de fibras de polipropileno, fibra óptica y las fundas protectoras. Los **resultados** obtenidos de los ensayos a la compresión a los 28 días, fueron que los ejemplares de fibra óptica resisten 15 % más que aquellos reforzados con fibras comerciales y resisten 8.3% más que el hormigón sin fibrorefuerzo y 11% más que aquellos reforzados con FP. En los ensayos de tracción indirecta el aporte de fibras impide una fractura frágil en el momento de rotura, las fibras de funda protectora tuvieron un 9.8 % más resistencia de la fibra óptica propiamente dicha.

Bonilla, A. y Lascano, E. (2017) en su trabajo de titulación “Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de aluminio reciclado” en Quito Ecuador. El trabajo busca comparar la resistencia a compresión y flexión de un hormigón ordinario frente a un hormigón con fibras de aluminio incluido; la metodología aplicada fue en primer lugar la caracterización de los materiales de los hormigones y el diseño de mezcla mediante el **método** ACI para una resistencia nominal del hormigón de 24 MPa. En las **muestras** se utilizaron dos tipos de fibra de aluminio reciclado tipo estructural y

obtenidos de latas, y se variaron los porcentajes de inclusión de las fibras en 0.20%, 0.25%, 0.30% y 0.50% con la finalidad de obtener el porcentaje óptimo. Se realizaron ensayos de compresión y flexión de 70 especímenes (60 cilindros y 10 vigas) los cilindros a los 7, 14 y 28 días y las vigas a los 28 días. Como **resultado**, el diseño que incorpora las fibras de aluminio reciclado obtenido de latas en un porcentaje de 0.30 % obtuvo la mayor resistencia a compresión siendo este de 27.90 Mpa y la mayor resistencia a flexión siendo el indicador el módulo de rotura de 4.83 Mpa. Concluyéndose, en ambos ensayos se obtuvo mejor desempeño del hormigón al emplearse un 0.30% de fibra de aluminio reciclado consiguiéndose un hormigón con mejores prestaciones mecánicas que incorpora en su composición un material reciclado y de alta generación en la industria ecuatoriana.

Jaramillo, J. y Moncaleano, C. (2016) de Bogotá, en su trabajo titulado “Uso de diferentes agregados finos y fibras en el concreto fabricado con cuarzo como agregado grueso”, tiene como objetivo principal determinar el efecto de los diferentes agregados finos como la arena de sílice arena de Ottawa y cuarzo molido y diferentes fibras tales como fibra de vidrio y fibra de nylon en la resistencia en la compresión y transmitancia óptica del concreto fabricado con cuarzo como agregado grueso. En base al **método ACI** Se realizaron como **muestras** 11 diseños diferentes en, de cada diseño se fundieron 9 cilindros, en el diseño 4 se adicionó el 2% fibra óptica en peso del cemento, en los diseños 6 y 8 se utilizaron fibra de vidrio también en un 2% del peso del cemento.

Entre los **resultados** de la investigación se encontró que el diseño 4 alcanzó la resistencia a los 28 días de 190 Kg/cm<sup>2</sup> en los diseños 6y 8 donde se utilizó fibra de vidrio se alcanzó las resistencias de 200 Kg/cm<sup>2</sup> y 220 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.



Tiempo, esto demuestra que la herramienta no es factible en el caso de estudio. Concluyendo que el concreto del diseño 4 será el apropiado para hacer el concreto traslucido, más estético, es una opción para la disminución de costos de energía eléctrica e iluminación, la resistencia es aceptada puesto que supera los 17 Mpa.

Salgado, R. (2016) en Bogotá Colombia, su tesis titulado “Propiedades mecánicas de morteros elaborados con arena de concreto reciclado, arena de sílice y fibra de vidrio” la tesis tiene como objetivo caracterizar mediante algunas propiedades mecánicas los morteros elaborados con arena reciclada, arena de sílice y fibra de vidrio. **La metodología** para alcanzar las características de los concretos, se determinó en la relación agua/cemento de 0.4, se realizaron ensayos a los 4 35 y 90 días Las **muestras** que se elaboraron fueron 7 tipos de mezclas de mortero donde 2 de ellas se usó la arena de sílice como agregado fino al 100%, una muestra con 75% arena de sílice y 25% de arena reciclada 50% de arena de sílice y 50% de arena reciclada, 25% de arena de sílice y 75% de arena reciclada; de los cuales se adicionaron 3% de fibra de vidrio a excepción de una de las **muestras** con el 100% de arena de sílice. Los **resultados** de los ensayos indicaron que se obtenían mejores resistencias a la flexión cuando se utilizó el 25 % de material reciclado obteniendo mejoras del 125 % respecto a las muestras patrón. Se llega a la conclusión que la muestra 2: 75% arena de sílice y 25% de arena reciclada, puede ser una alternativa para la utilización de agregados reciclados dentro de morteros reforzados con fibra de vidrio ya que no se desmejoran las propiedades de los morteros convencionales. Los módulos de elasticidad de las mezclas con fibra fueron menores a la muestra patrón que trabajo sin fibra, esto indica un comportamiento de mayor tolerancia a deformaciones en la zona elástica.

Godoy, I. (2015) en su artículo de investigación para optar el título de Ingeniero civil en obras civiles “Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio” de Universidad Austral de Chile, se plantea como objetivo determinar en forma cuantitativa la variación a la resistencia a compresión, fatiga y resistencia a la tracción, de muestras ensayadas a los 28 días y determinar el porcentaje óptimo de fibra de vidrio a utilizar. Para lograr sus objetivos planteados, La **metodología** aplicada para lograr sus objetivos planteados, se fabricaron mezclas de hormigón con distintos porcentajes de fibra de vidrio y hormigón patrón de referencia sin fibra, los porcentajes se determinaron en forma volumétrica, es decir de fibra respecto del volumen de la mezcla. Como **muestras** se realizaron 6 repeticiones de cada dosificación con porcentajes de fibra de 0% (hormigón patrón), **5%, 10, y 15%**, las probetas utilizadas fueron cilíndricas de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura. Como **resultados** obtenidos en lo que respecta a la resistencia a compresión la mayor resistencia se obtuvo en el diseño de hormigón con 15% de fibra de vidrio, superando al diseño patrón en 14.18 kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 7.8 % más. 5.0 %, 2.5 %. Las resistencias a la tracción por flexión fueron mayores para los diseños experimentales de 5%, 10% y 15% que obtuvieron valores en 59.19 kg/cm<sup>2</sup>, 61.56 kg/cm<sup>2</sup> y 63.32 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente frente a un diseño patrón sin fibra que alcanzó 44.03 kg/cm<sup>2</sup>. Siendo el aumento de las resistencias 34%, 39.81%, 43.81 % respectivamente.

Fernandez, M. (2013) en Valencia España, en su tesis doctoral “Refuerzo de matrices cementicias mediante la valorización de fibras sintéticas provenientes de residuos post consumo” la tesis tiene como objetivo general es la valorización de residuos sintéticos, mediante su uso como fibras de refuerzo para matrices cementicias, a través

de materiales y tecnologías apropiadas, con el mínimo coste económico y medioambiental y de fácil asimilación por los recolectores informales de los países en vías de desarrollo. En la **metodología** en la elaboración del mortero de cemento Portland, basó en la normativa española UNE-EN 196-1:2005. **Las muestras**, fueron grupo control como mortero de cemento portland sin fibras, con el 100% de áridos, las muestras de fibras que se utilizaron como **adición**, 2% del volumen total, la composición en masa fue una parte de cemento, tres partes de arena y media parte de agua, otro grupo de **muestras** las fibras post consumo se sustituyeron **por el mismo volumen en árido**, 4 y 6% del volumen total. La fibra óptica post consumo estuvo en el grupo de fibras como adición. Tanto para los ensayos de resistencia a compresión y flexión se elaboraron probetas prismáticas de 40x40x160 mm<sup>3</sup>, los resultados de los ensayos solo alcanzaron al tipo de fibras de envases PET de agua (P-NC) y envases PET en forma de multifilamentos (P-MF). **Entre los resultados** se ha obtenido que la sustitución de árido por fibra ha generado una mayor variación de resistencia a flexión con las fibras P-NC, produciendo valores de disminución de 25 % y 18% al utilizarse 4% y 6% de fibra respectivamente, lo contrario ocurre en el empleo de fibras P-MF los valores de resistencia apenas se han visto afectados. El **estudio a profundidad de la fibra óptica** quedó pendiente para futuras investigaciones.

## **Fundamentos teóricos**

### **Base teórica.**

#### **Concreto reforzado con fibras.**

El concreto u hormigón reforzado con fibras es el que contiene fibras dispersas orientadas aleatoriamente. (ACI 116).

**Tabla 2.** Características físico – mecánicas de las fibras más comunes

Tipo de fibra	Diámetro equivalente (mm)	Densidad Relativa (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a tensión (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	Deformación en la rotura (%)
Acrílico	0.02-0.35	1100	200-400	2	1.1
Asbesto	0.0015-0.02	3200	600-1000	83-138	1-2
Algodón	0.2-0.6	1500	400-700	4.8	3-10
Vidrio	0.005-0.15	2500	1000-2600	70-80	1.5-3.5
Grafito	0.008-0.009	1900	1000-2600	230-415	0.5-1
Aramida	0.01	1450	3500-3600	65-133	2.1-4
Nylon	0.02-0.4	1100	760-820	4.1	16-20
Poliéster	0.02-0.4	1400	720-860	8.3	11-13
Polipropileno	0.02-1	900-950	200-760	3.5-15	5-25
Polivinil alcohol	0.027-0.660	1300	900-1600	23-40	7-8
Carbón	-	1400	4000	230-240	1.4-1.8
Rayón	0.02-0.38	1500	400-600	6.9	10-25
Basalto	0.0106	2593	990	7.6	2.56
Polietileno	0.025-1	960	200-300	5.0	3
Sisal	0.08-0.3	760-1100	228-800	11-27	2.1-4.2
Coco	0.11-0.53	680-1020	108-250	2.5-4.5	14-41
Yute	0.1-0.2	1030	250-350	26-32	1.5-1.9
Acero	0.15-1	7840	345-3000	200	4-10

Fuente: (ACI544.1R, 1996).

Para lograr un uso efectivo de fibras en el concreto endurecido, se deben considerar lo siguiente:

- Las fibras deben ser significativamente más rígidas que la matriz, es decir un módulo de elasticidad más alto.
- El contenido de fibras por volumen debe ser adecuado.
- Buena adherencia entre la fibra y la matriz.

- Las fibras deben tener alta relación de aspecto; es decir, deben ser largas en relación a su diámetro.

Las concentraciones que contengan una gran cantidad de fibras tienen una mayor posibilidad de que no se pueda trabajar el cemento recién mezclado. (Sika Perú S.A., 2011)

### **En la clasificación de fibras por material tenemos:**

Las fibras de vidrio, son resistentes a los álcalis del cemento.

Las fibras metálicas, secciones discretas de metal que tienen una relación de aspecto (relación entre la longitud y el diámetro) que va desde 20 hasta 100. Estas fibras son de acero en general de bajo contenido de carbón. (Sika)

Las fibras sintéticas son diseñadas para el concreto, fabricado de materiales sintéticos que sean capaces de resistir el medio alcalino del concreto a largo plazo (NRMCA)

Estas fibras, surgen de la evolución por parte de las industrias petroquímica y textil. Existen fibras monofilamentos y las producidas de fibrilla. Los tipos de fibras que han sido ensayados en las matrices de concreto de cemento incluyen: acrílico, aramida, carbón, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno. (Imcyc, 2007)

### **Según clasificación de fibras por funcionalidad, geometría y dosificación están:**

- a) **Las microfibras**, estas fibras han sido asignadas para evadir la fisuración del hormigón fresco, siendo las más comunes las fibras en polipropileno cuya dosificación varía entre 0.3 a 1.2 Kg/m<sup>3</sup> de concreto

**b) Las macrofibras**, cuyo objetivo es prevenir la fisuración en estado endurecido, a reducir el ancho de la fisura en caso se presente, las dosificaciones más comunes varían entre 0.2% y 0.8%, siendo las más habituales las sintéticas y las metálicas cuyos diámetros varían entre 0.05 mm a 2.00 mm, la relación aspecto (L/d) de las macrofibras entre 20 a 100.

Las fibras de acero requieren entre 20 a 50 kg/m<sup>3</sup> de concreto y las fibras sintéticas (polipropileno) entre 2 a 9 kg/m<sup>3</sup>. Las macrofibras se incluyen y mezclan en el concreto como un agregado más. Las macrofibras metálicas y sintéticas no alteran la resistencia a la compresión si lo hacen es de una manera leve sobre las resistencias a la tensión y flexión (Sika Perú S.A., 2011)

Entre las propiedades del concreto reforzado con fibras tenemos:

Esto dependerá por el tipo de fibra, su longitud, diámetro, relación aspecto (L/d), cantidad de fibra adicionada a la mezcla, resistencia de la matriz cementante, tamaño y forma del agregado grueso (López, 2015).

El mecanismo de refuerzo de las fibras implica la transferencia de la tensión del matriz cementante a las fibras mediante adherencia en la interfaz. Para fibras con sección uniforme, la resistencia al deslizamiento aumenta conforme aumenta su longitud de la fibra, entre más larga sea la fibra, mayor será su efecto en el mejoramiento de las propiedades del compuesto. Para fibras con secciones transversales no redondas y fibras redondas de diámetro pequeño ofrecen más resistencia al deslizamiento debido a que poseen más área superficial por unidad de volumen. (López, 2015)

Según López 2015; las fibras deben tener una relación de aspecto suficientemente alta con fines de asegurar que el material compuesto falle a tensión, sin embargo, muchos estudios exponen que el uso de fibras con una relación de aspecto mayor que 100 generalmente causan una trabajabilidad inadecuada y una distribución impareja en la mezcla. Es así que la mayoría de las mezclas utilizadas en la práctica emplean fibras con una relación de aspecto de menos de 100, por lo tanto, la falla del compuesto se debe al deslizamiento de la fibra, sin embargo, el aumento de la resistencia al deslizamiento (arranque) sin aumentar la relación de aspecto se logra en fibras con superficies deformadas.

La Tenacidad, depende del concreto fibroreforzado con macrofibras tiene una firmeza mucho más óptima comparado al concreto sin fibras. Le permite a la estructura después de la fisuración, continuar “absorbiendo” carga sin colapsar. (Sika Perú S.A., 2011)

Se puede llegar a obtener un incremento de la resistencia a compresión entre 0% y un 15% de fibras metálicas en la masa del concreto. (Actualidad tecnológica Vol. 8 N° 1 edición 2017)

A través del análisis experimental de ensayos de probetas cilíndricas sometidas a compresión Mejora el comportamiento tanto en los valores de tensión pico, como en la rama descenso; esto refleja en un incremento de energía total que absorbe el material antes de alcanzar la rotura.

Concretos reforzados con fibra de acero, con fibras de esbeltez 45,65 y 80 y volúmenes de fibras de 0.5%, 1.0% y 1.5% encontraron incrementos de la resistencia a compresión. Cuanto menor es el tamaño de las probetas se obtienen mayores resistencias

a compresión, debido a que se acentúan un alineamiento de las fibras. El efecto se hace mucho más sensible a medida que se aumenta la longitud de la fibra (ACI 544.3R-08, 2008). Probetas con mayor esbeltez soportan tensiones sensiblemente mayores, pero presentan respuestas menos dúctiles a compresión se debe tener especial cuidado con estas situaciones para no generar falsos panoramas con resultados excesivamente optimistas. (Ramos, 2012)

Las macrofibras de polipropileno brindan un incremento pequeño en la resistencia a las edades de 28 y 90 días, con respecto al concreto sin fibras. (López, 2015)

Para mejorar la Resistencia a la cortante y torsión., la inclusión de fibras de acero puede ser importante, aunque se indica que hay pocos datos referentes a este tema al respecto. Las fibras de acero en cantidad suficiente, dependiendo de la forma geométrica de la fibra, pueden aumentar la resistencia al cortante e impedir el fallo en la tensión diagonal forzando el fallo por flexión de la viga; lo cual se traduce en la posibilidad del empleo de las fibras de acero como elementos sustitutos de estribos en vigas u otros elementos. (actualidad tecnológica)

Las fibras propician una fisuración más distribuida y además incrementan la capacidad de carga última a cortante. (Barragán (24) Ramos)

En el Módulo de elasticidad, no presenta diferencia significativa.

En la Contribución del concreto y las fibras en el comportamiento conjunto, si tenemos en cuenta que se está hablando de concreto reforzado con fibras, los materiales que lo componen serán los que le darán el comportamiento mecánico al compuesto.



En el caso del concreto, el comportamiento a tracción o flexotracción se debe al comportamiento mecánico que puede tener la pasta de cemento y los agregados, es decir va depender de la naturaleza de los materiales que lo componen.

En el caso de fibras embebidas en el concreto, debemos considerar que la conducta de las fibras no será el mismo que se tiene en el concreto reforzado con una barra de acero o si se tuviera sólo fibra embebida.

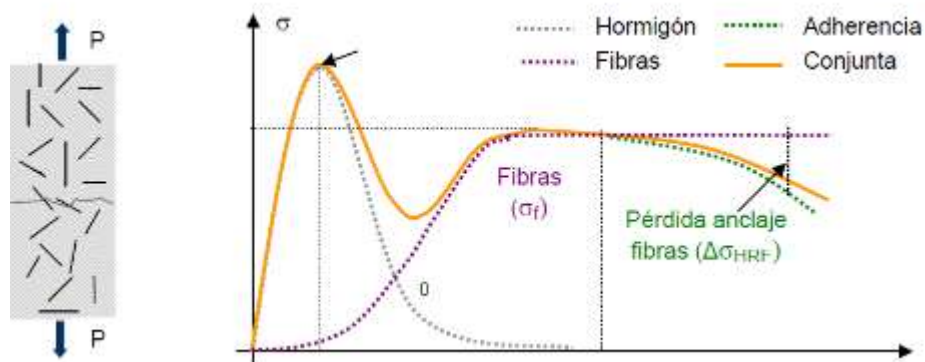


Figura 3 Elemento de concreto (hormigón) reforzado con fibras sometido a tracción o flexotracción

Fuente: Aplicación fibras estructurales a los pilotes tipo CPI 8

En la figura 3, se puede observar la tensión del concreto reforzado con fibras, cabe resaltar cuando se llega a una determinada deformación, se inicia una fase de descarga en el que el elemento estudiado aumenta su deformación a una tensión cada vez menor. Esta fase de descarga representa la pérdida de anclaje entre las fibras y el hormigón, que acaba produciendo un deslizamiento de la fibra hasta que finalmente se produce la rotura final de la probeta.

El Concreto, es un material integrado que consiste predominantemente en un medio ligante dentro del cual hay partículas o fragmentos de agregado, generalmente una

combinación de agregado fino y agregado grueso; en el hormigón de cemento portland el ligante es una mezcla de cemento portland y agua. (ACI 116)

### **Dentro de los Componentes del concreto tenemos:**

El Cemento, es un aglomerante hidrófilo, producto de la calcinación de rocas calizas, arsénicas y arcilla obteniéndose un polvo muy fino, al contacto con el agua endurece logrando adquirir propiedades resistentes y adherentes. (Loayza, 2015)

El Agregado, son partículas de origen natural o artificial, sus dimensiones están definidos en la NTP 400.011. El agregado fino o arena pasa por la malla N° 4 (4.75 mm) y el agregado grueso o piedra chancada es el retenido en el tamiz N° 4.

El agua es el catalizador del cemento, ya que cumple la función de hidratar para que el cemento desarrolle sus propiedades ligantes y de endurecimiento (Hernández, 2014)

Entre las características más significativas del hormigón al estado endurecido se encuentran las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas, cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas, y apariencia. (López, 2000).

### **Fibra óptica.**

La fibra óptica es un medio de transmisión que, dada la naturaleza, permite el envío de información a velocidades (tasa de bits) muy superiores a otros medios por lo que se ha convertido en el medio de transmisión dominante para las redes de transporte y de acceso (Osipitel, 2017)

Es una varilla delgada y flexible de vidrio u otro material transparente con un índice de refracción alto, constituida de material dieléctrico (material que no tiene conductividad

como vidrio o plástico). Está formada por dos cilindros concéntricos, el interior llamado núcleo que se construye de elevadísima pureza con el propósito de obtener una mínima atenuación; y el exterior llamado revestimiento que cubre el contorno. El diámetro exterior del revestimiento es de 0.1 mm aproximadamente y el diámetro del núcleo que transmite la luz es próximo a 10 a 50 micrómetros. Adicionalmente incluye una cubierta externa adecuada para cada uso llamado recubrimiento.

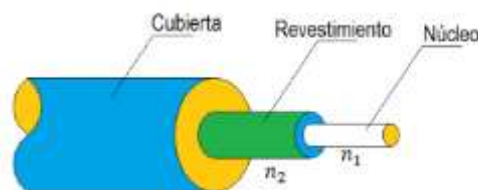
El diámetro de la fibra óptica se asemeja a la de un cabello humano, un cable de 64 fibras ópticas posee un diámetro total de 15 a 20 mm y un peso aproximadamente de 250Kg / km.

El componente químico o materia prima utilizada en la fabricación es el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) que es considerado un recurso abundante en la superficie terrestre.

La fibra óptica no transmite energía eléctrica, no emiten radiaciones electromagnéticas. Las moléculas de hidrógeno pueden difundirse en las fibras de silicio y producir cambios en la atenuación. El agua corroe la superficie del vidrio y resulta ser el mecanismo más importante para el envejecimiento de la fibra óptica. Fibra óptica (2005). Textos científicos.

### **Estructura de la fibra óptica.**

La fibra óptica se compone de tres partes: núcleo, revestimiento y cubierta.



*Figura 4 Secciones de un cable de fibra óptica*

*Fuente: Barroso, S. 2016*

- a) **Núcleo:** es la parte interior de la fibra, que está fabricado por un material dieléctrico, generalmente vidrio de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) dopado para ajustar su índice de refracción.
- b) **Revestimiento:** Es la capa que envuelve al núcleo, fabricado con materiales similares al núcleo, pero con un índice de refracción menor.
- c) **Cubierta:** generalmente fabricada en plástico que protege mecánicamente a los dos componentes anteriores. (revistas [www.fesc.edi.co](http://www.fesc.edi.co))

### **Tipo de fibra óptica.**

Según lo señalado en la Revista Española de Electrónica (2019) en su artículo de fibra óptica, indica los siguientes tipos:

**Fibra de polímero (POF – Plastic Optical Fobre)**, cuyo núcleo está hecho de material orgánico.

**Fibra de vidrio (GOF-Glass Optical Fibre)** con un núcleo cuyo material es a menudo vidrio de cuarzo.

**Fibra de polímero de vidrio (Fibra de cristal fotónico) (PFC – photoniccrystal Fibre)** con un núcleo de vidrio y una envoltura de plástico.

### **Propiedades físicas de la fibra óptica**

Las propiedades del PMMA o polimetil metacrilato son: Resistencia frente a los arañazos y resistencia a la tracción con valores de 7-8 kN/cm<sup>2</sup>, la temperatura de fusión es de 95, índice de refracción es de 149; lo negativo es que absorbe la humedad del ambiente.

Las propiedades del PF o polímero fluorado son: resistencia frente a ácidos y una gran dureza, tiene temperatura de fusión de 108°, el índice de refracción es de 1423.

La fibra de sílice puede soportar valores de 0.35 hasta 1.4 GPa de presión hacia sus extremos. Este valor de tracción también se puede ver modificado si se somete más a tensión de la necesaria en alguna de sus etapas (Sevillano, 2018)

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General:

¿En qué medida varía el comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como refuerzo al 5%, 10% y 15% del peso del cemento?

### 1.2.2. Problemas específicos.

#### Problema Específico 01.

¿Cómo determinar el diseño de mezcla para un concreto  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  considerando un porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso del cemento de fibra óptica reciclada, según la ACI 211?

#### Problema Específico 02.

¿Cómo influye el uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental?

#### Problema Específico 03.

¿Cómo influye el uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental?

### 1.2.3. Justificación.

**Como justificación teórica** tenemos el estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo para llegar a la resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$ , será de gran ayuda para futuras investigaciones.

**Como justificación práctica**, según la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones – 2019, los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en la NTP correspondiente, podrán ser utilizados siempre que el constructor demuestre a través de ensayos y por experiencia de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Por lo tanto, mediante este estudio se busca demostrar, el uso de la fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo.

**Como justificación socio ambiental** tenemos el estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo para llegar a la resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$ , favorecerá a la población ya que se busca determinar las posibles mejorar de las propiedades mecánicas del concreto por ende el buen funcionamiento de las viviendas e infraestructuras, sumado a esto la reutilización de fibra óptica que aporta a la reducción de generación de residuos sólidos y por ende a la reducción de la contaminación ambiental.

**Como Justificación Económica**, el estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo para llegar a la resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$ , aportará en la reducción de costos en el traslado de materiales a los depósitos de materiales excedentes o botaderos, donde se

realiza la disposición final, lo que involucra mayores costos en la logística y transporte.

#### **1.2.4. Delimitación de la investigación.**

**Delimitación espacial:** La investigación en su fase de campo se realiza en el laboratorio de MATESLAB S.A.C., ubicado en Calle Huacllan N° 4856 - Urb. Parque Naranjal – distritos de Los Olivos, provincia y departamento de Lima (Vara, 2012, pág. 182)

**Delimitación temporal:** La investigación se realizó en el periodo de julio a diciembre del año 2019. (Vara, 2012, pág. 182)

El diseño de mezcla, tanto para los grupos de control como para los grupos experimentales se efectuará según la norma ACI 211, para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y cuyos especímenes son ensayados a la compresión a los 7, 14 y 28 días de elaborado; los ensayos a la flexión serán realizados a los 7 días y 14 días.

#### **Limitaciones.**

Como limitaciones están la Nula información de la disposición final de fibra óptica en el Perú, información estadística de manejo de residuos de la construcción desactualizados en las distintas páginas de los ministerios o subsectores económicos del Perú. Se plantea la limitación según (Bernal C., Metodología de la Investigación, 2016, pág.139) ya que esta investigación es particular.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como refuerzo al 5%, 10% y 15% del peso del cemento.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

##### Objetivo específico 1

Determinar el diseño de mezcla para un concreto  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  considerando un porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso del cemento, de fibra óptica reciclada, según la ACI 211.

##### Objetivo específico 2

Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.

##### Objetivo específico 3

Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.

### 1.4. Hipótesis

#### 1.4.1. Hipótesis General:

**HG:** El uso de la fibra óptica reciclada como refuerzo influye de manera positiva en comportamiento mecánico del concreto experimental.

**Ho:** El uso de la fibra óptica reciclada como refuerzo no influye de manera positiva en comportamiento mecánico del concreto experimental.



#### **1.4.2. Hipótesis Específicas:**

- A. El uso de la fibra óptica reciclada en porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso del cemento, cumple con el diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  según la ACI 211.
- B. La fibra óptica reciclada como refuerzo, da eficiencia en la resistencia a la compresión del concreto experimental.
- C. La fibra óptica reciclada como refuerzo, da eficiencia en la resistencia a la flexión del concreto experimental.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación.

El tipo de investigación es Aplicada, porque servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo de una mezcla con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo, ayudando a solucionar problemas constructivos y reducir productos contaminantes, ya sea por las carencias económicas que se tiene o por la vulnerabilidad de este tipo de construcción. En la investigación aplicada se busca resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. (Abarza, F., 2012)

Se logrará consolidar los problemas a través de esta propuesta en su proceso constructivo seguro y económico.

### 2.2 Diseño de investigación

La presente investigación es de diseño experimental debido a que en ella se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente fibra óptica reciclada, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente, el comportamiento mecánico del concreto en las probetas a ensayar. (Vara, 2012, pág. 211)

Según (Ramón, G., 2000) el diseño experimental puro es aquel en el cuál se manipula una o más variables independientes y poder observar sus efectos sobre una o varias variables dependientes en una situación de control. La presente investigación cumple con el concepto mencionado, afirmamos que un diseño de experimento puro, ya que reúne los dos requisitos principales que son el control, para lo cual se formaron dos

grupos de comparación, y la validez interna, pues los grupos se formaran aleatoriamente.

Además, se evaluará una variable independiente y una variable dependiente:

- **Variable Independiente**

Fibra óptica reciclada.

- **Variable Dependiente**

Comportamiento mecánico del concreto.

Tabla 3 **Operacionalización de variables**

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Fibra óptica reciclada	Cable de fibra óptica, es separada en cada una de las capas desde la cubierta hasta el núcleo de la fibra, una vez separado los materiales se vuelven a introducir en la fabricación de fibra óptica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable de fibra óptica.</li> <li>• Núcleo de la fibra.</li> </ul>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Comportamiento mecánico del concreto	Es el desempeño del concreto al ser sometido a fuerzas mecánicas externas que tienden a alterar su capacidad de equilibrio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerzas mecánicas externas.</li> <li>• Capacidad de equilibrio</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.3 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

### 2.3.1 Población.

Cabe precisar que (Vara, 2012, pág. 221), afirma que la población es el conjunto de sujetos o cosas que tiene una o más propiedades en común.

La población por tratarse de una investigación experimental, estará constituida por probetas cilíndricas y prismas de concreto (NTP 330.034, 2008 y NTP 339.078:2012

respectivamente), dado que se efectuará el estudio experimental al concreto en sí, con el objetivo de determinar el diseño de mezcla, el porcentaje de Fibra Óptica reciclada que se utilizará como fibra de refuerzo para obtener un concreto  $F'_{C}=210$  KG/CM<sup>2</sup>, según ACI 211.

### **2.3.2 Muestra.**

El muestreo es el proceso mediante el cual se extrae una muestra a partir de una población (Vara, 2012, pág. 221)

El muestreo no probabilístico son técnicas que siguen otros criterios ya sea por conocimientos del investigador, economía, comodidad, alcance; procurando que la muestra sea lo más representativa posible. (Vara, 2012, pág. 225)

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia en el cual se tomó 09 probetas realizadas de manera convencional, y 27 probetas que contengan fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo dentro del diseño de mezcla. 4 prismas o vigas de manera convencional, y 12 prismas que contengan fibra óptica reciclada.

Según el ACI 318.08, un ensayo de resistencia a compresión, corresponde al promedio de las resistencias de tres probetas cilíndricas de 4" x 8" (100 mm de diámetro y 200mm de altura) ensayadas a los 28 días. Por lo que realizamos 3 probetas cilíndricas para cada edad.

Para los ensayos de resistencia a flexión, nos basamos en la norma ASTM C78, en el ítem de precisión, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador en vigas hechas de la misma muestra de mezcla no deben diferir uno del otro por más de 16%. Los prismas o vigas realizados que tomamos son de la misma

muestra y realizado por el mismo operador y/o laboratorio, lo cual nuestros resultados obtenidos no deberían variar por más de 16 %, es así que realizamos 2 vigas por cada tipo de diseño.

A continuación, se detalla la cantidad de muestra para cada tipo de ensayo de resistencia a compresión y flexión:

**A. Probetas de concreto convencional para ensayo de compresión.**

03 probetas de concreto ensayadas a 07 días

03 probetas de concreto ensayadas a los 14 días.

03 probetas de concreto ensayadas a los 28 días.

**B. Probetas de concreto con incorporación de fibra óptica reciclada 5%, para ensayo de compresión.**

03 probetas de concreto ensayadas a 07 días.

03 probetas de concreto ensayadas a los 14 días.

03 probetas de concreto ensayadas a los 28 días.

**C. Probetas de concreto con incorporación de fibra óptica reciclada 10%, para ensayo de compresión.**

03 probetas de concreto ensayadas a 07 días.

03 probetas de concreto ensayadas a los 14 días.

03 probetas de concreto ensayadas a los 28 días.

**D. Probetas de concreto con incorporación de fibra óptica reciclada 15%, para ensayo de compresión.**

03 probetas de concreto ensayadas a 07 día.

03 probetas de concreto ensayadas a los 14 días.

03 probetas de concreto ensayadas a los 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 36 probetas diseñadas para ensayos a la compresión.

**E. Probetas de concreto convencional para ensayo de flexión.**

02 prismas de concreto ensayadas a 07 días.

02 prismas de concreto ensayadas a los 14 días.

**F. Probetas de concreto con incorporación de fibra óptica reciclada 5%, para ensayo de flexión.**

02 prismas de concreto ensayadas a 07 días.

02 prismas de concreto ensayadas a los 14 días.

**G. Probetas de concreto con incorporación de fibra óptica reciclada 10%, para ensayo de flexión.**

02 prismas de concreto ensayadas a 07 días.

02 prismas de concreto ensayadas a los 14 días.

**H. Probetas de concreto con incorporación de fibra óptica reciclada 15%, para ensayo de flexión.**

02 prismas de concreto ensayadas a 07 días.

02 prismas de concreto ensayadas a los 14 días.

Por lo tanto, se tiene como **muestra** a 16 prismas diseñadas para ensayos a la flexión.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Se recopila los datos mediante la técnica de observación directa en el laboratorio de MATESLAB S.A.C., ubicado en Calle Huacllan N° 4856 - Urb. Parque Naranjal – distrito de Los Olivos, provincia y departamento de Lima

Se utiliza como instrumento de recopilación de información fichas de registro.

El análisis descriptivo se realizará con el programa estadístico SPSS v.25. y hojas de cálculo mediante Microsoft Excel.

## 2.5 Procedimientos

### A. Procedimiento para determinar el diseño de mezcla para un concreto $f'c = 210$ Kg/cm<sup>2</sup> considerando un porcentaje de fibra óptica reciclada, según la ACI 211

El método de diseño ACI, consiste en determinar las proporciones de los componentes de la mezcla de concreto, siguiendo una secuencia lógica, mediante pasos que se van adaptando a las características de los materiales a utilizar; con la finalidad de lograr un diseño que cumpla las especificaciones del trabajo a ejecutar. (Revista Electrónica Gaceta Técnica, 2016, Vol. 16).

Para determinar el diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> considerando un porcentaje de fibra óptica reciclada, según la ACI 211, se cumple los siguientes pasos:

#### **Procedimiento de obtención de la fibra óptica del cable de fibra óptica reciclado:**

Los principales proveedores de los cables de fibra óptica reciclada, son las empresas de telecomunicaciones; especialistas en implementación de redes e infraestructura de telecomunicaciones.

Según Pedro Notario, director técnico de Telecom Unitronics, para realizar un empalme de fibras ópticas por fusión según la normativa ICTs: Los cables de las fibras se deben pelar (retirar la protección primaria), limpiarlas con papel o gasas, que no suelten partículas, impregnados en alcohol, preferentemente etanol, aunque también se puede utilizar alcohol isopropílico, y por último se deben cortar.

Fernández, M. (2013) Refuerzo de matrices cementicias mediante la valorización de fibras sintéticas provenientes de residuos post consumo (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Valencia. Para el corte mecánico de fibras, en el procesado de fibras se exploraron varias opciones de corte mecánico, con el objetivo común de que el procedimiento adoptado sea simple y de coste accesible, que no requiera de una gran inversión por parte de los futuros usuarios. El procedimiento de producción de fibras obtenidas de elementos lineales (multifilamentos y fibra óptica) las fibras se produjeron mediante tijeras y cizalla de palanca.

Con lo mencionado anteriormente y guiándonos de la investigación de Dávila, I. y Saravia, M. (2017) de Montevideo, Uruguay en su investigación “Refuerzo de hormigón mediante la incorporación de fibras sintéticas provenientes de residuos post-consumo de fibra óptica estudios preliminares” de Uruguay. Se sigue el procedimiento de separación del cable de fibra óptica:

Quienes tomaron como referencia la longitud de la fibra óptica guiándose de las fibras de polipropileno de 48 mm de longitud, Sikaforce PP-48.

Materiales:

- Cables de fibra óptica reciclado.
- Tijeras.



- Alcohol Isopropílico.
  - Gasas.
  - Balanza.
1. El cable de fibra óptica fue cortado de 1 metro de largo.
  2. Se quitó la funda protectora.
  3. Luego se separaría la fibra kevlar (aramida) descartando la misma.



Figura 5 Obtención de fibra óptica.

4. La limpieza de la fibra óptica se realiza con una gasa que no suelte partículas, esta gasa es humedecida con alcohol isopropílico; se utiliza este producto ya que se evapora rápido para evitar alterar la composición de la fibra óptica.
5. Se mantiene solo la fibra óptica, el corte de la fibra se realizó manualmente del mismo largo que las fibras comerciales de 48 mm
6. El corte se realizó con tijeras.

#### **Determinación de porcentaje:**

Para determinar el porcentaje a utilizar, debido a que la fibra óptica cuyo componente es la fibra de vidrio, nos basamos en lo siguiente:

1. En la investigación de Godoy (2015), Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio, cuyo objetivo es de determinar en forma cuantitativa la variación a la resistencia a compresión, fatiga y resistencia a la tracción, de muestras ensayadas a los 28 días y determinar el porcentaje óptimo de fibra de vidrio a utilizar.

Para lograr sus objetivos planteados, se fabricaron mezclas de hormigón con distintos porcentajes de fibra de vidrio y hormigón patrón de referencia sin fibra. Se realizaron 6 repeticiones de cada dosificación con porcentajes de fibra de 0% (hormigón patrón), 5%, 10, y 15%. Los porcentajes se determinaron en forma volumétrica, es decir de fibra respecto del volumen de la mezcla.

2. Las fibras de acero requieren entre 20 a 50 kg/m<sup>3</sup> de concreto y las fibras sintéticas (polipropileno) entre 2 a 9 kg/m<sup>3</sup>. Las macrofibras se incluyen y mezclan en el concreto como un agregado más. Las macrofibras metálicas y sintéticas no alteran la resistencia a la compresión si lo hacen es de una manera leve sobre las resistencias a la tensión y flexión (Sika Perú S.A., 2011)
3. Se puede llegar a obtener un incremento de la resistencia a compresión entre 0% y un 15% de fibras metálicas en la masa del concreto. (Actualidad tecnológica Vol. 8 N° 1 edición 2017)

### **Impacto ambiental de la fibra óptica.**

En las instalaciones y mantenimiento de los cables de fibra de vidrio el aspecto es generación de residuo sólido y el impacto sería contaminación del suelo, las medidas de control es recolección como residuo general y eliminados por una empresa prestadora de servicio.

La fibra óptica, como otros materiales fabricados, ha tenido un proceso de creación, uso y desecho. Los cables que son retirados por su mal funcionamiento acaban siendo quemados, triturados o depositados en vertederos, generando aún más contaminación. El reciclado de la fibra no es sencillo debido a su compleja estructura ya que podemos encontrar diferentes materiales como fibra de vidrio, polietileno, geles hidrófugos, fibras de aramida o aluminio y acero en los más antiguos. Se hace un proceso de triturado, pero no se considera útil debido a que el resultado es una mezcla de trozos y gel que no se puede dar un segundo uso (Sevillano, 2018).

Sin embargo, desde el año 2016 la unión europea viene financiando el proyecto llamado L-FIRE, que pretende separar cada una de las capas que tiene el cable desde la cubierta hasta el núcleo de la fibra, una vez separado los materiales se vuelven a introducir en la fabricación de fibra óptica, cabe indicar que los geles es el único material que no se recicla. (Sevillano, 2018).

### **Ensayo de los agregados en laboratorio para determinar las propiedades mecánicas:**

Para la elaboración del concreto, se realizará el diseño mediante el método ACI 211.

Concreto. El concreto es una mezcla de cemento portland, que está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregados (grueso y fino) a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

## Características del Concreto

Concretos en estado fresco: al adicionar agua al cemento, se origina una pasta de cemento, la cual pasa por una etapa inicial, en la que se desarrolla el proceso de hidratación del cemento, durante el cual presenta una consistencia plástica. Luego se inicia su endurecimiento, en el que adquiere progresivamente las características de sólido.

- **Trabajabilidad:** esta característica se obtiene en el momento que el concreto se mantiene en estado plástico, puesto que condiciona sus características en dicha etapa, la que a su vez corresponde a la de su empleo en obra. Para que la mezcla pueda colocarse fácilmente en las formas y se obtenga un vaciado compacto y denso, es necesario que sea suficientemente plástico.

Es una característica que contribuye a evitar la segregación y facilitar el manejo previo durante la colocación de la mezcla.

- **Plasticidad:** es la propiedad que define la trabajabilidad del concreto. Depende de la consistencia de la granulometría de la arena y de la cantidad de finos que contenga la misma. Se puede mejorar con el uso de aditivos plastificantes.
- **Retención de agua:** es la propiedad que tienen los concretos para mantener la trabajabilidad, evitando que pierda el agua de forma rápida, lo que además podría dar problemas en el fraguado del cemento.
- **Segregación:** es la separación de los componentes del concreto. Se evita añadiendo agua en exceso y utilizando arenas con tamaños no muy grandes.

- **Adherencia:** es la propiedad que mide la facilidad o resistencia que presenta el concreto al deslizamiento sobre la superficie del soporte en el que se aplica. Se mejora mediante un mayor incremento de cemento y cal y mediante el uso de finos arcillosos en la arena.
- **Contenido de aire:** es siempre perjudicial y se encuentra como impureza gaseosa en cantidades dependientes principalmente del tamaño máximo de los agregados, y secundariamente de las características de este. Para fines de cálculo suele estimarse en un 3 % el volumen de aire naturalmente incorporado por los concretos.
- **Exudación:** el proceso de exudación se produce porque los concretos están constituidos por materiales de distinto peso específico, razón por la cual los materiales más pesados tienden a decantar y los más livianos como el agua tienden a ascender.
- **Fraguado:** se define como fraguado el cambio de estado físico que sufre una pasta desde una condición blanda hasta una condición de rigidez.
- **Densidad:** la densidad del concreto se define como el peso por unidad de volumen. Esta depende del peso específico y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales constituyentes del mortero.

### Tipos de Concreto

- **Concreto Simple:** Es una mezcla de cemento portland, agregado (grueso y fino), agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.

*CEMENTO+A.FINO+A. GRUESO+AGUA=CONCRETO SIMPLE*

- **Concreto Armado:** Se denomina así al concreto simple cuando este lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

*CONCRETO SIMPLE+ARMADURAS=CONCRETO ARMADO*

- **Concreto Estructural:** Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.
- **Concreto Ciclópeo:** Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

*CONCRETO SIMPLE+PIEDRA DESPLAZADORA= CONCRETO CICLOPEO*

- **Concreto Livianos:** Son preparaos con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m<sup>3</sup>.
- **Concreto Normales:** Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 kg/m<sup>3</sup>. Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 g/m<sup>3</sup>.

- **Concreto Pesados:** Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 a 6000 kg/m<sup>3</sup>.

Generalmente se usan agregados como las baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita y hematita.

También, agregados artificiales como el fosforo de fierro y partículas de acero.

La aplicación principal de los concretos pesados la constituye la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares. También se utiliza en paredes de bóvedas y cajas fuertes, en pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos radiactivos.

- **Concreto Premezclado:** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportada a obra.
- **Concreto Prefabricado:** Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.
- **Concreto Bombeado:** Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.

## Cemento

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

- **Componentes Químicos:**
  1. Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

2. Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
3. Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
4. Aluminio- ferrito tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
5. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

**Tabla 4** *Compuestos principales del cemento portland.*

Compuesto	Formula Química	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3\text{CaOSiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$
Silicato dicálcico	$2\text{CaOSiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$
Aluminato tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$
Alumino ferrito tetracálcico	$4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$

*Fuente: Kosmatka (2004).*

**Tabla 5** *Porcentajes de intervención de óxidos.*

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio ( CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silice(SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Fierro(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio , potasio, titanio, azufre, fosforo y magnesio.	Minerales Varios

*Fuente: Kosmatka (2004).*

- **Tipos de Cementos:**

- a) **Tipo I**, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.



- b) **Tipo II**, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.
- c) **Tipo III**, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- d) **Tipo IV**, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación.
- e) **Tipo V**, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Los materiales aglomerantes de los concretos pueden ser: Cemento Portland o cemento adicionado normalizados.

### **Agua**

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días.

Martínez, I (Universidad Nacional del Comahue) 2010 en su libro "Cementos y Morteros", sostiene que el agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones.

- La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.
- Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.
- Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para

augmentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

- El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

**Tabla 6** *Parámetros límite del agua para confección del concreto.*

Parámetro	Concentración ( mg/L)
Sulfatos	1000
Cloruros	1000
Solidos totales	50000
Solidos disueltos	2000
pH	≥5
Turbiedad	NA

*Fuente: NTC 3459 Parámetros límite*

### **Los Agregados**

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la tabla 6.

**Tabla 7 Granulometría de la Arena**

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

*Fuente. Norma Técnica Peruana NTP 400.012-2013.*

No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

### **Agregado Fino**

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um).

Norma Técnica Peruana 400.011: 2008

- **Propiedades Físicas:**

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas NTP.

- Peso unitario** El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

- b) Peso específico** El peso específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal
- c) Contenido de humedad** Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varia.
- d) Absorción** Es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.
- e) Granulometría** La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.
- f) Módulo de finura** Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 ni mayor que 3.15.
- g) Superficie específica** Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las

partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

Los procedimientos para determinar las características de los agregados (grueso y fino) se realiza según las siguientes normas:

- a. Ensayo Granulométrico (NTP 400.012, 2013).
- b. Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.185, 2013).
- c. Ensayo de Peso Unitario (NTP 400.017, 2011).
- d. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021, 2013).
- e. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022, 2013).
- f. Ensayo de Abrasión (NTP 400.019, 2014).
- g. Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) en agregados (NTP 400.018, 2013).

Los materiales o equipos que se utilizó son los siguientes:

- Balanza OHAUS EB30
- Balanza New Classic L S09
- Tamices: 200, 140, 100, 60, 38, 40, 20, 34, 10, 4, 2, 1 1/5.

El diseño de mezcla, una vez determinado las características de agregado, se efectúa según la norma ACI 211. Verificándose el concreto fresco mediante los siguientes ensayos:

- Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.035: 2015).
- Contenido de aire en mezcla de concreto fresco por el método de presión (NTP 339.083, 2003).
- Peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046, 2008).

- Temperatura de mezclas frescas del concreto (NTP 339.184, 2013).
- Esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto (NTP 330.034, 2015).

### **Ensayos de Concreto Fresco**

Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.035, 2015)

Para determinar la docilidad del concreto fresco se realizará por el método del asentamiento del cono de Abrams, que puede ser elaborado en laboratorio o en obra.

#### **a) Materiales y equipos**

Se tiene como material la muestra de concreto fresco, y como equipos, el cono de Abrams, una varilla compactadora, una bandeja metálica, un cucharón metálico una wincha metálica.

#### **b) Procedimiento**

En primer lugar humedecemos el interior del molde cónico, se coloca el molde sobre una bandeja metálica, ésta debe estar en una superficie plana, se sujetó firmemente el molde por las aletas con los pies, se llena el molde con concreto en tres capas, cada capa de un tercio del volumen del molde cónico, se compactada con la varilla con 25 golpes cada una, después de la última capa se enrasamos con la varilla, para luego limpiar los bordes del cono de concreto sobrante esparcido, separamos los pies a ambos lados de las aletas del cono y levantamos cuidadosamente de forma vertical y colocamos el cono de forma invertida (diámetro menor debajo), seguidamente se coloca la varilla encima del cono para así medir el asentamiento del concreto en pulgadas.



*Figura 6 Cono de Abrams para ensayo de revenimiento*

*. Fuente: Elaboración propia*

### **Contenido de aire en mezcla de concreto fresco por el método de presión (NTP 339.083, 2003)**

Para determinar el contenido de aire del hormigón fresco, se requiere medir el cambio de volumen del hormigón sometido a un cambio de presión.

#### **a) Materiales y equipos**

Como material se tiene la muestra de concreto fresco, dentro de los equipos se tiene medidores de aire (Olla de Washington): El equipo consta de un recipiente con tapa de acero cuya capacidad mínima es de 6 litros. La tapa está provista de un ajuste de goma para tener un cierre hermético con el recipiente y lleva además los aditamentos siguientes: Un par de llaves para agua, de entrada y purga, llaves para apretar herméticamente la tapa al recipiente, una cámara de presión con dial, bomba manual (o bombín externo), válvula para traspasar el aire al recipiente y válvula de purga para ajustar la presión inicial en el dial y demás accesorios: probeta de calibración y tubos de bronce atornillables a una de las llaves de agua, una varilla metálica, un mazo de goma y una regla metálica o Jeringa de goma.

## **b) Procedimiento.**

En primer lugar, se colocó el concreto fresco en tres capas diferentes, cada una de las capas es compactada con la varilla por 25 golpes, luego de compactar, golpear los costados del recipiente de 10 a 15 golpes con el mazo de goma, se enrasa con la regla metálica, luego se limpia los bordes con un trapo, se coloca la tapa y se ajusta herméticamente con las llaves de apreté, cerramos las válvulas para aire y se abren las llaves para agua, con una jeringa de goma introducimos agua por una de las llaves de agua hasta que fluya por la otra llave, golpeamos lateralmente con un mazo para expulsar las burbujas de aire atrapados en el agua que ha sido introducida, bombeamos aire a la cámara de presión hasta que la aguja del dial llegue a la marca de presión inicial, cerramos las dos llaves de agua y abrimos la válvula de entrada de aire y leemos con aproximación de 0.1% el contenido de aire registrado en el dial.

### **Peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046, 2008)**

#### **a) Materiales y equipos**

Como material se tiene la muestra de concreto fresco, dentro de los equipos se tiene el molde, una varilla metálica, una balanza, un mazo de goma y una plancha metálica.

#### **b) Procedimiento**

En un inicio, se pesó el molde, luego se humedeció el molde cilíndrico, luego colocamos el concreto en tres capas, a cada capa se compacta con 25 golpes y se lo golpea con un mazo de goma de 10 a 15 golpes, pulimos con una plancha metálica, se limpia los residuos de concreto alrededor del molde y luego pesamos, obteniendo **así el peso del molde más el concreto fresco.**



### **Temperatura de mezclas frescas del concreto (NTP 339.184, 2013)**

El ensayo permite medir la temperatura de mezclas de concreto recién mezclado, la temperatura medida representa la temperatura al tiempo del ensayo y puede no ser indicativa de la temperatura del concreto recién mezclado a un tiempo posterior. Puede ser usado para verificar que el concreto satisfaga un requisito específico de temperatura.

#### **a) Materiales y equipos**

Se necesita una muestra de concreto fresco y un termómetro para concreto.

#### **b) Procedimiento**

El procedimiento es el siguiente, se coloca el termómetro en el concreto, para obtener la temperatura del mismo.

Luego de haber descrito la secuencia a seguir, se detalla lo que se realizó en el laboratorio:

- Previamente se obtuvo dos tipos de muestras de acuerdo a su tamaño, AGREGADO GRUESO (grava) y AGREGADO FINO (arena).
- Se trasladó de los agregados al laboratorio de MATESLAB S.A.C., ubicado en Calle Huacllan N° 4856 - Urb. Parque Naranjal – Los Olivos.

Para poder saber la manera como el concreto experimental mitigará en impacto ambiental, debemos saber los siguientes resultados del laboratorio:

- Diseño de mezcla convencional por metro cubico.
- Diseño de mezcla experimental por metro cubico.

Resumen:

1. Determinar la resistencia requerida ( $f'_{cr}$ ):

$$f'_{cr} = f'_c + 1.33 \sigma \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 \sigma - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

$\sigma$  : desviación standard (kg/cm<sup>2</sup>)

$f'_{cr}$ : Resistencia a la compresión requerida (kg/cm<sup>2</sup>)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

2. Determinar el TMN del agregado grueso.
3. Determinar el volumen de agua
4. Determinar la cantidad de aire atrapado
5. Determinar el asentamiento (Slump) según la consistencia deseada del concreto.
6. Determinar la relación agua/cemento por resistencia y por durabilidad.
7. Determinar la cantidad de cemento según los datos obtenidos en los ítems 3 y 6.
8. Determinar la cantidad de agregado grueso.
9. Determinar la cantidad de agregado fino restando de 1.00 la sumatoria de las cantidades de agua, aire atrapado, cemento, agua y agregado grueso obtenidos.
10. Los valores obtenidos son el diseño seco, ahora hay que obtener el diseño por humedad según lo hallado en el diseño seco, el contenido de humedad de los agregados y porcentajes de absorción de los mismos.

**Tabla 8** Resistencia de concreto proyectado a 28 días

Resistencia Nominal	
Edad (Días )	Porcentaje (%)
3	50
7	75
14	90-95
28	100

Fuente: Norma ACI 211.1 – 81

a) **Ensayo de granulometría (Norma Técnica Peruana 400.012)**

Se toma una muestra del agregado y es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

a.1) **Módulo de finura:**

$$Mf = \frac{\%Ret. Acum. (1\frac{1''}{2} + \frac{3''}{4} + \frac{3''}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Figura 7. Módulo de finura

$$Mf = \frac{0.00 + 80.87 + 98.40 + 99.20 + 99.20 + 99.20 + 99.20 + 99.20 + 99.20}{100}$$

**Mf = 7.74**

a.2) **Tamaño máximo nominal**

Tamaño máximo: 1 ½"

Huso 5: orden 6

**T.M.N = 1"**

b) **Contenido de humedad (Norma Técnica Peruana 339.185)**

Determinar la cantidad de agua existente en cada uno de los agregados a emplear en la mezcla y que podría afectar a la mezcla.

De los datos obtenidos de laboratorio: hallamos el contenido de humedad del agregado grueso y agregado fino:

**Agregado grueso**

% de humedad = (húmedo – seco) x 100/seco

$$\% \text{ de humedad} = (1009 - 1005) \times 100 / 1005$$

$$\underline{\% \text{ CH de humedad} = 0.41}$$

#### **Agregado fino**

$$\% \text{ de humedad} = (\text{húmedo} - \text{seco}) \times 100 / \text{seco}$$

$$\% \text{ de humedad} = (909 - 893) \times 100 / 893$$

$$\underline{\% \text{ CH de humedad} = 1.79}$$

#### **c) Pesos Unitarios (Norma Técnica Peruana 400.017)**

Determinar el peso unitario seco suelto y compactado para poder desarrollar un diseño de mezcla adecuado.

##### **c.1) Peso Unitario Seco y Suelto**

#### **Agregado fino**

$$\text{Peso Unitario seco suelto} = 4.510 \text{ Kg} / 0.00272 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Peso Unitario seco suelto} = 1658 \text{ Kg/m}^3}$$

#### **Agregado grueso**

$$\text{Peso Unitario seco suelto} = 13.485 \text{ Kg} / 0.00943 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Peso Unitario seco suelto} = 1430.00 \text{ Kg/m}^3}$$

##### **c.2) Peso Unitario Seco y compactado**

#### **Agregado fino**

$$\text{Peso Unitario seco compactado} = 4.900 \text{ Kg} / 0.00272 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Peso Unitario seco compactado} = 1803 \text{ Kg/m}^3}$$

#### **Agregado grueso**

$$\text{Peso Unitario seco compactado} = 15.135 \text{ Kg} / 0.00943 \text{ m}^3$$

**Peso Unitario seco compactado=1605. Kg/m<sup>3</sup>**

**d) Peso específico y porcentaje de absorción (Norma Técnica Peruana 339.022. y 339.021)**

Determinar el peso específico y % de absorción tanto del agregado grueso como del agregado fino de acuerdo a las normas técnicas peruanas nombradas.

**Agregado Fino:**

Absorción (%)=1.52

**Agregado Grueso:**

Absorción (%)=0.73

**Cemento.**

Cemento Portland tipo 1, con un Peso específico de 2.94 gr/cc.

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

Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ).

*Tabla 9 Resistencia a la compresión*

F'C	$f_{cr}$
Menos de 210	$f' \div 70$
210 a 350	$f'c \div 84$
Sobre 350	$f'c \div 98$

*Fuente: ACI 211*

$f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $f'_{cr} = f'c+84$

**$f'_{cr}=294\text{Kg/cm}^2$**

**Elección del asentamiento (Slump)**

Para este caso, consideraremos una consistencia plástica, por lo que su asentamiento sería considerado de 3" – 4".

### **Selección de tamaño máximo del agregado**

Tamaño máximo: 1 ½”

Huso 5: orden 6

El **TMN** a considerarse será de 1”.

**Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.**

**Tabla 10** Agua de mezclado y contenido de aire

ASENTAMIENTO O SLUMP(mm)		Agua en lt m de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.							
		10mm(3/8")	12.5mm(1/2")	20mm(3/4")	25mm(1")	40mm(1 1/2")	50mm(2")	70mm(3")	150 mm(6")
<b>CONCRETOS SIN AIRE ACONDICIONADO</b>									
30 a 50	(1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	(3" a 4")	225	215	205	193	175	170	160	140
150 a 180	(6" a 7 ")	240	230	210	205	185	180	170	
Cantidad aproximada de aire atrapado(%)		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETOS CON AIRE ACONDICIONADO</b>									
30 a 50	(1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	(3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180	(6" a 7 ")	215	205	190	185	170	165	160	
Contenido total de aire incorporado(%), en función del	Exposición suave	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
		6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3

grado de exposición.	Exposición moderada								
	Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

---

*ente: ACI 211*



- Sin aire incorporado = 1.5%.
- Estimación de agua = 193 Lts/m<sup>3</sup>.

### Elección de la relación agua/cemento (a/c)

**Tabla 11** Agua de mezclado y contenido de aire

Resistencia A la compresión a los 28 días( $f'_{cr}$ )(kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	
400	0.43	
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Fuente: ACI 211*

Para poder encontrar la relación agua/cemento interpolamos los datos que necesitamos, mostrados en la tabla 11.

$$(300-250) / (0,55-0,62) = (294-250) / (x-0,62)$$

$$50-0,07=44x-0,62$$

$$(x - 0,62) *(50) = (44) *(-0,07)$$

**Relación agua/cemento = 0,56**

### Cálculo del contenido de cemento

Contenido de cemento Kg/m<sup>3</sup> = (contenido de agua de mezclado lts/m<sup>3</sup>)

(Relación a/c (para  $f'_{cr}$ ))

**Contenido de cemento Kg/m<sup>3</sup>=193 lts/m<sup>3</sup> / 0,56**

**Contenido de cemento Kg/m<sup>3</sup> = 345**

**Factor cemento =  $345/42.5 = 8,1$  Bls de cementos x m3 de Co.**

Volumen de cemento m3 = (contenido de cemento (kg)) / (peso específico del cemento (Kg/m3)).

$$\text{Volumen de cemento m3} = 345 \text{Kg} / 3150 \text{ Kg/m3}$$

**Volumen de cemento (m3) = 0,1094**

**Estimación del contenido del agregado grueso y agregado fino.**

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

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso , seco , y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes modelos de fineza del agregado fino			
		Módulo de fineza de agregado fino			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12,5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: ACI 211*

Una vez obtenido **b / bo** de la Tabla 12, procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cubico de concreto:

**$b / bo = 0,65$**

Peso seco del A. Grueso (Kg/m3) =  $b/bo * (P.U. compactado del A. Grueso)$

Peso seco del A. Grueso (Kg/m3) =  $0,65 * (1605)$

**Peso seco del A. grueso (Kg/m<sup>3</sup>) = 1043, Kg/m<sup>3</sup>**

Entonces los volúmenes de los agregados grueso y fino serán:

Volumen del A. Grueso (m<sup>3</sup>) = peso seco del A. Grueso / peso específico del A. Grueso

Volumen del A. Grueso (m<sup>3</sup>) = 1043 / (2.81 x 1000)

**Volumen del A. grueso (m<sup>3</sup>) = 0,3713m<sup>3</sup>**

Volumen del A.fino (m<sup>3</sup>) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.A.grueso)

Volumen del A.fino (m<sup>3</sup>) = 1 - (0,1930 + 0,0150 + 0,1094 + 0,371)

**Volumen del A. fino (m<sup>3</sup>) = 0,3113**

Por consiguiente, el peso seco del agregado fino será:

Peso seco del A.fino (Kg/m<sup>3</sup>) = (Vol. A.fino) x (P.específico del A.fino)

Peso seco del A.fino (Kg/m<sup>3</sup>) = (0,3113) x (2.6) x (1000)

**Peso seco del A. fino (Kg/m<sup>3</sup>) = 809Kg/m<sup>3</sup>**

**Ajuste por humedad y absorción.**

***Agregado grueso***

- Humeda: %Wg ...0.41
- % Absorción: %Ag ...0.73

***Agregado fino***

- Humeda: %Wf ...1.79
- % Absorción: %Af ...1.52

**Pesos de agregados húmedos**

Peso del A. Grueso húmedo (Kg) = (Peso A.G.seco) x (1 + % Wg / 100 )

Peso del A. Grueso húmedo (Kg) =  $(1043) \times (1 + 0.41/100)$ .

**Peso del A. grueso húmedo (Kg) = 1048 Kg**

Peso del A.fino húmedo (Kg) =  $(\text{Peso A.F.seco}) \times (1 + \% W_f / 100)$

Peso del A.fino húmedo (Kg) =  $(809) \times (1 + 1.79/100)$

**Peso del A. fino húmedo (Kg) = 824 Kg**

### Agua Efectiva

Agua en A. Grueso =  $(\text{Peso A.G.seco}) \times (\% W_g - \% A_g) / 100$

Agua en A. Grueso =  $(1043) \times (0.41 - 0.73) / 100$ .

**Agua en A. grueso = -3,338**

Agua en A.fino =  $(\text{Peso A.F.seco}) \times (\% W_f - \% A_f) / 100$

Agua en A.fino =  $(809) \times (1.79 - 1.52) / 100$ .

**Agua en A. fino = 2,186**

Agua efectiva (Lts) = Agua de diseño + (Agua en A. fino + Agua en A. grueso)

Agua efectiva (Lts) =  $193 - (2,186 + (-3,338))$

**Agua efectiva (Lts) = 194, Lts**

### Cálculo de proporciones en peso

Al diseño de mezcla se le adiciona unos porcentajes fibra óptica al **10%, 15% y 20%** del peso del cemento.

CEMENTO: AGREGADO FINO: AGREGADO GRUESO: AGUA.

**P. cemento/P. cemento: P.A.F. húmedo/P. cemento: P.A.G. húmedo/P. cemento: A. efectiva/P.cto.**

**1 : 2.4 : 3.04 : 23.9lts/bls**

## **B. Procedimiento para determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.**

La principal característica del hormigón con fibra óptica es su translucidez, porque las fibras ópticas llevan la luz en forma de pequeños puntos a partir de una cara iluminada a la cara opuesta.

Otra de sus características es la **plasticidad**, característica de la cual depende su mayor o menor aptitud para poder rellenar completamente las juntas.

La plasticidad se puede considerar realizando ensayos con el cono de Abrams. Una de las cosas que más influyen en la plasticidad es el contenido de finos que se utilicen en la dosificación del hormigón.

La **resistencia mecánica** es la capacidad que tiene el hormigón para soportar las cargas que se apliquen sin agrietarse o romperse. Es diferente según el tipo de esfuerzo del que se trate. Su resistencia a compresión es unas diez veces mayor que su resistencia a tracción.

La **resistencia a compresión** es la característica mecánica principal del concreto. La resistencia a compresión, mide la calidad del concreto de forma sencilla, rápida y eficaz y es frecuentemente empleada para los cálculos estructurales. (Kumar, M y Monteiro, P. 2006)

Los resultados del método de ensayo a compresión, son usados como bases para el control de calidad de los procedimientos de dosificación, mezclado y colocación del concreto, van a determinar el cumplimiento de las especificaciones, así también la efectividad de aditivos y usos similares. (ASTM C39)

Según los pesos y proporciones obtenidas en el ítem anterior, se procederá a agregar las fibras ópticas recicladas en las proporciones de 10%, 15% y 20%, en relación al peso del cemento, para que luego, pase por el ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos según la norma MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034.

Esto se da para el siguiente desarrollo:

Las probetas cilíndricas para pruebas de aceptación deben ser de altura igual a dos veces el diámetro, siendo el estándar de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o de 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm) para agregado de tamaño máximo que no excede las 2 pulgadas.

### **Ensayos de Concreto Endurecido**

#### **Esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto (NTP 330.034 / ASTM C39)**

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad que se encuentra dentro de un rango prescrito hasta que ocurra la falla.

La resistencia a la compresión de un espécimen se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen.

##### **a) Materiales y equipos**

Se requiere una máquina de Ensayo a Compresión, un deformímetro, las probetas cilíndricas de concreto, el vernier, una wincha, y el cronómetro.

##### **b) Procedimiento**

En primer lugar, se mide el diámetro de las probetas a ser ensayadas dos veces de forma perpendicular con un vernier, también se mide la altura de las probetas dos

veces con la ayuda de una wincha, se coloca la probeta de concreto en la máquina de ensayo a compresión, se coloca el deformímetro en 0 y se anota la deformación cada 1000 kg de carga axial, hasta la rotura de la probeta.

Importante destacar que el porcentaje de fibra óptica reciclada, será 5%, 10% y 15% en peso de cemento.

Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se tapan (refrentan) con mortero de azufre (ASTM C 617) o con tapas de almohadillas de neopreno (ASTM C 1231). Las cubiertas de azufre se deben aplicar como mínimo 2 horas antes y preferiblemente 1 día antes de la prueba. Las cubiertas de almohadilla de neopreno se pueden utilizar para medir las resistencias del concreto entre 1.500 y 7.000 psi (10 a 50 MPa). Para resistencias mayores de hasta 12.000 psi, se permite el uso de las tapas de almohadillas de neopreno siempre y cuando hayan sido calificadas por pruebas con cilindros compañeros con tapas de azufre. Los requerimientos de dureza en durómetro para las almohadillas de neopreno varían desde 50 a 70 dependiendo del nivel de resistencia sometido a ensayo. Las almohadillas se deben sustituir si presentan desgaste excesivo.

- No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.
- El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más del 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.

- Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).
- Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 20 a 50 psi/s (0.15 a 0.35 MPa/s) durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.
- La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura por ( $\div$ ) el área promedio de la sección. C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud-diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos 2 cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 10 psi (0.1 MPa).
- El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura, y todo defecto que presenten los cilindros o sus tapas. Si se miden, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.
- La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensayo de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.



- El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probados a la misma edad deberá ser en promedio de aprox. 2 a 3% de la resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia el 8%, o el 9.5% para 3 cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar lo Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los 2 resultados de las pruebas.
- Si 1 o 2 de los conjuntos de cilindros se fracturan a una resistencia menor a  $f'c$ , evalúe si los cilindros presentan problemas obvios y retenga los cilindros sometidos a ensayo para examinarlos posteriormente. A menudo, la causa de una prueba malograda puede verse fácilmente en el cilindro, bien inmediatamente o mediante examen petrográfico. Si se desechan o botan estos cilindros, se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. En algunos casos, se elaboran cilindros adicionales de reserva y se pueden probar si un cilindro de un conjunto se fractura a una resistencia menor.
- La prueba de 7 días puede ayudar a detectar problemas potenciales relacionados con la calidad del concreto o con los procedimientos de las pruebas en el laboratorio, pero no constituye el criterio para rechazar el concreto.
- La norma ASTM C 1077 exige que los técnicos del laboratorio que participan en el ensayo del concreto deben ser certificados.
- Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual o

para proyectos futuros. Los reportes se deben remitir lo más prontamente posible al productor del concreto, al contratista y al representante del propietario.

Asimismo, podremos ver la influencia de la fibra óptica reciclada en este concreto experimental.



*Figura 8. Ensayo de resistencia a la compresión*

*Fuente: Imeyc.*

Se puede inferir que es factible, de acuerdo a lo antes señalado, utilizar los porcentajes en peso de fibra óptica reciclada (5%, 10% y 15%), ya que no deteriora las características del concreto, asimismo al utilizar como fibra de refuerzo, reduce la mala disposición final del residuo sólido (fibra óptica) aportando a la protección del medio ambiente.

Una propiedad básica de la fibra óptica es la resistencia al calor, frío y a la corrosión, propiedades que ayudan mucho al mantenimiento del concreto en el tiempo.

La fibra óptica es un material absolutamente biodegradable, todos los componentes son 100% reciclables.

### **C. Procedimiento para determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.**

La resistencia a la tracción del concreto sometido a flexión (módulo de rotura) es una propiedad más variable que la resistencia a la compresión y es aproximadamente igual a al 10 a 15 % de la resistencia a la compresión. (ACI 318)

Según lo señalado por la NRMA (National Ready Mixed Concrete Association) en su artículo CIP 16 de Resistencia a flexión, es la medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga de concreto no reforzada, se aplica cargas a las vigas de concreto de 150 mm x 150 mm de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor.

La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura y es determinada mediante el ensayo según ASTM C78, cargada en los puntos tercios.

Morales, 2006 en su libro “Diseño en Concreto Armado” conforme a la norma ACI 318-05, afirma que el valor usual aproximado encontrado para el módulo de rotura es:

$$f_r = 2\sqrt{f'_c}$$

Donde  $f_r$  es el módulo de rotura y  $f'_c$  es la resistencia a compresión.

Según el ACI 362 la correlación del módulo de rotura con la resistencia a compresión está dada por la siguiente ecuación:  $1.99 \sqrt{f'_c} \leq MR \leq 3.18 \sqrt{f'_c}$

Tomando el promedio, obtenemos:  **$MR = 2.585 \sqrt{f'_c}$**

## **Esfuerzo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios (NTP 339.078 / ASTM C78)**

El método más empleado para medir la resistencia a la flexión, es usando una viga simplemente apoyada con carga en los tercios de la luz de acuerdo a la ASTM C78.

La elaboración de los especímenes prismáticos de 150 x 150 mm y de luz de 450mm, se aplica la mezcla de concreto en 2 capas, en cada capa se consolida el concreto de acuerdo a la ASTM C31, se golpea los lados laterales con fines de liberar las burbujas de aire, se golpea con el martillo de goma hasta que desaparezcan las marcas o huellas de las varilladas.

La máquina o equipo para el ensayo a utilizar debe tener la capacidad de aplicar una carga en el punto medio del claro, de modo que las fuerzas sean perpendiculares a las caras horizontales de la viga, aplicándose y distribuyéndose uniformemente en todo el ancho. (Institute Mexicano del Cemento y del concreto, 2008)

### **a) Materiales y equipos**

Se requiere una máquina o Prensa de Ensayo, aparato de carga, los especímenes prismáticos de concreto.

### **b) Procedimiento.**

Los ensayos de flexión de los especímenes se realizaron tan pronto después de removerlo de su almacenamiento húmedo o curado.

La distancia libre entre apoyos es de tres veces a su altura, con una tolerancia de 2%. los lados del prisma de concreto deben formar ángulos rectos con las cara superior e

inferior. Las superficies en contacto con la carga y de soporte deben estar libres de grietas, agujeros o hendiduras.

La carga es aplicada a una razón de 0.86 y 1.21 Mpa/min, hasta ocurrir la fractura.

Para el cálculo del módulo de rotura se utilizó, la fórmula  $MR=PL/bd^2$  debido a que la fractura ocurrió en el tercio medio.

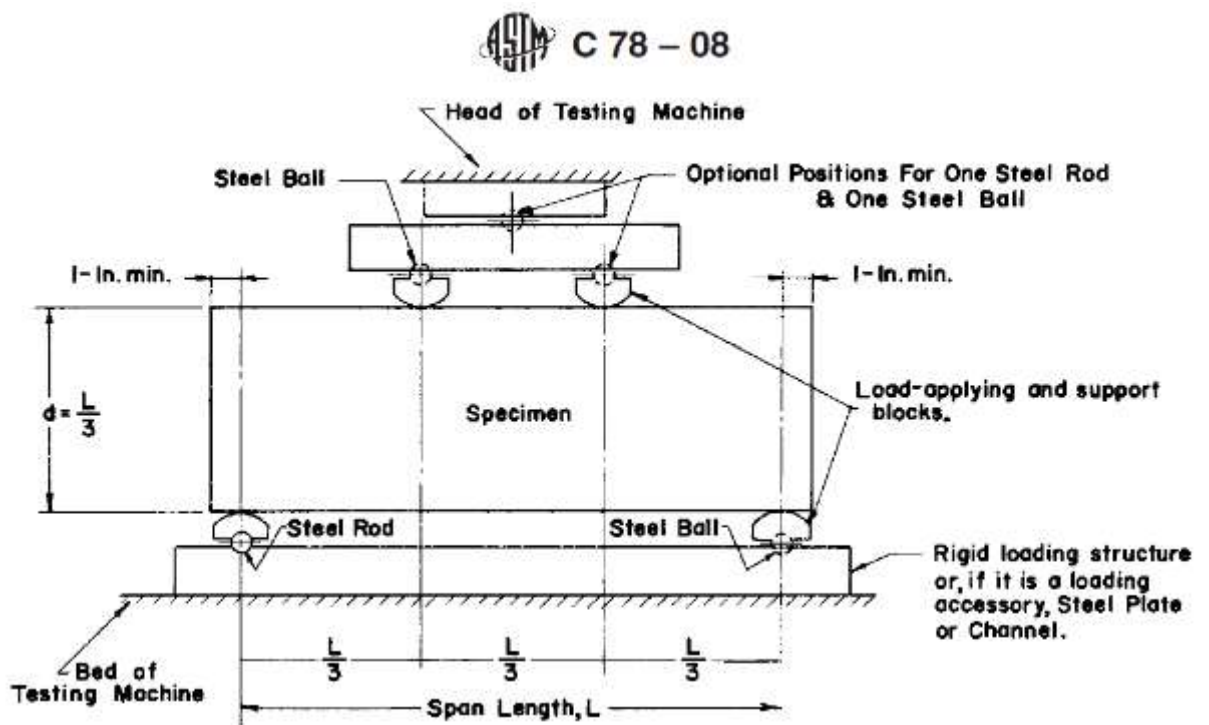


Figura 9 Ensayo de resistencia a flexión. ASTM C78

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### Objetivo específico 1.

Determinar el diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  considerando un porcentaje de fibra óptica reciclada, según la ACI 211.

De acuerdo a lo obtenido en el laboratorio, mostrados en los Anexos, es factible dar como diseño según la norma ACI los siguientes valores, para un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

**Tabla 13** Resumen de ensayos de los agregados

Característica	Agregado grueso	Agregado fino
TMN	1"	
P. ems (gr/cm <sup>3</sup> )	2.81	2.60
P. emsss (gr/cm <sup>3</sup> )	2.62	2.65
%CH	0.41	1.79
% Abs	0.73	1.52
MF	7.74	2.99
PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1430.00	1658.00
PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1605.00	1803.00
% < Malla N° 200 (0.75 $\mu\text{m}$ )	0.62	4.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14** Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto patrón

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	284.00	Kg
Agua efectiva	194.00	Lt
Agregado fino húmedo	909.00	Kg
Agregado grueso húmedo	1009.00	Kg
Aire total	1.50	%

Fuente: elaboración propia

**Tabla 15** Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto con fibra óptica 5%

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	284.00	Kg
Agua efectiva	194.00	Lt
Agregado fino húmedo	909.00	Kg
Agregado grueso húmedo	1009.00	Kg
Aire total	1.50	%
Fibra óptica	14.19	kg

*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 16** Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto con fibra óptica 10%

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	284.00	Kg
Agua efectiva	194.00	Lt
Agregado fino húmedo	909.00	Kg
Agregado grueso húmedo	1009.00	Kg
Aire total	1.50	%
Fibra óptica	28.38	kg

*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 17** Cantidad de materiales por metro cúbico del concreto con fibra óptica 15%

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	284.00	Kg
Agua efectiva	194.00	L
Agregado fino húmedo	909.00	Kg
Agregado grueso húmedo	1009.00	Kg
Aire total	1.50	%
Fibra óptica	42.60	kg

*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 18** Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Patrón (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días.

Identificación /Diseño	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fuerza máxima (Kg)	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N° 1 DP. f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.06	20.00	13284.00	3	167.00
Probeta N° 2 DP.f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.13	20.00	13298.00	3	165.00
Probeta N° 3 DP. f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.11	20.00	13647.00	3	170.00
Probeta N° 4 DP. f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.2	20.00	16574.00	3	203.00
Probeta N° 5 DP. f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.12	20.00	16135.00	2	201.00
Probeta N° 6 DP. f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.26	20.00	16932.00	2	205.00
Probeta N° 7 DP.f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.20	20.00	18467.00	5	226.00
Probeta N° 8 DP. f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.12	20.00	18500.00	2	230.00
Probeta N° 9 DP.f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.26	20.00	19677.00	2	238.00

Fuente: elaboración propia

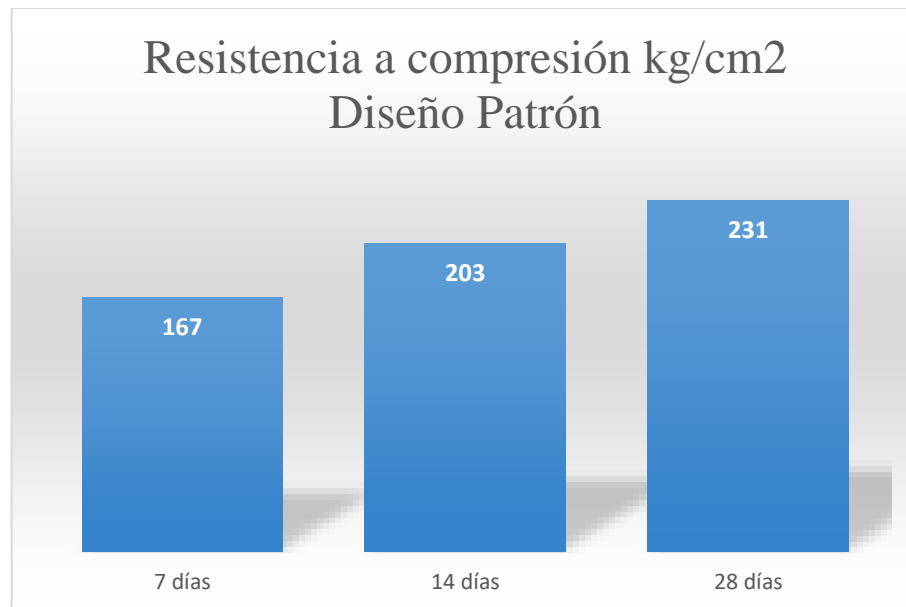
**Tabla 19** Promedio de los resultados a compresión del diseño patrón (ASTM C39)

Diseño Patrón	Resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup>	Unidad
7 días	167.00	Kg/cm <sup>2</sup>
14 días	203.00	Kg/cm <sup>2</sup>
28 días	231.00	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia

Con los resultados de la tabla n° 18 se procede a elaborar la tabla n° 19 donde se obtiene la resistencia promedio alcanzada del diseño patrón a los 28 días, en promedio es de 231 kg/cm<sup>2</sup>





*Figura 10 Resistencia a compresión del Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

En la figura 7, se presenta la resistencia de compresión del diseño patrón. A los 7 días alcanza valores mayores a 75 % de la resistencia a la compresión, indicada o requerida por norma. A los 14 días valores por encima del 90% de resistencia a la compresión especificada y a los 28 días valores mayor a 100 % requerida en la norma ACI 211.1-81

### **Objetivo específico 2**

Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.

Comparar la resistencia a la compresión mecánica del concreto patrón con la resistencia a la compresión del concreto experimental.

**Tabla 20** Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Fibra Óptica 5% (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días.

Identificación /Diseño	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fuerza máxima (Kg)	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N° 1 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.20	20.00	12911.00	3	158.00
Probeta N° 2 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.16	20.00	12988.00	3	160.00
Probeta N° 3 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.19	20.00	12722.00	2	156.00
Probeta N° 2 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.20	20.00	15959.00	3	195.00
Probeta N° 3 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.16	20.00	15444.00	3	191.00
Probeta N° 4 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.19	20.00	15674.00	2	192.00
Probeta N° 7 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.20	20.00	17568.00	3	215.00
Probeta N° 8 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.16	20.00	17593.00	3	217.00
Probeta N° 9 D.F.O. 5% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.19	20.00	17860.00	2	219.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 21** Promedio de los resultados a compresión del diseño Fibra óptica al. 5% (ASTM C39)

Diseño F.O.5%	Resistencia a compresión	Unidad
7 días	158.00	Kg/cm <sup>2</sup>
14 días	193.00	Kg/cm <sup>2</sup>
28 días	217.00	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia

Según la tabla n° 21, la resistencia alcanzada del diseño de fibra óptica al 5% del peso del cemento, a los 28 días es de 217 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 22** Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Fibra Óptica 10% (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días

Identificación /Diseño	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fuerza máxima (Kg)	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N° 1 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.15	20.00	11571.00	2	143.00
Probeta N° 2 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.20	20.00	11440.00	2	140.00
Probeta N° 3 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.18	20.00	11314.00	4	139.00
Probeta N° 4 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.15	20.00	14734.00	4	182.00
Probeta N° 5 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.20	20.00	14733.00	4	180.00
Probeta N° 6 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.18	20.00	14634.00	4	180.00
Probeta N° 7 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.15	20.00	16749.00	5	207.00
Probeta N° 8 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.20	20.00	16849.00	4	206.00
Probeta N° 9 D.F.O. 10% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.18	20.00	16979.00	4	209.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 23** Promedio de los resultados a compresión del diseño Fibra óptica. 10% (ASTM C39)

Diseño F.O.10%	Resistencia a compresión	Unidad
7 días	141.00	Kg/cm <sup>2</sup>
14 días	181.00	Kg/cm <sup>2</sup>
28 días	207.00	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 23, la resistencia alcanzada del diseño de fibra óptica al 10% del peso del cemento, a los 28 días es de 207 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 24** Resultados de resistencia a compresión de concreto endurecido – Diseño Fibra Óptica 15% (ASTM C39) a los 7, 14 y 28 días

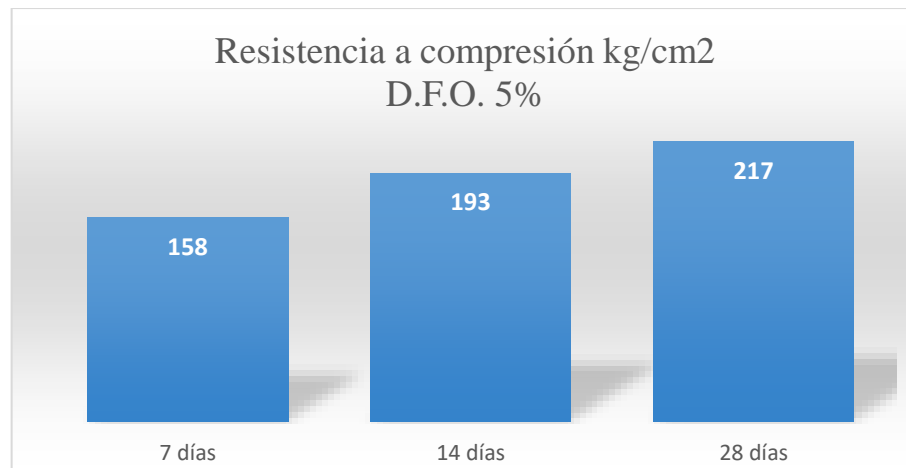
Identificación /Diseño	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fuerza máxima (Kg)	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N° 1 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.20	20.00	10704.00	5	131.00
Probeta N° 2 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.12	20.00	10642.00	3	132.00
Probeta N° 3 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	7 días	10.26	20.00	11029.00	5	133.00
Probeta N° 4 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.20	20.00	13965.00	5	171.00
Probeta N° 5 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.12	20.00	13859.00	3	172.00
Probeta N° 6 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	14 días	10.26	20.00	14163.00	5	171.00
Probeta N° 7 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.2	20.00	16359.00	3	200.00
Probeta N° 8 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.12	20.00	15975.00	3	199.00
Probeta N° 9 D.F.O. 15% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	10.26	20.00	16469.00	5	199.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 25** Promedio de los resultados a compresión del diseño F.O. 15% (ASTM C39)

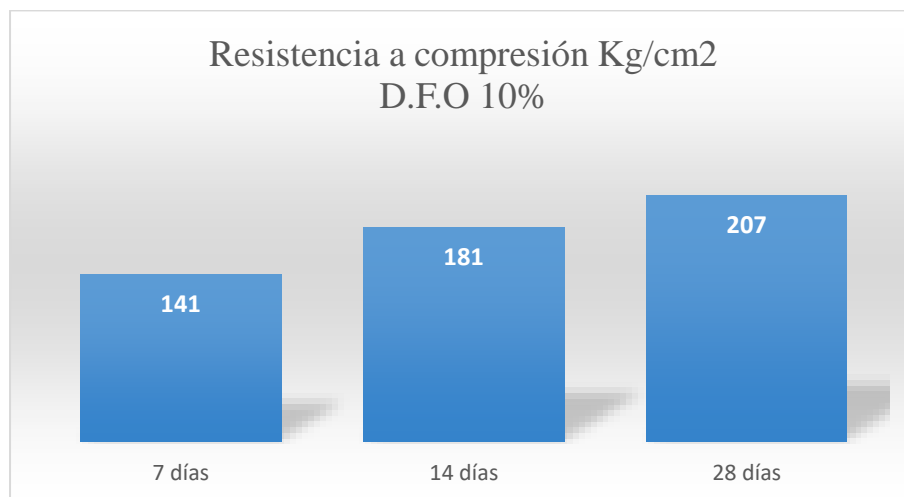
Diseño F.O.15%	Resistencia a compresión	Unidad
7 días	132.00	Kg/cm <sup>2</sup>
14 días	171.00	Kg/cm <sup>2</sup>
28 días	199.00	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia



*Figura 11 Resistencia a compresión del Diseño Fibra Óptica. 5 %*

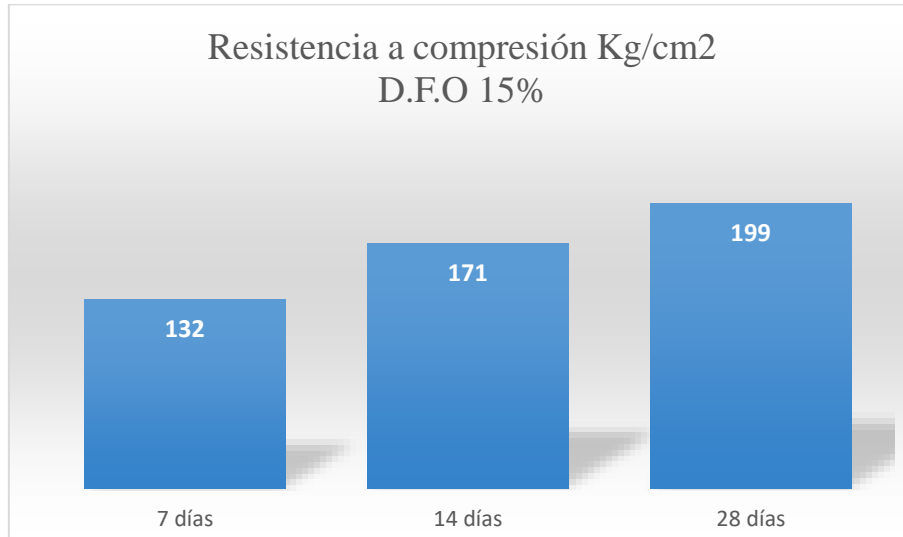
En la figura 6, se presenta la resistencia de compresión del diseño fibra óptica al 5% del peso del cemento. A los 7 días alcanza valores mayores a 75 % de la resistencia a la compresión, indicada o requerida por norma. A los 14 días valores por encima del 90% de resistencia a la compresión especificada y a los 28 días valores mayor a 100 % requerida en la norma ACI 211.1-81



*Figura 12 Resistencia a compresión del Diseño Fibra Óptica. 10 %*

En la figura 7, se presenta la resistencia de compresión del diseño fibra óptica al 10% del peso del cemento. A los 7 días los valores llegan hasta 68 % sin alcanzar el valor requerido por la norma. A los 14 días valores por encima del 85% de resistencia a la

compresión especificada y a los 28 días sus valores alcanzan el 99 % requerida no llegando al 100% requerida en la norma ACI 211.1-81



*Figura 13 Resistencia a compresión del Diseño Fibra Óptica. 15 %*

En la figura 8, se presenta la resistencia de compresión del diseño fibra óptica al 15% del peso del cemento. A los 7 días los valores llegan hasta 63 % sin alcanzar el valor requerido por la norma. A los 14 días valores por encima del 82% de resistencia a la compresión especificada y a los 28 días sus valores alcanzan el 95 % requerida no llegando al 100% requerida en la norma ACI 211.1-81

**Tabla 26** Resistencia a compresión promedios del diseño patrón y experimental a las edades de 7, 14 y 28 días.

<b>Diseño</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>Unidad</b>
Patrón	167.00	203.00	231.00	kg/cm <sup>2</sup>
F.O 5%	158.00	193.00	217.00	kg/cm <sup>2</sup>
F.O 10%	141.00	181.00	207.00	kg/cm <sup>2</sup>
F.O 15%	132.00	171.00	199.00	kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

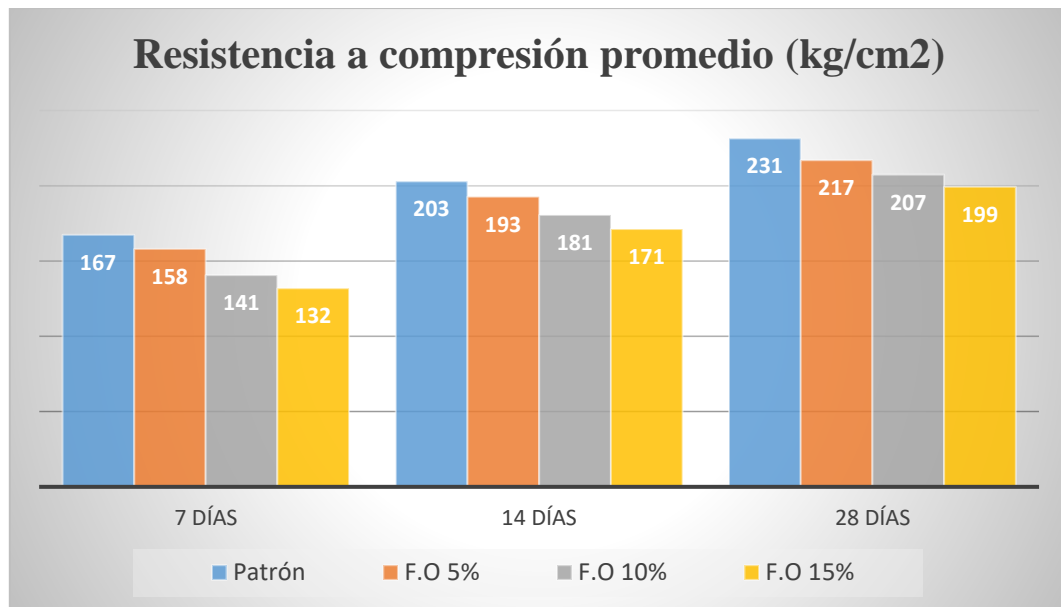


Figura 14 Comparación de los resultados de resistencia a compresión del concreto patrón y concretos experimentales

Se compara la resistencia a la compresión mecánica del concreto patrón con la resistencia a la compresión del concreto experimental, lo que nos indica que el concreto patrón cumple con la resistencia a compresión esperada a los 28 días, mientras ocurre lo contrario con los concretos experimentales.

Tomando como referencia la norma ACI 211.1 – 81, el diseño patrón y el diseño de fibra óptica al 5% del peso del cemento, ambos diseños alcanzarían el porcentaje esperado a los 28 días superando en un 100% de la resistencia especificada. Sin embargo, la resistencia a compresión del diseño patrón es mayor en comparación a la resistencia del diseño de fibra óptica al 5 %.

Los diseños experimentales de fibra óptica al 10% y 15 % del peso del cemento, no alcanzan el porcentaje esperado a los 28 días, siendo el 100% esperado según ACI 211.1

### Objetivo específico 3

Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.

Comparar la resistencia a la flexión mecánica del concreto patrón con la resistencia a la flexión del concreto experimental.

Para el presente trabajo, utilizaremos la correlación mencionada en el ACI 362: La correlación del módulo de rotura con la resistencia a compresión está dada por la siguiente ecuación:  $1.99 \sqrt{f'c} \leq MR \leq 3.18 \sqrt{f'c}$

Tomando el promedio, obtenemos:  **$MR = 2.585 \sqrt{f'c}$**

**Tabla 27** Correlación de la resistencia a compresión con el módulo de rotura, a los 28 días.

F'c kg/cm2	K	MR kg/cm2	%
231	2.585	<b>39.29</b>	100

*Fuente: Elaboración propia*

De los ensayos realizados al concreto patrón, tomaremos el resultado de la resistencia a compresión promedio: 231 kg/cm2, según la tabla 27 representaría el 100 % esperado a los 28 días.



**Tabla 28** Resultados de resistencia a flexión del concreto endurecido (ASTM C78) de Diseño Patrón (D.P.) y Diseños con Fibra Óptica (D.F.O) de 5%, 10% y 15 % a los 7 días

Identificación /Diseño f'c=210 kg/cm2	Edad	Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz libre (cm)	Fuerza máxima (kg)	Ubicación de falla	Módulo de Rotura (kg/cm2)
Prisma N° 1 <b>D. Patrón</b>	7 días	15.10	15.10	45.00	2219.00	tercio central	29.00
Prisma N° 2 <b>D. Patrón</b>	7 días	15.10	15.10	45.00	2066.00	tercio central	27.00
Prisma N° 1 <b>D.F.O. 5%</b>	7 días	15.10	15.10	46.00	2525.00	tercio central	33.00
Prisma N° 2 <b>D.F.O. 5%</b>	7 días	15.10	15.10	47.00	2678.00	tercio central	35.00
Prisma N° 1 <b>D.F.O. 10%</b>	7 días	15.10	15.10	48.00	2984.00	tercio central	39.00
Prisma N° 2 <b>D.F.O. 10%</b>	7 días	15.10	15.10	49.00	2831.00	tercio central	37.00
Prisma N° 1 <b>D.F.O. 15%</b>	7 días	15.10	15.10	48.00	3213.00	tercio central	42.00
Prisma N° 2 <b>D.F.O. 15%</b>	7 días	15.10	15.10	49.00	3290.00	tercio central	43.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 29** Resultados de resistencia a flexión del concreto endurecido (ASTM C78) de diseño patrón y diseño experimentales a los 14 días

Identificación /Diseño f'c=210 kg/cm2	Edad	Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz libre (cm)	Fuerza máxima (kg)	Ubicación de falla	Módulo de Rotura (kg/cm2)
Prisma N° 3 <b>D. Patrón</b>	14 días	15.10	15.10	45.00	2907.00	tercio central	38.00
Prisma N° 4 <b>D. Patrón</b>	14 días	15.10	15.10	45.00	2754.00	tercio central	36.00
Prisma N° 3 <b>D.F.O. 5%</b>	14 días	15.10	15.10	46.00	3213.00	tercio central	42.00
Prisma N° 4 <b>D.F.O. 5%</b>	14 días	15.10	15.10	47.00	3290.00	tercio central	43.00
Prisma N° 3 <b>D.F.O 10%</b>	14 días	15.10	15.10	48.00	3519.00	tercio central	46.00
Prisma N° 4 <b>D.F.O 10%</b>	14 días	15.10	15.10	49.00	3596.00	tercio central	47.00
Prisma N° 3 <b>D.F.O 15%</b>	14 días	15.10	15.10	48.00	3826.00	tercio central	50.00
Prisma N° 4 <b>D.F.O 15%</b>	14 días	15.10	15.10	49.00	3979.00	tercio central	52.00

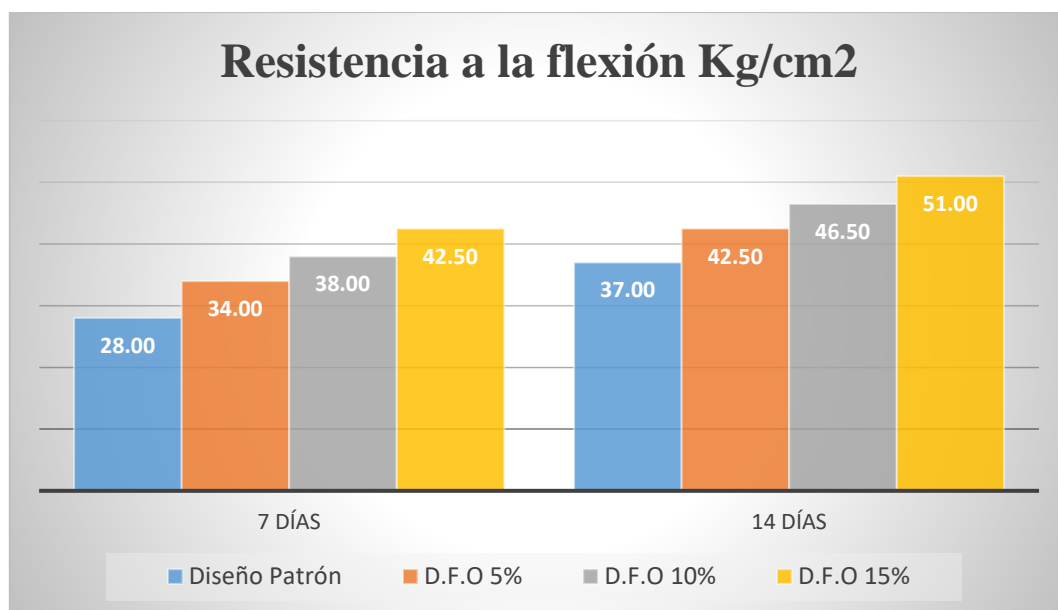
Fuente: elaboración propia

Tabla 30 *Módulos de rotura promedios del diseño patrón y experimental a las edades de 7y 14 días*

Identificación / Diseño	7 días	14 días	Unidad
Diseño Patrón	28.00	37.00	Kg/cm <sup>2</sup>
D.F.O 5%	34.00	42.50	Kg/cm <sup>2</sup>
D.F.O 10%	38.00	46.50	Kg/cm <sup>2</sup>
D.F.O 15%	42.50	51.00	Kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

Delas tablas 28 y 29 se realiza un resumen que incluimos en la tabla 30, específicamente los promedios de los módulos de rotura tanto del diseño patrón y diseños experimentales.



*Figura 15. Comparación de los resultados del concreto patrón y los concretos experimentales*

Se compara los módulos de rotura del concreto patrón con los módulos de rotura del concreto experimental lo que nos indica que el concreto patrón incrementa la resistencia a medida que pasan los días. Los especímenes experimentales muestran un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir, fibra óptica reciclada 15% del peso del cemento.

**Tabla 31** *Porcentaje de Módulos de rotura promedios del diseño patrón y experimental a las edades de 7y 14 días*

Identificación / Diseño	% 7 días	% 14 días
Diseño Patrón	71.26	94.17
D.F.O 5%	86.54	108.17
D.F.O 10%	96.72	118.35
D.F.O 15%	108.17	129.80

*Fuente: elaboración propia*

Tomando como referencia los resultados de la resistencia a compresión del diseño patrón, el módulo de rotura esperado a los 28 días es de 39.29 kg/cm<sup>2</sup> siendo el 100 %. Según la tabla 39. El diseño patrón a los 7 días alcanzaría el 71.16 % y a los 14 días un 94.17 %. El porcentaje que alcanzan los diseños experimentales: diseño de fibra óptica al 5%, 10% y 15% del peso del cemento, todos los diseños superan el porcentaje esperados tanto a los 7 y 14 días.

## **INFERENCIA ESTADÍSTICA**

**HG:** El uso de la fibra óptica reciclada como refuerzo influye de manera positiva en comportamiento mecánico del concreto experimental.

Según los resultados de laboratorio obtenidos, se van a inferir estadísticamente en el orden de los objetivos e hipótesis como se detalla a continuación.

### **Objetivo específico 2.**

Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.

### **Hipótesis específico 2.**

#### **Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:**

La fibra óptica reciclada como refuerzo, da eficiencia en la resistencia a la compresión del concreto experimental.

#### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:**

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** No existe un aumento significativo entre las medidas de las Resistencias a la Compresión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo sin el tratamiento.

Promedio de la Resistencia con tratamiento  $\leq$  Promedio de la Resistencia sin tratamiento

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** Si existe un aumento significativo entre las medidas de las Resistencias a la Compresión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo sin el tratamiento

Promedio de la Resistencia con tratamiento  $>$  Promedio de la Resistencia sin tratamiento

**Tabla 32** Datos de la Resistencia a la compresión de concreto - norma ASTM C39

Descripción	Número de días	Resistencia Máxima (kg/cm <sup>2</sup> ).	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 días.
Patrón	7.00	167.00	209.84
	7.00	165.00	209.92
	7.00	170.00	209.88
	14.00	203.00	210.14
	14.00	201.00	210.47
	14.00	205.00	210.26
	28.00	226.00	210.04
	28.00	230.00	210.05
	28.00	238.00	210.06
5% fibra óptica	7.00	158.00	210.11
	7.00	160.00	209.70
	7.00	156.00	209.96
	14.00	195.00	209.68
	14.00	191.00	210.58
	14.00	192.00	209.84
	28.00	215.00	209.96
	28.00	217.00	210.07
	28.00	219.00	209.97
10% fibra óptica	7.00	143.00	209.99
	7.00	140.00	209.90
	7.00	139.00	209.97
	14.00	182.00	209.92
	14.00	180.00	209.55
	14.00	180.00	210.28
	28.00	207.00	209.94
	28.00	206.00	209.78
	28.00	209.00	210.47
15% fibra óptica	7.00	131.00	209.94
	7.00	132.00	209.52
	7.00	133.00	209.45
	14.00	172.00	211.30
	14.00	171.00	208.54
	14.00	171.00	209.56
	28.00	200.00	209.86
	28.00	199.00	210.36
	28.00	199.00	209.69

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento del diseño consiste en aplicar fibra óptica reciclada a las 3 probetas del segundo grupo, la prueba de hipótesis se realizará para los tres tipos de tratamiento (Al 5%, 10% y 15% de fibra óptica).

## Análisis Descriptivo

**Tabla 33** Informe descriptivo de la resistencia a compresión.

<b>Informe Descriptivo</b>			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
TIPO DE DISEÑO	Media	N	Desv. Desviación
CONVENCIONAL	210,07	3	6,110
CON FIBRA OPTICA AL 5%	209,98	3	2,000
CON FIBRA OPTICA AL 10%	209,98	3	1,528
CON FIBRA OPTICA AL 15%	206,26	3	1,000
Total	211,20	12	12,879

*Fuente: Elaboración propia*

De los resultados obtenidos notamos claramente que las medias de las resistencias a la compresión de los grupos experimentales son menores al del convencional, lo que hace suponer que no existe un aumento significativo en la resistencia a la compresión al añadir fibra óptica reciclada.

### Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia  $\alpha=0.05$  (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la Compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

## Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

- Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

**Tabla 34.** Resultados de la prueba de Normalidad – Resistencia a compresión.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	TIPO DE DISEÑO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A	CONVENCIONAL	,253	3	.	,964	3	,637
LA	CON FIBRA OPTICA AL	,175	3	.	1,000	3	1,000
COMPRESIÓN	5%						
	CON FIBRA OPTICA AL	,253	3	.	,964	3	,637
	10%						
	CON FIBRA OPTICA AL	,175	3	.	1,000	3	1,000
	15%						

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

## Decisión

Como Los p-valores sig tanto del convencional como los que tienen fibra óptica son mayores  $> 0.05$  entonces aceptamos la hipótesis nula.

## Conclusión

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

## Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales

Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas

- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

**Tabla 35** Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	3,213	,148	-3,862	4	,018	-14,333	3,712	-24,639	-4,028
	No se asumen varianzas iguales			-3,862	2,424	,044	-14,333	3,712	-27,906	-,761

Fuente: Elaboración propia



### **Decisión**

- p-valor de la prueba de Levene  $0.148 > 0.05$
- Como el p-valor es significativamente mayor a  $0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, se concluye que las varianzas de ambos grupos son iguales.

### **Conclusión**

La variable resistencia a la compresión en ambos grupos se distribuyen normalmente.

### **Prueba T Student**

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad, ya se puede probar la prueba T Student.

### **Regla de Decisión**

- Si el estadístico  $t > 0$ , entonces el p-valor =  $\text{sig}/2$
- Si el estadístico  $t < 0$ , entonces el p-valor =  $1 - \text{sig}/2$

Si p-valor de la prueba  $< \alpha = 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha = 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

### **Decisión**

- De los resultados vemos que el estadístico t es negativo igual  $-3.862$
- Calculamos el p-valor =  $1 - \text{sig}/2 = 1 - 0.018/2 = 0.991$
- Como el p-valor  $0.991 > 0.05$ , entonces aceptamos  $H_0$

### **Interpretación:**

Se acepta la hipótesis nula, ya que no cumple con lo requerido estadísticamente.

### **Objetivo específico 3.**

Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.

### **Hipótesis específico 3.**

#### **Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:**

La fibra óptica reciclada como refuerzo, da eficiencia en la resistencia a la flexión del concreto experimental.

#### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:**

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** No existe un aumento significativo entre las medidas de las Resistencias a la flexión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo sin el tratamiento.

Promedio de la Resistencia con tratamiento  $\leq$  Promedio de la Resistencia sin tratamiento

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** Si existe un aumento significativo entre las medidas de las Resistencias a la flexión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo sin el tratamiento

Promedio de la Resistencia con tratamiento  $>$  Promedio de la Resistencia sin tratamiento

**Tabla 36** Datos de la Resistencia a la flexión de concreto - norma ASTM C78

Descripción	Número de días	Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ).	Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 días.
Patrón	7.00	29.00	46.10
	7.00	27.00	43.55
	14.00	38.00	46.80
	14.00	36.00	44.78
5% fibra óptica	7.00	33.00	49.25
	7.00	35.00	53.03
	14.00	42.00	48.84
	14.00	43.00	49.31
10% fibra óptica	7.00	39.00	51.79
	7.00	37.00	49.33
	14.00	46.00	50.38
	14.00	47.00	51.09
15% fibra óptica	7.00	42.00	52.50
	7.00	43.00	53.09
	14.00	50.00	51.65
	14.00	52.00	53.61

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento del diseño consiste en aplicar fibra óptica reciclada a los 3 especímenes del segundo grupo, la prueba de hipótesis se realizará para los tres tipos de tratamiento (Al 5%, 10% y 15% de fibra óptica).

**Tabla 37** Informe descriptivo de la resistencia a flexión.

Informe Descriptivo			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
TIPO DE DISEÑO	Media	N	Desv. Desviación
CONVENCIONAL	45,3100	2	4,62864
CON FIBRA OPTICA AL 5%	50,1100	2	2,88576
CON FIBRA OPTICA AL 10%	50,6000	2	3,73658
CON FIBRA OPTICA AL 15%	52,7100	2	4,04163
Total	49,6900	8	4,34860

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos notamos claramente que las medias de las resistencias a la compresión de los grupos experimentales son mayores al del convencional, lo que hace

suponer que pueda existir un aumento significativo en la resistencia a la flexión al añadir fibra óptica reciclada.

### **Consideraciones de la prueba**

- Definimos nuestro nivel de significancia  $\alpha=0.05$  (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la Compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

### **Normalidad**

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

- Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

**Tabla 38** Resultados de la prueba de Normalidad – Resistencia a flexión

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	TIPO DE DISEÑO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	CONVENCIONAL	,202	3	.	,994	3	,853
A LA FLEXIÓN	CON FIBRA OPTICA AL 5%	,178	3	.	,999	3	,956
	CON FIBRA OPTICA AL 10%	,261	3	.	,957	3	,600
	CON FIBRA OPTICA AL 15%	,268	3	.	,950	3	,571

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

### Decisión

Como Los p-valores sig tanto del convencional como los que tienen fibra óptica son mayores  $> 0.05$  entonces aceptamos la hipótesis nula.

### Conclusión

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la flexión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

### Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis

$H_0$ : Las varianzas en ambos grupos son iguales

$H_a$ : Existe diferencia significativa entre las varianzas

- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

**Tabla 39** Prueba de muestras independiente – experimental del +5% de Fibra óptica reciclado

<b>Prueba de muestras independientes – Experimental del +5% Fibra Óptica Reciclado</b>										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se asumen varianzas iguales	,000	,776	1,816	4	,094	6,51333	3,14918	-2,13018	15,25685
AL 5% FIBRA OPTICA RECICLADA	No se asumen varianzas iguales			1,816	3,351	,095	6,51333	3,14918	-2,14066	15,96733

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a  $0.776 > 0.05$ , entonces aceptamos  $H_0$ , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico  $t > 0$ , entonces el p valor =  $\text{sig}/2 = 0.094/2 = 0.047$
- Como el pvalor  $> 0.05$ , entonces aceptamos  $H_0$ , por lo que concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que si existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 5% de fibra óptica reciclado al concreto experimental.

**Tabla 40** Prueba de muestras independiente – experimental del +10% de Fibra óptica reciclado

Prueba de muestras independientes – Experimental del +10% Fibra Óptica Reciclado										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN AL 10% FIBRA OPTICA RECICLADA	Se asumen varianzas iguales	,009	.793	1,967	4	.089	6,69333	3,43445	-2,10423	16,22889
	No se asumen varianzas iguales			1,967	3,830	,090	6,69333	3,43445	-2,01182	16,39848

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a  $0.793 > 0.05$ , entonces aceptamos  $H_0$ , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico  $t > 0$ , entonces el p valor =  $\text{sig}/2 = 0.089/2 = 0.0445$
- Como el pvalor  $> 0.05$ , entonces aceptamos  $H_0$ , por lo que concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que si existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 10% de fibra óptica reciclado al concreto experimental.

**Tabla 41** Prueba de muestras independiente- experimental del +15% Fibra óptica reciclado

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se asumen varianzas iguales	,000	,992	2,183	4	,082	7,88333	3,61167	-2,14426	17,91093
	No se asumen varianzas iguales			2,183	3,964	,083	7,88333	3,61167	-2,18003	17,94670

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a 0. 992 > 0.05, entonces aceptamos Ho, lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico  $t > 0$ , entonces el p valor =  $\text{sig}/2 = 0.082/2 = 0.041$
- Como el pvalor < 0.05, entonces rechazamos Ho y aceptamos la prueba del investigador, por lo que concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5%, que si existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 15% de fibra óptica reciclado al concreto experimental.



## CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones

La presente investigación planteó determinar el comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como refuerzo al 5%, 10% y 15% del peso del cemento, Lima 2019. Los resultados obtenidos demostraron que el uso de fibra óptica reciclada influye en el comportamiento mecánico del concreto, para la resistencia a compresión del diseño de fibra óptica 5%, alcanza el 100% de la resistencia a los 28 días, requerido según la ACI 211.1-18. Para la resistencia a flexión, el módulo de rotura esperado de 39.29 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, esto fundamentado en la ACI 318-05 y ACI 362 donde se correlaciona la resistencia a compresión con la resistencia a flexión, nuestros resultados obtenidos de los diseños experimentales superan los porcentajes esperado a los 7 y 14 días.

**El diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  considerando un porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso del cemento, de fibra óptica reciclada, según la ACI 211.** De acuerdo a lo obtenido en el laboratorio, es factible dar como diseño según la norma ACI los valores, para un  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ , realizándose los ensayos de laboratorio de acuerdo a las normas NTP y ASTM.

En concordancia con Bazán, L. y Rojas, R. (2018) en su tesis “Comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018” en su investigación se plantea como objetivo principal analizar el comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba,

San Martín – 2018. El diseño de mezcla se basó en el método ACI 211, logrando realizar y obtener resultados de los ensayos de resistencia a compresión y resistencia a flexión.

**La influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.**

**En comparación con la investigación realizada por , Dávila, I. y Saravia, M. (2017)** de Montevideo Uruguay “Refuerzo de hormigón mediante la incorporación de fibras sintéticas provenientes de residuos post-consumo de fibra óptica estudios preliminares” determinaron que el hormigón fibroreforzado con fibra óptica presenta mayor resistencia a la compresión en un 7.7 % más que el hormigón sin fibroreforzar, lo cual no coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación; la resistencia a compresión del concreto patrón es mayor en un 6.6 % a la resistencia del concreto experimental. La diferencia radica en los porcentajes utilizados en la investigación fueron en porcentajes menores y reemplazaban a la arena.

**En comparación con la investigación de Godoy, I. (2015)** “Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio” de Universidad Austral de Chile, los resultados a la resistencia a compresión son diferentes, la fibra de vidrio influye de manera positiva en la resistencia a compresión tanto en 5%, 10% y 15% incrementando progresivamente un 2.5 % en cada diseño respecto al hormigón patrón. Nuestros resultados del concreto experimental no superan al resultado de la resistencia a compresión del concreto patrón manteniendo una diferencia de 6% al diseño de concreto con fibra óptica de 5%.

Cabe resaltar que el diseño de fibra óptica reciclada al 5% del peso del cemento alcanza el porcentaje esperado a los 28 días, la resistencia a compresión de los diseños

de fibra óptica reciclada en 10 y 15 % no logra cumplir el porcentaje esperado a los 28 días.

La diferencia, radicaría en el tipo de material, la fibra de vidrio es de primera mano frente a la fibra óptica que es obtenida de cables de fibra óptica reciclada.

### **La influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.**

En el aspecto Internacional, Dávila, I. y Saravia, M. (2017) de Montevideo Uruguay en su investigación “Refuerzo de hormigón mediante la incorporación de fibras sintéticas provenientes **de residuos post-consumo de fibra óptica** estudios preliminares, quienes determinaron la resistencia a tracción por compresión diametral concluyendo así que los hormigones fibroreforzados presentan mayor resistencia a la tracción en 1.3% que el hormigón sin fibroreforzar. Para nuestra investigación la resistencia a tracción mediante el módulo de rotura indica que los concretos con fibra óptica reciclada al 5%, 10% y 15% del peso del cemento incrementan en 14, 24 y 34% respectivamente en comparación al concreto patrón.

Si bien, se asemejan ambos estudios por el aumento de la resistencia a tracción, sin embargo, los resultados de los ensayos a los diseños experimentales de Dávila, I. y Saravia, M. (2017), son menores a los resultados de los diseños experimentales de fibra óptica reciclada. La diferencia radicaría en la metodología, en nuestro estudio la incorporación de fibra es respecto al peso del cemento a diferencia del antecedente en mención es porque reemplazaron el volumen de arena por el volumen de fibra óptica post consumo.

**En comparación con la investigación de Godoy, I. (2015) “Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio”** de la Universidad Austral de Chile, los resultados a la resistencia a flexión se asemejan a nuestros resultados, la fibra de vidrio influye de manera positiva en la resistencia a flexión tanto en diseño con 5%, 10% y 15% de fibra de vidrio en el hormigón, incrementando en 34 %, 39.81% y 43.81% respectivamente. Para nuestra investigación la resistencia a tracción por flexión mediante el módulo de rotura indica que los concretos con fibra óptica reciclada al 5%, 10% y 15% del peso del cemento incrementan en 14, 24 y 34% respectivamente en comparación al concreto patrón.

Si bien, se asemejan ambos estudios por el aumento de la resistencia a flexión, sin embargo, los resultados de los ensayos de los diseños experimentales con fibra de vidrio son mayores a los resultados de los diseños experimentales de fibra óptica reciclada. La diferencia, radicaría en el tipo de material, la fibra de vidrio es de primera mano frente a la fibra óptica, es obtenida de cables de fibra óptica reciclada.

Como se aprecia en las tesis de investigación según la revisión sistemática realizada, de Pérez, A. (2019) en su tesis titulada “Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nano sílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado”; Guerrero, J. (2018) en su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibras de aluminio reciclado, lima 2018” ; Bazán, L. y Rojas, R. (2018) en su tesis “Comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018” ; Flores, E. (2018) en su tesis “Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de

acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018”; Cabanillas, E. (2017) en su tesis “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado” y afines, existen muy pocas investigaciones que analicen añadidos para mejorar la resistencia a la flexión del concreto como en esta investigación, la cual sirve de un gran aporte para los nuevos concretos, que desean utilizar materiales reciclables, para la protección del medio ambiente y sobre todo un material tan usado en esta época de las telecomunicaciones como la fibra óptica.

## 4.2. Conclusiones

**Se determinó el diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  considerando un porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso del cemento, de fibra óptica reciclada, según la ACI 211.**

Se calculó los ensayos al agregado grueso obteniéndose el TMN 1", peso específico de 2810 kg/m<sup>3</sup>, porcentaje de absorción: 0.73, el módulo de finura 7.74, peso unitario seco 1430 kg/cm<sup>3</sup>, peso unitario compactado 1605 kg/cm<sup>3</sup>, contenido de humedad 0.41%. El agregado fino; peso específico de 2600 kg/m<sup>3</sup>, porcentaje de absorción: 1.52, el módulo de finura 2.99, peso unitario seco 1658 kg/cm<sup>3</sup>, peso unitario compactado 1803 kg/cm<sup>3</sup>, contenido de humedad 1.79%.

La cantidad de materiales por metro cúbico para nuestro diseño patrón es lo mismo para nuestros diseños experimentales salvo que vamos incluyendo la fibra óptica en cada diseño, para el diseño fibra óptica 5% se agregó 14.19 kg, para el diseño fibra óptica 10% se agregó 28.38 kg, para el diseño fibra óptica 10% se agregó 42.10 kg.

La consistencia de la mezcla de los diseños experimentales, es seca con un Slump de 2", por lo que se requiere utilizar aditivo súper – plastificante según la norma ASTM C - 494, para darle mayor trabajabilidad a la mezcla, en un 2% en peso del cemento, es decir, 5.68 kg de aditivo por m<sup>3</sup> de concreto.

**Se determinó la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.**

Según los resultados y ensayos obtenidos del concreto  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> según el método ACI 211, el uso de fibra óptica reciclada influye en la resistencia a compresión del

concreto. En el diseño de fibra óptica reciclada al 5% del peso del cemento se logra alcanzar el 100% de la resistencia a compresión esperada, alcanzando el valor de 217 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño de fibra óptica reciclada al 10 % del peso del cemento se logra alcanzar el 99% de la resistencia a compresión esperada con un valor de 207 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño de fibra óptica reciclada al 15 % del peso del cemento se logra alcanzar el 95% de la resistencia a compresión esperada con un valor de 199 kg/cm<sup>2</sup>.

Sin embargo, la resistencia a compresión promedio del concreto patrón es de 231kg/cm<sup>2</sup> siendo mayor a los resultados de los diseños experimentales de fibra óptica 5%, 10% y 15% con una variación de un 6%, 10% y 14% respectivamente en comparación al resultado del concreto patrón.

No existe un aumento significativo entre las medidas de las resistencias a la compresión del grupo con el tratamiento respecto al grupo sin el tratamiento, por lo tanto,  $p\text{valor} > 0.05$ , se concluye estadísticamente que con un nivel de significancia del 5%, que el reforzamiento con fibra óptica reciclada no aumenta significativamente la resistencia a la compresión.

**Se determinó la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.**

Según los resultados y ensayos obtenidos del concreto  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> según el método ACI 211, el uso de fibra óptica reciclada influye en la resistencia a flexión. Los especímenes experimentales muestran un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir, fibra óptica reciclada. El módulo de rotura del diseño de fibra óptica 5% obtenido es de 34 kg/cm<sup>2</sup> y 42.50 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 14 días respectivamente, el

módulo de rotura del diseño de fibra óptica 10% obtenido es de 38 kg/cm<sup>2</sup> y 46.50 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 14 días respectivamente, el módulo de rotura del diseño de fibra óptica 15% obtenido es de 42.50 kg/cm<sup>2</sup> y 51.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 14 días respectivamente. Siendo todos mayores a los módulos de rotura al concreto patrón cuyos resultados son de 28 kg/cm<sup>2</sup> y 37.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 14 días respectivamente.

**Estadísticamente, se acepta la Ha**, ya que  $p\text{valor} < 0.05$ , entonces concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que, si existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 5, 10 y 15% de fibra óptica reciclado al concreto experimental.

El porcentaje óptimo según los resultados de la presente investigación, es el de 5% de fibra óptica reciclada ya que logra alcanzar el 100% de la resistencia a compresión esperada a la edad de 28 días y en cuanto a la resistencia a flexión es ya en este porcentaje que el módulo de rotura supera al diseño patrón.

Se puede apreciar en los costos, lo siguiente:

**Tabla 42** Costos - Diseño sin añadido

Materiales		Cantidad	PU	Precio m <sup>3</sup>
Cemento Sol Tipo I	Kg	284.00	0.42	126.84
Agua	lt.	194.00	0.01	1.90
Agregado Fino	Kg	960.00	0.04	38.40
Agregado Grueso N 56	Kg	1009.00	0.05	45.45
				<b>S/. 212.56</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Tabla 43** Costos - Diseño + 5% de fibra óptica

Materiales	Cantidad	PU	Precio m <sup>3</sup>
Cemento Sol Tipo I	Kg 284.00	0.42	126.84
Agua	lt. 194.00	0.01	1.90
Agregado Fino	Kg 960.00	0.04	38.40
Agregado Grueso N 56	Kg 1009.00	0.05	69.08
<b>Fibra óptica</b>	<b>Kg 14.20</b>	<b>1.11</b>	<b>15.76</b>
			<b>S/. 228.32</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 44** Costos - Diseño + 10% de fibra óptica

Materiales	Cantidad	PU	Precio m <sup>3</sup>
Cemento Sol Tipo I	Kg 284.00	0.42	126.84
Agua	lt. 194.00	0.01	1.90
Agregado Fino	Kg 960.00	0.04	38.40
Agregado Grueso N 56	Kg 1009.00	0.05	69.08
<b>Fibra óptica</b>	<b>Kg 28.40</b>	<b>1.11</b>	<b>31.52</b>
			<b>S/. 244.08</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45** Costos - Diseño + 15% de fibra óptica

Materiales	Cantidad	PU	Precio m <sup>3</sup>
Cemento Sol Tipo I	Kg 284.00	0.42	126.84
Agua	lt. 194.00	0.01	1.90
Agregado Fino	Kg 960.00	0.04	38.40
Agregado Grueso N 56	Kg 1009.00	0.05	69.08
<b>Fibra óptica</b>	<b>Kg 42.60</b>	<b>1.11</b>	<b>47.29.</b>
			<b>S/. 259.85</b>

Fuente: Elaboración propia

Luego de ver el costo de los tres casos utilizados y luego de demostrar añadiendo el 15% en peso de cemento de fibra óptima reciclada como refuerzo, se aprecia que sube de manera sustancial respecto al valor del concreto sin añadido, pero le da al concreto la propiedad de tracción con la que no cuenta, por lo que ello disminuiría el acero de refuerzo, según lo requiera en el análisis estructural de cada obra.

## RECOMENDACIONES

Cabe destacar la necesidad cada vez mas de proteger el medio ambiente, por lo que debe se recomienda darle prioridad en las investigaciones orientarse a ese norte, en este caso, uso de la fibra de óptica reciclada, pero también hay otros materiales reciclables que pueden aportar un fin parecido y/o en otra área de la ingeniería civil, como por ejemplo en el estudio de suelos por dar un caso.

En futuras investigaciones se recomienda, hacer una comparación de módulo de rotura con los resultados de compresión diametral para determinar la resistencia a la tracción llegando a los 28 días. Se ha revisado investigaciones donde solo comparan el módulo de rotura del concreto experimental y el concreto patrón. Solo en la norma ACI 318 nos dan un alcance la relación del módulo de rotura con la resistencia a compresión.

Es recomendable, industrializar este tipo de muestras, es decir, la manera más económica de poder transformar el material reciclado en crudo, a uno que pueda usarse según el requerimiento, dado que es la mejor manera para poder ser compatible con el método tradicional, tal como se aprecia en las conclusiones, todo apuntando a la construcción sostenible.

## REFERENCIAS

- Abdulraluman, Ameer, “Efecto de las cenizas volantes y residuos de goma en propiedades del compuesto de hormigón”. Irak,2011.
- Abarza, F. (01 de julio de 2012). Investigación aplicada vs investigación pura (básica). Abarza –Investigación + Desarrollo + Innovación. Recuperado de: <https://abarza.wordpress.com/2012/07/01/investigacion-aplicada-vs-investigacion-pura-basica/>
- Acosta, Luis. (2014). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto con la adición de fibras de polipropileno. Universidad Nueva Esparta, Bolivia.
- Andrea Giovanni Mainini., et al., “Spectral light transmission measure and radiance model validation of an innovative transparent concrete panel for façades”, Energy Procedia, Vol. 30. pages 1184-1194., 2012.
- Bazán, L. y Rojas, R. (2018). Comportamiento mecánico del concreto  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. Tesis (Ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo). Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31624>
- Bernal, C., (2016). Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia.
- Bonilla, A. y Lascano, E. (2017). Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de aluminio reciclado. Tesis (Ingeniera civil e Ingeniero civil, Universidad Politécnica salesiana sede Quito). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14415>

- Cabanillas, E. (2017). Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado. Tesis (Ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1029>
- Carbajal, M. (2018). Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de Lima y Callao. Trabajo monográfico (Ingeniero ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3215/carbajal-silva-marcia-andrea.pdf?sequence=1>
- Carbajal, E. P. (1998-1999). Tópicos de tecnología del concreto. Lima: CIP Consejo nacional.
- Concreto reforzado con fibras. (2011). Sika Informaciones técnicas. Recuperado de [https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras\\_Brochure.pdf](https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf).
- Dávila, I. y Saravia, M. (2017). Refuerzo de hormigón mediante la incorporación de fibras sintéticas provenientes de residuos post-consumo de fibra óptica estudios preliminares” Tesina (Arquitectura Diseño y Urbanismo, Laboratorio de la Construcción – Instituto de la Construcción). Recuperado de: <http://www.fadu.edu.uy/tesinas/tesinas/refuerzo-de-hormigon-mediante-la-incorporacion-de-fibras-sinteticas-provenientes-de-residuos-post-consumo-de-fibra-optica-estudios-preliminares/>

Enfedaque Díaz, A. (2008). Resistencia a impacto de morteros de cemento reforzados con fibra de vidrio (GRC). (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Fernández Iglesias, M. (2013). Refuerzo de matrices cementicias mediante la valorización de fibras sintéticas provenientes de residuos post consumo. (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España

Flores, E. (2018). Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018. Tesis (Ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo). Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29352>.

Godoy Abi-Elías, I. (2015). Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio (Artículo para optar el Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles) Universidad Austral de Chile.

Guerrero, J. (2018). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibras de aluminio reciclado, lima 2018. Tesis (Ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo). Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24595>

Jaramillo, J. y Moncaleano, C. (2016). Uso de diferentes agregados finos y fibras en el concreto fabricado con cuarzo como agregado grueso. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero civil. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/92](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/92)

Lezama Leiva, J. (1996). Tecnología del concreto. Cajamarca.82p.

López, E. R. (2012). Diseño de mezclas. Lima.

- Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. (2018, setiembre 20). Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>.
- Mercado, M. P. (2010). Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto. México: México.
- Ministerio Ambiente, (2014). Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013. Recuperado de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>.
- Ministerio Ambiente (2019). D.S. 009-2019-MINAM. Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
- Montes, S. (2019, enero 10) Recuperado de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/seis-paises-alrededor-del-mundo-reciclan-mas-de-50-de-su-basura-durante-el-ano-2813051>.
- Morales Olivares, J. (2005). Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. Universidad de Piura, Piura.
- Muñoz Cebrián, F. (2011). Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de polipropileno multifilamento: Influencia del porcentaje de fibra adicionado. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Notario, P. Empalme de fibra ópticas por fusión según normativa ICTs. Telecom Unitronics. Recuperado de <https://www.conectronica.com/fibra-optica/ftth-fftx-fibra-optica/empalmes-de-fibra-optica-segun-la-nueva-normativa-de-icts>.

Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado. (2018, mayo 2).

Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action#:~:text=La%20OMS%20estima%20que%20cerca,%2C%20cardiopat%C3%A1das%2C%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n%2C>

Pacheco, L., More, J., Argandoña, D. (2017). Infraestructura de fibra óptica en el Perú. Osiptel, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/382/Infra-fibra-optica-peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez, A. (2019). Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado. Tesis (Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca) Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2993>

Petit V., Marvin (2012). El concreto como material constructivo del instituto universitario politécnico Santiago Mariño de Caracas. Venezuela.

Ramón, G., (2000) Diseños experimentales. Apuntes del curso Investigativo VI. Universidad de Antioquía. Colombia.

Reciclaje de cables de fibra óptica. (2012). L-FIRE-Resultado resumido. Recuperado de [https://cordis.europa.eu/result/rcn/89452\\_es.html](https://cordis.europa.eu/result/rcn/89452_es.html)

Rivva López, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. (A. Gómez, K. Ramos, & R. Herrera, Edits.) Lima: ACI PERU.



- Rueda Pillajo, E. Z. (2015). Análisis comparativo del hormigón simple sin y con fibra de vidrio reciclada. (Tesis de licenciatura). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí.
- Salgado, R. (2016). Propiedades mecánicas de morteros elaborados con arena de concreto reciclado, arena de sílice y fibra de vidrio. (Tesis de maestría). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Santo Cortés, L. (2006). Contribución de fibras de PP provenientes de plásticos reciclados en el agrietamiento y resistencia del concreto en pavimentos portuarios de Veracruz. (Tesis inédita de maestría). Universidad Veracruzana, Veracruz.
- Sgobba, Sara & Giuseppe, Carlo, “El uso de goma de partículas de neumáticos reciclados como agregados de hormigón para aplicaciones de ingeniería”. Italia, 2010.
- Wolsiefer, J. & Morgan, D. R.: Silica fume in shotcrete. Concrete International, vol. 15, n° 4, 1993, Pags. 34-38.
- Vara, A., (2012). Desde la idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales. Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. Recuperado de <http://ww38.aristidesvara.net/> 451pp.
- Vandewalle, M.: Tunelling the world. 2'\* edición. N.V. Bekaert S.A. 1992. Zwevegem, Belgium.

## ANEXOS

### **Anexo 1: Matriz de consistencia**

Título: COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO CON FIBRA OPTICA RECICLADA COMO REFUERZO AL 5%, 10% Y 15%. DEL PESO DEL CEMENTO. LIMA, 2019.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	DISEÑO DE LA INVESTIGACION
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Dimensión 1: Cable de fibra óptica. Dimensión 2: Núcleo de la fibra. Dimensión 3: Fuerzas mecánicas externas. Dimensión 4: Capacidad de equilibrio	La presente investigación es de diseño experimental debido a que en ella se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente fibra óptica reciclada, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente resistencia a la compresión en las probetas a ensayar.
¿En qué medida varía el comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como refuerzo al 5%, 10% y 15% del peso del cemento?	Determinar el comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como refuerzo al 5%, 10% y 15% del peso del cemento.	El uso de la fibra óptica reciclada como refuerzo influye de manera positiva en comportamiento mecánico del concreto experimental.  Ho: El uso de la fibra óptica reciclada como refuerzo no influye de manera positiva en comportamiento mecánico del concreto experimental.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Es el desempeño del concreto al ser sometido a fuerzas mecánicas externas que tienden a alterar su capacidad de equilibrio.	
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECIFICAS</b>			
¿Cómo determinar el diseño de mezcla para un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ considerando un porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso de cemento de fibra óptica reciclada, según la ACI 211?	Determinar el diseño de mezcla para un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ considerando un porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso cemento, de fibra óptica reciclada, según la ACI 211.	El uso de la fibra óptica reciclada en porcentaje de 5%, 10% y 15% del peso de cemento, cumple con el diseño de mezcla para un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ según la ACI 211.			
¿Cómo influye el uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental?	Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto experimental.	La fibra óptica reciclada como refuerzo, da eficiencia en la resistencia a la compresión del concreto experimental.			
¿Cómo influye el uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental?	Determinar la influencia del uso de fibra óptica reciclada en la resistencia a la flexión del concreto experimental.	La fibra óptica reciclada como refuerzo, da eficiencia en la resistencia a la flexión del concreto experimental.			

## **Anexo 2.**

### **Instrumentos: ficha de registros**

**INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO**

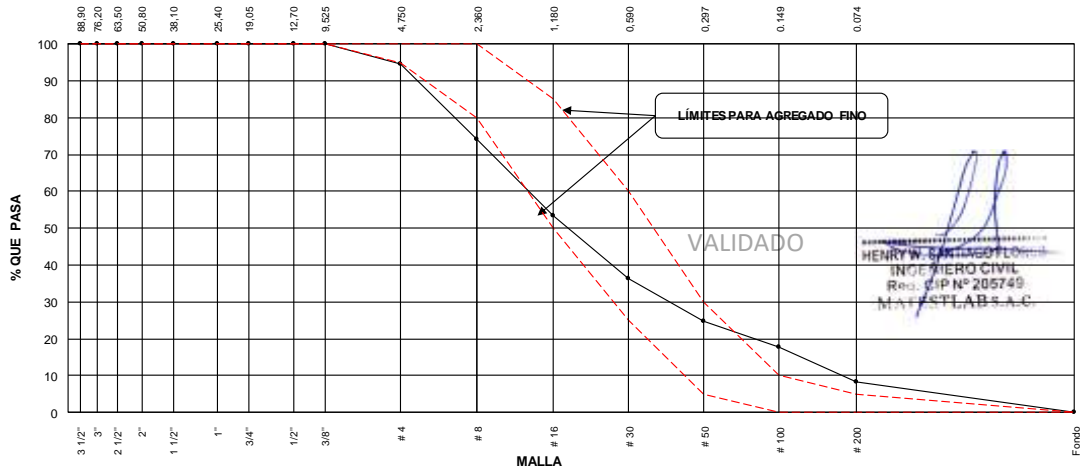
Proyecto : Estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra optica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> en Lima 2019 Registro N°:  
Solicitante : Sadith Berta Chavez Rivera Muestreado por :  
Código del Proyecto : --- Ensayado por :  
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C Fecha de Ensayo:  
Material : Agregado fino (Arena gruesa) Turno:

Código de Muestra : M1  
Lote : ---  
N° de Muestra : ---  
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	32.4	5.35	5.35	94.65	100.00
# 8	2.36 mm	124.0	20.49	25.84	74.16	100.00
# 16	1.18 mm	124.7	20.60	46.44	53.56	85.00
# 30	0.59 mm	104.7	17.30	63.74	36.26	25.00
# 50	0.30 mm	69.4	11.47	75.20	24.80	5.00
# 100	0.15 mm	43.1	7.12	82.32	17.68	0.00
# 200	0.07 mm	57.0	9.42	91.74	8.26	0.00
Fondo	0.01 mm	50.0	8.26	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	
Contenido de humedad (%)	
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	
Absorción (%)	
Tamaño Máximo	
Tamaño Máximo Nominal	
Módulo de Fineza	
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



**MATESTLAB SAC**

REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

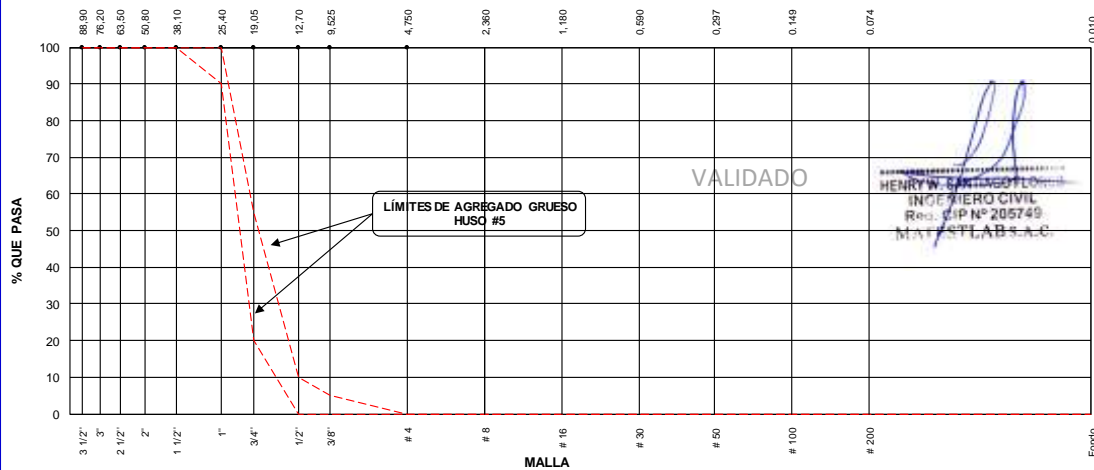
**INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO**

Proyecto : Estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> en Lima 2019 Registro N°:  
 Solicitante : Sadith Berta Chavez Rivera Muestreado por :  
 Código del Proyecto : --- Ensayado por :  
 Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C Fecha de Ensayo:  
 Material : Agregado ... Turno:  
 Código de Muestra : M2  
 Lote : ---  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 5						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	100.00	20.00	55.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	10.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	5.00
# 4	4.75 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	85.0	100.00	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	
Contenido de humedad (%)	
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	
Humedad(%)	
Tamaño Máximo	
Tamaño Máximo Nominal	
Módulo de Fineza	
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



MATESTLAB SAC

REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO : ESTUDIO Y DESARROLLO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON FIBRA ÓPTICA RECICLADA COMO FIBRA DE REFUERZO AL 5%, 10% Y 15% PARA LLEGAR A LA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LIMA CENTRO 2019. REGISTRO N°:

SOLICITANTE : SADITH BERTA CHAVEZ RIVERA REALIZADO POR :

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC REVISADO POR :

FECHA DE EMISIÓN : 0 FECHA DE VACIADO : TURNO :

Agregado F'c de diseño:  
Procedencia Asentamiento:  
Cemento Código de mezcla:

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 70

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento =

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m<sup>3</sup> =

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 0 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 0.0%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>	
Agua	0 kg/m <sup>3</sup>	
Aire	0 kg/m <sup>3</sup>	

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM

Volumen de pasta  
Volumen de agregados

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso

Agregado fino

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m<sup>3</sup>

Agua

Agregado grueso

Agregado fino

Slump Obtenido

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso

Agregado fino

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

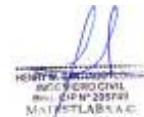
CEM A.F. A.G. AGUA

OBSERVACIONES:

\* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

\* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

VALIDADO



MATESTLAB SAC

TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COO - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:		A:

**INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTROS**

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS  
CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

PROYECTO : Comportamiento mecánico del concreto con fibra optica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm2  
SOLICITANTE : Sadith Berta Chavez Rivera  
CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC  
FECHA DE EMISIÓN : \_\_\_\_\_


REGISTRO N°: \_\_\_\_\_  
REALIZADO POR : \_\_\_\_\_  
REVISADO POR : \_\_\_\_\_  
FECHA DE ENSAYO : \_\_\_\_\_  
TURNO : \_\_\_\_\_

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
F'c de diseño : 210 kg/cm2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>							

VALIDADO

  
HENRY W. SARMIENTO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. S. I. P. N° 205749  
MATESTLAB S.A.C.

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

**EQUIPO UTILIZADO**

EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2019	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2019	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2019	CDR-A18-342
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2019	CDR-A18-343

**MATESTLAB SAC**

TECNICO LBM	D:	JEFE LBM	D:	COC -LBM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:		A:



**INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO**

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO**

PROYECTO	: Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclado como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> . Lima 2019	REGISTRO N°:	:
SOLICITANTE	: Sadith Berta Chavez Rivera	REALIZADO POR :	:
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	:
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE ENSAYO :	:
		TURNO :	:

Tipo de muestra	:
Presentación	:
F'c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA	UBICACIÓN DE FALLA
Concreto Patrón							
Concreto Patrón							
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA							
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA							
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA							
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA							
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA							
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA							

VALIDADO



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

**EQUIPO UTILIZADO**

EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN

**MATESTLAB SAC**

TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:	OOC - LEM		D:
Nombre y firma:	M:		Nombre y firma:	M:		Nombre y firma:	M:	
	A:			A:			A:	

### **Anexo 3.**

## **Certificado de ensayos**

Proyecto : Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Solicitante : Sadith Berta Chavez Rivera

Código del Proyecto : —

Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C

Material : Agregado fino (Arena gruesa)

Registro N°: 2019 - TS7

Muestreado por : J. Escobedo

Ensayado por : J. Escobedo

Fecha de Ensayo: 29/10/2019

Turno: Diurno

Código de Muestra : M1

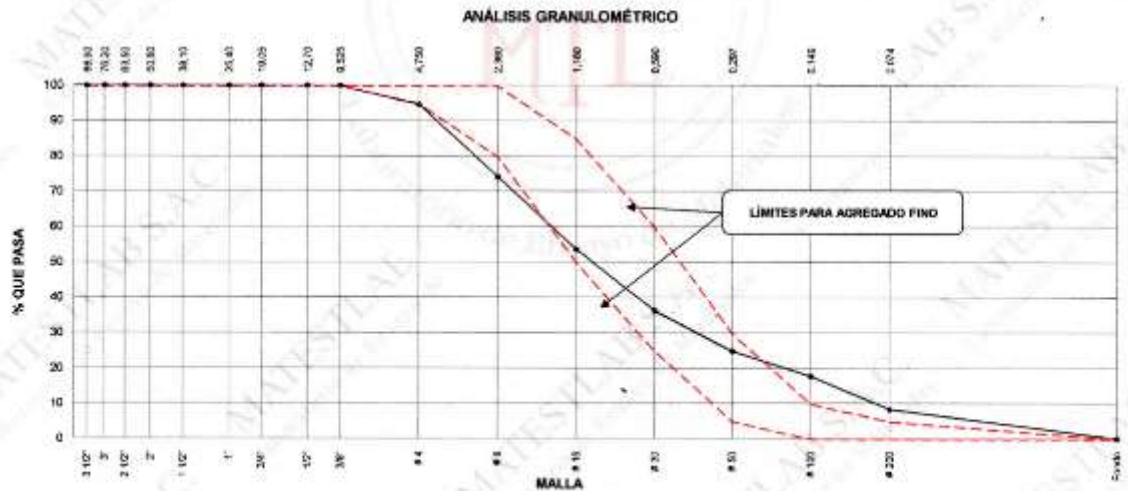
Lote : —

N° de Muestra : —

Progresiva : —

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM LIM SUP*	ASTM LIM INF*
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	89,00 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	32,4	5,35	5,35	94,65	95,00
# 8	2,36 mm	124,0	20,49	25,84	74,16	80,00
# 16	1,18 mm	124,7	20,60	46,44	53,56	85,00
# 30	0,59 mm	104,7	17,30	63,74	36,26	90,00
# 50	0,30 mm	89,4	11,47	75,20	24,80	95,00
# 100	0,15 mm	49,1	7,12	82,32	17,68	100,00
# 200	0,07 mm	57,0	9,42	91,74	8,26	100,00
Fondo	0,01 mm	50,0	8,26	100,00	0,00	100,00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2,600
P. Especif. de Masa SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2,650
Contenido de humedad (%)	1,79
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1803
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1658
Absorción (%)	1,5
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	2,89
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	4,00



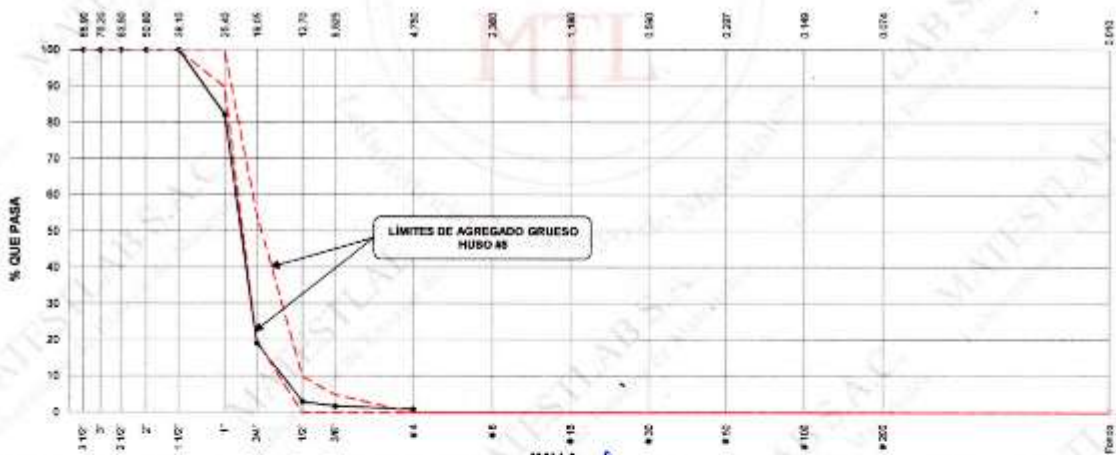
MATESTLAB S.A.C		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 70604738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

Proyecto	Comportamiento mecánico del concreto con fibra optica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> .	Registro N°:	2019 - T57
Solicitante	: Sadith Beria Chavez Rivera	Muestreado por :	J. Escobedo
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Escobedo
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	Fecha de Ensayo:	30/10/2019
Material	: Agregado grueso	Turno:	Durno
Código de Muestra	: M2		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Peso Acum.	ASTM LIM SUP	ASTM LIM INF
4"	121.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	1893.7	17.85	82.15	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	6695.7	63.02	50.87	19.13	20.00
1/2"	12.70 mm	1727.9	16.29	37.15	2.84	0.00
3/8"	9.53 mm	131.2	1.24	36.40	1.80	0.00
# 4	4.75 mm	85.0	0.80	36.20	0.80	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	36.20	0.80	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	36.20	0.80	0.00
# 30	0.60 mm	0.00	0.00	36.20	0.80	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	36.20	0.80	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	36.20	0.80	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	36.20	0.80	0.00
Finco	0.01 mm	85.0	0.80	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.810
P. Especif. de Masa OSC (g/cm <sup>3</sup> )	2.823
Contenido de Humedad (%)	0.41
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1605
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1430
Humedad(%)	0.73
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1 "
Módulo de Flexión	7.74
% = Malla N° 200 (0.75 µm)	0.62

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIPN° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC. 20614738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra optica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> en Lima Centro 2019	REGISTRO N°:	2019 - TB - 003
SOLICITANTE	: Sadhi Borta Chavez Rivera	REALIZADO POR	: R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	: J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	: 01/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 20/11/2019	TURNO:	: Diurno

---

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGADOS DE MAESTRO	Asesoramiento:	: 3" - 4"
Cemento	: Cemento Quisqueya UHQ estructural tipo 1	Código de mezcla:	: PATRON

---

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b> $F'_{cr} = 294$	<b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b> Cemento = 204 kg
<b>2. RELACION AGUA CEMENTO</b> $R_{a/c} = 0.68$	<b>6. FACTOR CEMENTO</b> Bolso x m <sup>3</sup> = 6.7 Bolsos
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> Agua = 193 L	<b>7. CÁLCULO DE ADITIVO</b> $0.02 \text{ kg x m}^3 = 0.02\% / \text{Cm}$
<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> Aire = 1.5%	

---

**8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**


INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Quisqueya tipo estruct.	3120 kg/m <sup>3</sup>	0.0510 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>				
Aire	-	0.0150 m <sup>3</sup>				
Agregado grueso	2810 kg/m <sup>3</sup>	-	0.41%	0.73%	7.74	1430
Agregado fino	2000 kg/m <sup>3</sup>	-	1.79%	1.52%	2.99	1050
Volumen de pasta		0.2960 m <sup>3</sup>				
Volumen de agregados		0.7010 m <sup>3</sup>				

---

<b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b> Agregado grueso 51.0% = 0.3575 m <sup>3</sup> = 1000 kg Agregado fino 48.0% = 0.3435 m <sup>3</sup> = 681 kg	<b>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b> 0.02 m <sup>3</sup> Cemento Quisqueya tipo estructural 19.87 kg Agua 13.57 L Agregado grueso 76.61 kg Agregado fino 63.64 kg Slump Objetivo 3"
<b>10. PESO NÓMICO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b> Agregado grueso 1000 kg Agregado fino 600 kg	
<b>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b> Agua 194 L	<b>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b> CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA 1 : 2.8 : 3.75 : 8 : 28.0 L / bolso

**OBSERVACIONES:**

- Muestras grabadas e identificadas por el solicitante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC



**MATESTLAB S.A.C.**  
Laboratorio de Ensayo de Materiales

MATESTLAB S.A.C.

LUIS P. RODRIGUEZ ZAPATA

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP N° 119935

MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.

RUC: 20604738572

NICOLLE CUMPA BARRETO

GERENTE GENERAL

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	Estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> en Lima Centro 2019	REGISTRO N°	2019 - TS - 004
SOLICITANTE	Bethú Bertha Chávez Rivera	REALIZADO POR	R. Láva
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	01/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	29/11/2019	TURNO	Diurno

---

Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Precedencia	AGREGADOS DE MAESTRO	Asealamiento	2" - 4"
Cemento	Cemento Quisqueya tipo estructural tipo 1	Código de mezcla	5% FIBRA OPTICA

---

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b> $F'_{cd} = 204$	<b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b> Cemento = 284 kg
<b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b> $R_{a/c} = 0.59$	<b>6. FACTOR CEMENTO</b> Bolsas a m <sup>3</sup> = 6.7 Bolsas
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> Agua = 103 L	<b>7. CÁLCULO DE FIBRA OPTICA</b> $14.19 \text{ kg a m}^3 = 5.0\% / \text{Cm}$
<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> $A_{ap} = 1.5\%$	

---

**8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

SUBSTRATO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Quisqueya uso estructural	3120 kg/m <sup>3</sup>	0.0910 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1030 m <sup>3</sup>				
Aire	--	0.0150 m <sup>3</sup>				
Fibra optica	--	--				
Agregado grueso	2810 kg/m <sup>3</sup>	--	18.00%	0.41%	7.74	1430
Agregado fino	2600 kg/m <sup>3</sup>	--	1.79%	1.52%	2.99	1658
Volumen de pasta		0.2990 m <sup>3</sup>				
Volumen de agregados		0.7010 m <sup>3</sup>				

---

<b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b> Agregado grueso 51.0% = 0.3575 m <sup>3</sup> = 1005 kg Agregado fino 49.0% = 0.3435 m <sup>3</sup> = 893 kg	<b>13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b> 0.07 m <sup>3</sup> Cemento Quisqueya uso estructural 19.87 kg Agua 13.57 L Fibra optica 992.4 g Agregado grueso 70.61 kg Agregado fino 63.64 kg Slump Oblicuado 2"
<b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b> Agregado grueso 1099 kg Agregado fino 909 kg	
<b>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b> Agua 194 L	<b>14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b> CEM A.F. A.G. F.D. AGUA 1 : 2.9 : 3.73 : .05 : 29.0 L / bolsa

---




**12. PESO DE FIBRA OPTICA DE ACUERDO A PESO DE CEMENTO**  
 Fibra optica 14.19 kg

---

**OBSERVACIONES:**

- Muestras probadas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC.

---

	 <b>LUIS F. RODRIGUEZ ZAPATA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 119935 MATESTLAB S.A.C.	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20804738572 <b>NICOLEE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL
---	---	---

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	Estudio y desarrollo del comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> en Lima Centro 2019	REGISTRO N°	2019 - TS - 008
SOLICITANTE	Sadhil Doria Chavez Rivera	REALIZADO POR	R. Lohr
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE VACIADO	04/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	03/12/2019	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	AGREGADOS DE MAESTRO	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento Quisqueya uso estructural tipo I	Código de mezcla	10% FIBRA OPTICA

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b> $F'_{cr} = 294$	<b>9. CÁLCULO DE LA CAVIDAD DE CEMENTO</b> Cemento = 284 kg
<b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b> $R_{ac} = 0.88$	<b>6. FACTOR CEMENTO</b> $Bolus \times m3 = 6.7 \text{ Bolus}$
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> $Agua = 192 \text{ L}$	<b>7. CÁLCULO DE FIBRA OPTICA</b> $28.38 \text{ kg} \times m3 = 10.01\% / Cte$
<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> $A_{at} = 1.5\%$	

<b>8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS</b>		
INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Quisqueya uso estructural	3120 kg/m <sup>3</sup>	0.0910 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1920 m <sup>3</sup>
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>
Fibra óptica	---	---
Agregado grueso	2810 kg/m <sup>3</sup>	---
Agregado fino	2000 kg/m <sup>3</sup>	---
Volumen de pasta		0.2900 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados		0.7010 m <sup>3</sup>

INGREDIENTE	SECCIONES	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FREZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	51.0% = 0.3575 m <sup>3</sup> = 1005 kg	0.41%	0.73%	7.74	1430
Agregado fino	49.0% = 0.3425 m <sup>3</sup> = 893 kg	1.79%	1.52%	2.99	1858


<b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b> Agregado grueso 51.0% = 0.3575 m <sup>3</sup> = 1005 kg Agregado fino 49.0% = 0.3425 m <sup>3</sup> = 893 kg	<b>13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.07 m<sup>3</sup></b> Cemento Quisqueya uso estructural 19.87 kg Agua 13.57 L Fibra óptica 1905.9 g Agregado grueso 70.61 kg Agregado fino 63.04 kg Slump Objetivo 2"
<b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b> Agregado grueso 1009 kg Agregado fino 909 kg	<b>14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b> CEM A.F. A.G. F.O. AGUA 1 : 2.9 : 3.73 : 1 : 28.0 L / bolus

<b>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b> Agua 194 L	<b>12. PESO DE FIBRA ÓPTICA DE ACUERDO A PESO DE CEMENTO</b> Fibra óptica 28.38 kg
--	---

**OBSERVACIONES:**

- Muestras previas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C

	MATESTLAB S.A.C. <b>LUIS E. RODRIGUEZ ZAPATA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 119935 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 <b>NICOLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL
---	--	--

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS  
CILÍNDRICAS DE HOMBÓN

PROYECTO	Comparación mecánica del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°:	2019 - 157
SOLICITANTE	Sadith Beria Chavez Rivera	REALIZADO POR :	C. Amerigo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	11/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	04/12/2019	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	8/11/2019	7	10.05	20	13264	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	8/11/2019	7	10.13	20	13268	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	8/11/2019	7	10.11	20	13647	3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	8/11/2019	7	10.2	20	12911	3
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	8/11/2019	7	10.16	20	12988	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	8/11/2019	7	10.19	20	12732	2
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	11/11/2019	7	10.15	20	11571	2
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	11/11/2019	7	10.2	20	11440	2
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	11/11/2019	7	10.18	20	11314	4
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	11/11/2019	7	10.2	20	10754	5
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	11/11/2019	7	10.12	20	10547	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	11/11/2019	7	10.26	20	11026	5

OBSERVACIONES

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2019	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2019	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-100	24/01/2019	CDR-A18-342
Horno digital Thermocap 199L, 0° a 300°C	ING-086	24/01/2019	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	DI	JEFE LEM	DI
Muestra y Firma	M	Muestra y Firma	M
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales	A	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. OIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A
		Muestra y Firma	M
		 NICOLLE CUMPA BA GERENTE GEN	A



MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS  
CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> .	REGISTRO N°:	2019 - T57
SOLICITANTE	: Sachil Berta Chavez Rivera	REALIZADO POR	: C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR	: J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	: 11/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 04/12/2019	TURNO	: Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"
F <sub>c</sub> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	08/11/2019	7 días	1,99	167 kg/cm <sup>2</sup>	79,6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	08/11/2019	7 días	1,97	165 kg/cm <sup>2</sup>	78,6
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	08/11/2019	7 días	1,96	170 kg/cm <sup>2</sup>	81,0
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	08/11/2019	7 días	1,96	158 kg/cm <sup>2</sup>	75,2
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	08/11/2019	7 días	1,97	160 kg/cm <sup>2</sup>	76,3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	08/11/2019	7 días	1,96	156 kg/cm <sup>2</sup>	74,3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	11/11/2019	7 días	1,97	143 kg/cm <sup>2</sup>	68,1
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	11/11/2019	7 días	1,96	140 kg/cm <sup>2</sup>	66,7
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	11/11/2019	7 días	1,96	139 kg/cm <sup>2</sup>	66,2
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	11/11/2019	7 días	1,96	131 kg/cm <sup>2</sup>	62,4
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	11/11/2019	7 días	1,96	132 kg/cm <sup>2</sup>	63,0
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	11/11/2019	7 días	1,96	133 kg/cm <sup>2</sup>	63,5

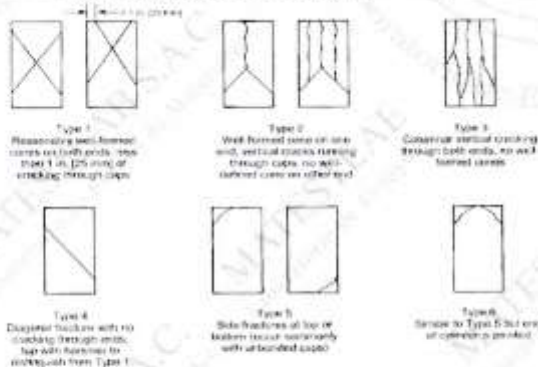


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Cuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11:

L/D	1.75	1.80	1.85	1.90
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Exente: ASTM C39

L/D	Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>b</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm)	Laboratory conditions: 2.4 % Field conditions: 2.9 %	8.8 % 9.0 %	7.8 % 9.3 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm)	Laboratory conditions: 3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

					
Nombre y Firma	D	Nombre y Firma	M	Nombre y Firma	D
	A		A		A

HENRY W. SANTIAGO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 20574  
MATESTLAB

NICOLLE GUMPA BARRETO  
GERENTE GENERAL

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS  
CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°	2019 - TST
SOLICITANTE	Suzeth Beria Chavez Rivera	REALIZADO POR	C. Amerigo J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	08/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	04/12/2019	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	15/11/2019	14	10.2	20	16574	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	15/11/2019	14	10.12	20	16135	2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	15/11/2019	14	10.20	20	16602	3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	15/11/2019	14	10.2	20	15950	3
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	15/11/2019	14	10.16	20	15444	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	15/11/2019	14	10.19	20	16074	2
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	18/11/2019	14	10.15	20	14734	4
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	18/11/2019	14	10.3	20	14733	4
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	18/11/2019	14	10.16	20	14834	4
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	18/11/2019	14	10.2	20	13995	5
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	18/11/2019	14	10.17	20	13950	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	18/11/2019	14	10.20	20	14783	5

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la selección altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzos.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2019	CDR-A18-326
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2019	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-630	24/01/2019	CDR-A18-342
Horno digital Termocup 198L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2019	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
 <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y Firma</p>	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y Firma</p> <p><b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. QIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>COG - IIR</p> <p>Nombre y Firma</p> <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572</p> <p><b>NICOLLE CUMPA BA</b> GERENTE GEN</p>

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS  
CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°	2019 - T57
SOLICITANTE	: Sadhii Berta Chavez Rivera	REALIZADO POR	: C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	: 18/11/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 04/12/2019	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	15/11/2019	14 días	1,98	203 kg/cm <sup>2</sup>	96,6
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	15/11/2019	14 días	1,98	201 kg/cm <sup>2</sup>	95,5
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	15/11/2019	14 días	1,95	205 kg/cm <sup>2</sup>	97,5
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	15/11/2019	14 días	1,96	195 kg/cm <sup>2</sup>	93,0
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	15/11/2019	14 días	1,97	191 kg/cm <sup>2</sup>	90,7
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	01/11/2019	15/11/2019	14 días	1,96	192 kg/cm <sup>2</sup>	91,5
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	18/11/2019	14 días	1,97	182 kg/cm <sup>2</sup>	86,7
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	18/11/2019	14 días	1,96	180 kg/cm <sup>2</sup>	85,9
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	18/11/2019	14 días	1,96	180 kg/cm <sup>2</sup>	85,6
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	18/11/2019	14 días	1,96	171 kg/cm <sup>2</sup>	81,4
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	18/11/2019	14 días	1,98	172 kg/cm <sup>2</sup>	82,0
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA ÓPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	04/11/2019	18/11/2019	14 días	1,95	171 kg/cm <sup>2</sup>	81,6

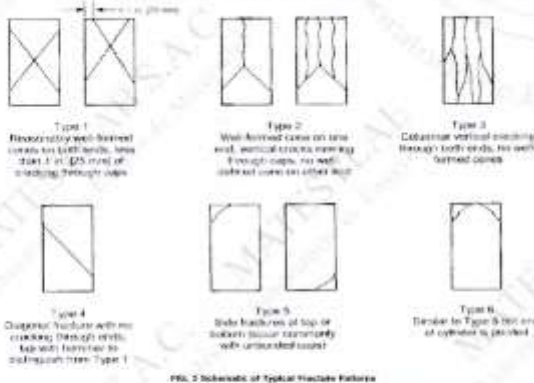


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. **Note 1)**

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.96	0.98	0.99	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 to 12 % (100 to 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
	2.9 %	9.5 %
4 to 8 % (100 to 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo

MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C.	
Nombre y firma	D	Nombre y firma	D	Nombre y firma	D
	SE		SE		SE
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	A	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A	NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	A

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS  
CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°	2019 - T57
SOLICITANTE	Sethi Iberta Chavez Rivera	REALIZADO POR :	C. Américo J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR :	—
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	27/2/2019
FECHA DE EMISIÓN	04/12/2019	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTIMA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	29/11/2019	28	10.2	20	18457	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	29/11/2019	28	10.17	20	18506	2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	29/11/2019	28	10.25	20	18177	3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	29/11/2019	28	10.2	20	17508	3
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	29/11/2019	28	10.16	20	17593	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	1/11/2019	29/11/2019	28	10.18	20	17990	2
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	31/2/2019	28	10.15	20	16745	5
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	31/2/2019	28	10.2	20	16843	4
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	31/2/2019	28	10.16	20	16679	4
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	31/2/2019	28	10.2	20	16358	3
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	31/2/2019	28	10.12	20	15875	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	4/11/2019	31/2/2019	28	10.26	20	15489	5

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la conexión de refuerzo

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 9000g x 0.1g	ING-132	23/01/2019	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-130	23/01/2019	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-180	24/01/2019	CDR-A18-342
Horno digital Thermocup 190L, 0° a 300°C	ING-090	24/01/2019	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	COE-LEM
Nombre y Firma	M	Nombre y Firma	M
	A		A
		<b>HENRY W. SANTIAGO FLORLES</b> INGENIERO CIVIL Reg. QIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20804738572
			 <b>NICOLLE CUMPA BA</b> GERENTE GEN

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS  
CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: Comportamiento mecánico del concreto con fibra optica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm2.	REGISTRO N°: 2019 - TS - 009
SOLICITANTE	: Sadhit Berta Chavez Rivera	REALIZADO POR : C. Amarango
CÓDIGO DE PROYECTO	: —	REVISADO POR : J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO : 02/12/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 04/12/2019	TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"	
Fc de diseño	: 210 kg/cm2	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	01/11/2019	29/11/2019	28 días	1,96	226 kg/cm2	107,6
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	01/11/2019	29/11/2019	28 días	1,96	230 kg/cm2	109,5
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	01/11/2019	29/11/2019	28 días	1,95	238 kg/cm2	113,3
PROBETA N° 07 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm2	01/11/2019	29/11/2019	28 días	1,96	215 kg/cm2	102,4
PROBETA N° 08 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm2	01/11/2019	29/11/2019	28 días	1,97	217 kg/cm2	103,3
PROBETA N° 09 DISEÑO FIBRA OPTICA 5% Fc = 210 kg/cm2	01/11/2019	29/11/2019	28 días	1,96	219 kg/cm2	104,3
PROBETA N° 07 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm2	04/11/2019	02/12/2019	28 días	1,97	207 kg/cm2	98,5
PROBETA N° 08 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm2	04/11/2019	02/12/2019	28 días	1,96	206 kg/cm2	98,2
PROBETA N° 09 DISEÑO FIBRA OPTICA 10% Fc = 210 kg/cm2	04/11/2019	02/12/2019	28 días	1,96	209 kg/cm2	99,3
PROBETA N° 07 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm2	04/11/2019	02/12/2019	28 días	1,96	200 kg/cm2	95,3
PROBETA N° 08 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm2	04/11/2019	02/12/2019	28 días	1,96	199 kg/cm2	94,6
PROBETA N° 09 DISEÑO FIBRA OPTICA 15% Fc = 210 kg/cm2	04/11/2019	02/12/2019	28 días	1,95	199 kg/cm2	94,9

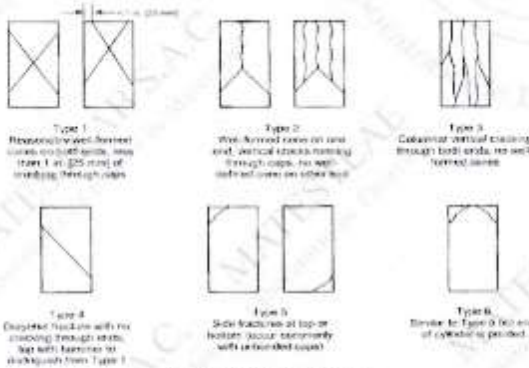


FIG. 2 Summary of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 1)

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.95	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>1</sup>	Acceptable Range <sup>2</sup> of Individual Cylinder Strengths of cylinders	
	2 cylinders	3 cylinders
8 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions Field conditions	2.4 % 2.0 %	7.0 % 6.5 %
	4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

TECNOLOGEM		MATESTLAB SAC		CDC - IEM	
Nombre y tipo de muestra	D	Nombre y tipo de muestra	D	Nombre y tipo de muestra	D
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	M	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749	M	MATESTLAB S.A.C. RUC / 20604738572	M
	A		A		A

METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACION DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

PROYECTO	Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°	2020 - 157
SOLICITANTE	Sociedad Binla Chavez Rivera	REALIZADO POR	D. Jimenez
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S A C	FECHA DE ENSAYO	28/12/2019
		TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Disco Patón		
Presentación	Pruebas de concreto endurecido		
F/c de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C78

IDENTIFICACION	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA	UBICACIÓN DE FALLA
Concreto Patón	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	2259	TERCIO CENTRAL
Concreto Patón	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	2088	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	2525	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	2678	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	2884	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	2931	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	3213	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7	15.1	15.1	3280	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2019	CDR A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2019	CDR A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2019	CDR A18-342
Horno digital Thermocup 196L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2019	CDR A18-340

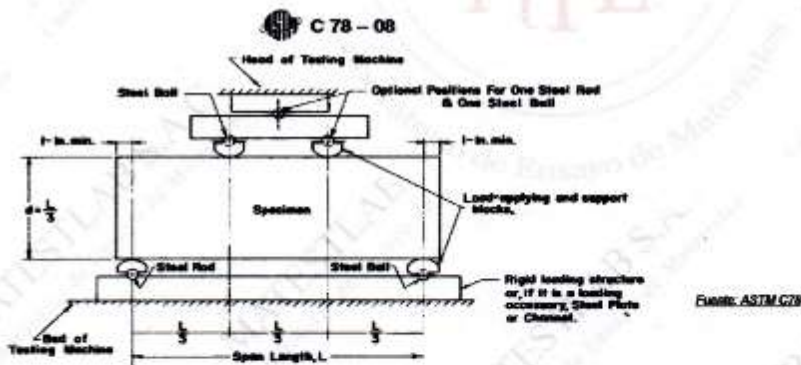
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604748572	
HENRY W. SANTIAGO PLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205743 MATESTLAB S.A.C.		NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

PROYECTO	: Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°:	2020 - T87
SOLICITANTE	: Sadith Beria Chavez Rivera	REALIZADO POR :	D. Jimenez
CÓDIGO DE PROYECTO	: --	REVISADO POR :	J. Escobedo
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE ENSAYO :	28/12/2019
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Diseño Patrón		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
Fc de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACION DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
Concreto Patrón	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	27 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	47.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	48.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	49.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	48.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	28/12/2019	7 días	TERCIO CENTRAL	49.0	43 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC	
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D	DOC - LEM	D
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	A:	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. OIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A:	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572	A:
				NICOLLE CUMPA BA GERENTE GEN.	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

PROYECTO	Caracterización mecánica del concreto con fibra optica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°	2020 - 757
SOLICITANTE	Sudh Santa Chavez Rivera	REALIZADO POR	D. Jhonneth
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	J. Escobedo
UBICACION DE PROYECTO	Desarrollada en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE ENSAYO	401020
		TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Detalle Pared		
Presentación	Placas de concreto endurecido		
Eje de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAJO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C78

IDENTIFICACION	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTIMA	ANCHO	FUERZA MAXIMA	UBICACION DE FALLA
Concreto Pared	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	267	TERCIO CENTRAL
Concreto Pared	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	274	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	3213	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	3291	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	3319	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	3586	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	3628	TERCIO CENTRAL
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	401/020	14	15.1	15.1	3879	TERCIO CENTRAL

CONSIDERACIONES

- 1. Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- 2. Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en el formulario de ensayo.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACION	N. CERT. CALIBRACION
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	2301/0219	CDR-A18-320
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	2301/0219	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	2401/0219	CDR-A18-342
Horno digital Thermocup 196L 0" a 300°C	ING-068	2401/0219	CDR-A18-343

 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20504788572	
<b>HENRY M. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL R.P.N. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		<b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL	

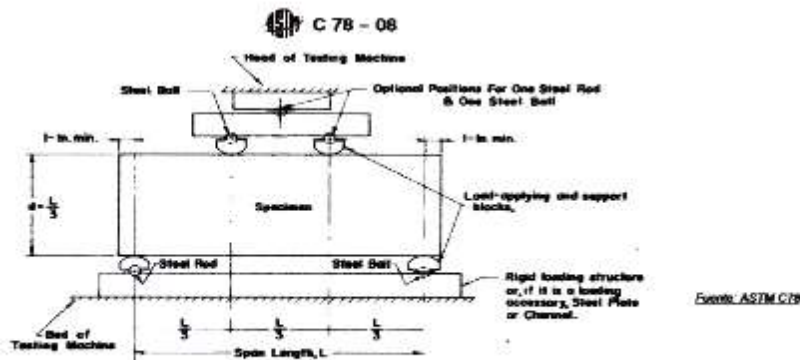


MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

PROYECTO	Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como fibra de refuerzo al 5%, 10% y 15% para llegar a la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup>	REGISTRO N°	2020 - TS7
SOLICITANTE	Sarah Berta Chavez Rivera	REALIZADO POR :	D. Jimenez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	J. Escobedo
UBICACIÓN DEL PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE ENSAYO :	4/01/2020
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Diseño Patrón		
Presentación	Prismas de concreto endurecido		
P/c de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
Concreto Patrón	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 5% FIBRA OPTICA	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	47.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	48.0	46 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 10% FIBRA OPTICA	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	49.0	47 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	48.0	50 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 210 15% FIBRA OPTICA	21/12/2019	4/01/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	49.0	52 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	ID	JEFE LEM	COC - LEM
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	M	<p>Nombre y firma:</p>  <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. OIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C</p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20804738572 NICOLLE CUMPA BA GERENTE GEN</p>
A		A	

## **Anexo 4.**

### **Panel fotográfico**



*Tamizado de agregado grueso*



*Tamizado de agregado fino*



*Pesaje del agregado*



*Saturación del agregado grueso*



*Colocación de agregado delgado a horno*



*Compactando arena en cono*



*Separando fibra óptica de sus otros componentes*



*Separando F.O de otros componentes*



*Materiales a usar*



*. Materiales a usar*



*Iniciando la preparación de mezcla*



*Adicionando los agregados*



*Agregando la fibra óptica*



*Temperatura del concreto.*



*Slump del concreto*



*Tomando muestras*



*Vigas a 12 horas de vaciado*



*Curado de probetas*



*Curado de vigas*



*Probeta de F.O al 10%*



*Iniciando la ruptura de probetas*



*Ruptura de probetas*



*Ruptura de probetas*



*Ruptura de probetas*





*Ruptura de probetas*



*Viga con fibra óptica*



*Asesor de laboratorio y bachiller*



*Presentación de MATESTLAB S.A.C*

## **Anexo 5.**

### **Certificados de calibración de equipos de laboratorio.**

1. Balanza OHAUS



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL  
DA - FASE  
ACREDITADO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2020**

Página 1 de 3

<p>Expediente : 131-2020 Fecha de Emisión : 2020 09 29</p> <p><b>1. Solicitante</b> : MATESTLAB S.A.C.</p> <p><b>Dirección</b> : MZA. A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p><b>2. Instrumento de Medición</b> : <b>BALANZA</b></p> <p><b>Marca</b> : OHAUS</p> <p><b>Modelo</b> : EB30</p> <p><b>Número de Serie</b> : 8031307548</p> <p><b>Alcance de Indicación</b> : 30 000 g</p> <p><b>División de Escala de Verificación (e)</b> : 1 g</p> <p><b>División de Escala Real (d)</b> : 1 g</p> <p><b>Procedencia</b> : CHINA</p> <p><b>Identificación</b> : L5-10</p> <p><b>Tipo</b> : ELECTRÓNICA</p> <p><b>Ubicación</b> : LABORATORIO</p> <p><b>Fecha de Calibración</b> : 2020-09-22</p>	<p>La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La Incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante se corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<p><b>3. Método de Calibración</b> La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p> <p><b>4. Lugar de Calibración</b> LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA. A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	



LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
S.A.C.

PT-06.F06 / Edición 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Telf. 292-5108  
www.puntodeprecision.com / E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2020  
Página 2 de 2

**E. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,7	21,8
Humedad relativa	61,1	61,1

**F. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0773-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-008-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g  
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
Los errores máximos permitidos (a.m.p.) para esta balanza corresponden a los a.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesar de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
ALABRE DE CORTE	TEME	ESCALA	NO TEME
ORGANIZACIÓN	TEME	CONDICION	NO TEME
PLATAFORMA	TEME	DET. DE TRABAJO	NO TEME
PARALELISMO	TEME		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición	Carga L <sub>1</sub>	Temp. TC		Carga L <sub>2</sub>		
		21,7		21,8		
		10 000 g	30 000 g	10 000 g	30 000 g	
N°	1 kg	10 kg	100 g	1 kg	10 kg	100 g
1	10 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,2
2	10 000	0,8	-0,2	30 000	0,9	-0,1
3	10 000	0,9	-0,2	30 000	0,8	-0,1
4	10 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	10 001	0,3	-1,1	30 000	0,8	-0,2
6	10 000	0,9	-0,5	30 000	0,8	-0,5
7	10 000	0,8	-0,2	30 000	0,8	-0,2
8	10 000	0,3	-0,1	30 000	0,7	-0,2
9	10 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	10 000	0,7	-0,3	30 000	0,8	-0,2
Diferencia Máxima			1,6			0,4
Error relativo permisible		0	2 g	0	0	0 g




PT-06/200 / Diciembre 2019 / Rev 02



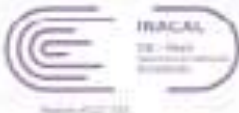
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152031

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 - Tel: 292-5108  
www.puntodeprecision.com - E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**

Punto de Precisión SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° (M-416-2020)  
Página 2 de 2

2	1	8
2	1	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Temp. (°C)      21.8      21.8

Posición de la Carga	Desviación de E <sub>1</sub>				Desviación del Error corregido				
	Carga (kg)	1 kg	5 kg	10 kg	Carga (kg)	1 kg	5 kg	10 kg	
1	90	10	0.8	-0.1	30 000	10 000	0.8	-0.1	-0.1
2		10	0.2	-0.1		10 000	0.8	-0.1	0.0
3		10	0.0	-0.4		10 000	0.8	-0.8	0.0
4		10	0.5	0.0		10 000	0.8	-0.1	-0.0
5		10	0.8	-0.1		10 000	0.8	-0.0	-0.8
		Error máximo permitido				±		±	

1) Ver artículo 5.4.5.1

**ENSAYO DE PESAJE**

Temp. (°C)      21.8      21.8

Carga L (kg)	CORRIENTES				CORRIENTES				Error %
	1 kg	5 kg	5 kg	10 kg	1 kg	5 kg	5 kg	10 kg	
10.0	10	0.0	-0.1						
10.0	10	0.0	0.0	0.1	10	0.0	-0.1	0.0	1
500.0	500	0.0	-0.1	0.0	500	0.0	-0.0	-0.0	1
2 000.0	2 000	0.0	-0.0	-0.0	2 000	0.0	-0.1	0.0	1
3 000.0	3 000	0.0	-0.1	0.0	3 000	0.0	0.0	0.1	1
7 000.0	7 000	0.0	-0.0	-0.2	7 000	0.0	-0.1	0.0	2
10 000.0	10 000	0.0	-0.1	0.0	10 000	0.0	0.1	-0.0	2
10 000.1	10 000	0.0	-0.0	-0.1	10 000	0.0	-0.0	-0.0	2
20 000.1	20 001	0.0	0.1	1.2	20 000	0.0	-0.0	-0.0	2
25 000.1	25 001	0.0	0.0	1.1	25 000	0.0	1.1	1.0	3
30 000.1	30 000	0.0	-0.4	-0.0	30 000	0.0	-0.0	-0.0	1

1) Ver artículo 5.4.5.1

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 2.60 \times 10^{-6} \times R$$


**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{5.37 \times 10^{-1} g^2 + 5.20 \times 10^{-10} k R^2}$$

R: Lectura de la balanza      A: Carga Intencional      B: Ponderación      C<sub>1</sub>: Error de Lectura      C<sub>2</sub>: Error Corregido


R: 01 0

INACAL - ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN



**LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
S.A.C**

PT-08.708 / Diciembre 2019 / Rev-02




Jefe de Laboratorio  
**Ing. Luis Loayza Capelha**  
Reg. CP N° 152831

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf: 262-6106

www.puntodeprecision.com    E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

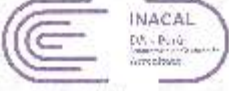
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

2. Balanza New Classic



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033




INACAL  
Organismo Peruano de Acreditación

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-416-2020**


Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	131-2020	<p>La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida sin medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
<b>Fecha de Emisión</b>	2020-08-28	
<b>1. Solicitante</b>	<b>MATESTLAB S.A.C.</b>	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>Dirección</b>	MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZCO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA</b>	
<b>Marca</b>	<b>NEW CLASSIC</b>	
<b>Modelo</b>	<b>WT600D1GF</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>150821077</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>6 000 g</b>	
<b>División de Escala de Verificación (e)</b>	<b>0,1 g</b>	
<b>División de Escala Real (d)</b>	<b>0,1 g</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>LS-08</b>	
<b>Tipo</b>	<b>ELECTRÓNICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO</b>	
<b>Fecha de Calibración</b>	<b>2020-09-22</b>	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZCO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	




LABORATORIO  
PUNTO DE PRECISIÓN  
S.A.C.

PT-08.F08 / Diciembre 2015 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 853 - LIMA 12 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DEL PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-415-2020  
Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínimo	Máximo
Temperatura	21.5	21.7
Humedad Relativa	69.2	69.1

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-00772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 000.0 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 001,3 g para una carga de 6 000,0 g  
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
Los errores máximos permitidos (s.u.p.) para esta balanza corresponden a los s.u.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud E, según la Norma Metroológica Peruana 023 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición:**

INSPECCIÓN VISUAL			
ASPECTO DE CERO	TIPO	ESTADO	NOTAS
ESCALA DE LEYES	TIPO	CONDICIÓN	NOTAS
PLATAFORMA	TIPO	NOT. DE USUA	NOTAS
RELACION	TIPO		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición	Carga Lp	Med		Fluj		
		Temp. (°C)		Temp. (°C)		
		21.5	21.5	21.5		
N°	100	AL (g)	0 (g)	100	AL (g)	0 (g)
1	3 999.7	0.06	0.09	3 999.0	0.05	-0.10
2	3 999.8	0.00	-0.10	3 999.0	0.05	-0.12
3	3 999.9	0.05	-0.08	3 999.0	0.02	-0.08
4	3 999.0	0.05	-0.01	3 999.0	0.02	-0.10
5	3 999.0	0.06	-0.01	3 999.0	0.04	-0.11
6	3 999.0	0.05	-0.01	3 999.0	0.05	-0.12
7	3 999.0	0.05	-0.04	3 999.0	0.02	-0.10
8	3 999.0	0.00	-0.06	3 999.0	0.05	-0.12
9	3 999.0	0.05	-0.10	3 999.0	0.02	-0.10
10	3 999.0	0.07	-0.01	3 999.0	0.04	-0.11
Diferencia Máxima		0.10		0.01		
Error máximo permitido		± 0.1 g		± 0.1 g		



*[Firma]*  
Jefe del Laboratorio  
Ing. Lidia Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152831



PT-06.F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Angeles 553 - LIMA 42. Tel: 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@inacal.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-410-2020  
Página 3 de 3

2 1 5  
1 1 4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Carga (kg)	Desviación en E <sub>1</sub>			Desviación en E <sub>2</sub> corregida				
		1 kg	5 kg	10 kg	1 kg	5 kg	10 kg	15 kg	
1	10	1.2	0.80	-0.01	2000.0	2000.2	0.00	0.19	0.20
2		0.8	0.82	-0.07		2000.2	0.00	0.20	0.20
3		1.2	0.87	-0.10		2000.0	0.00	0.41	0.44
4		0.9	0.85	-0.08		2000.0	0.00	0.00	0.20
5		1.0	0.80	0.00		2000.0	0.00	0.00	0.20

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (kg)	DESVIACIONES				CORRECCIONES				Tolerancia (g)
	1kg	5kg	10kg	15kg	1kg	5kg	10kg	15kg	
1.00	1.0	0.07	-0.03						0.1
5.00	5.0	0.06	0.00	-0.02	0.2	0.08	-0.04	-0.02	0.1
10.00	10.0	0.06	-0.01	0.01	0.0	0.05	-0.10	-0.06	0.1
15.00	15.0	0.06	-0.01	0.01	0.0	0.03	-0.08	-0.06	0.1
100.00	100.0	0.06	0.17	0.18	0.0	0.07	-0.02	0.00	0.1
1000.00	1000.0	0.05	0.17	0.19	0.0	0.09	0.10	0.10	0.2
1000.00	1000.0	0.05	0.17	0.19	0.0	0.09	0.10	0.10	0.2
2000.00	2000.0	0.05	0.16	0.18	0.0	0.08	-0.01	0.01	0.2
4000.00	4000.0	0.05	0.14	0.16	0.0	0.07	0.11	0.12	0.2
6000.00	6000.0	0.05	-0.04	-0.02	0.0	0.06	0.08	0.11	0.2
8000.00	8000.0	0.05	-0.12	-0.10	0.0	0.05	-0.12	-0.10	0.2

LECTURA CORREGIDA e INCERTIDUMBRES EXPANDIDA DEL RESULTADO DE UNA PESADA

$$R_{\text{corregida}} = R - 3.75 \times 10^{-4} \times R^2$$

$$M_p = 2 \sqrt{7.56 \times 10^{-4} \times g^2 + 4.05 \times 10^{-4} \times R^2}$$

1) Lectura del sistema    2) Carga balanceada    3) Error asociado    4) Ajuste de cero    5) Corrección


R: en g



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Coezya Capcha  
Reg. CIP N° 102631



3. Tamiz 200



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 967 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-27

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URR. MAYORAZGO NARANJAL 2014  
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 200  
Tamaño de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 72843  
Material : ACERO  
Color : PLATADO  
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11 US.

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	11A - 089 - 2019	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura (°C)	21,7	21,7
Humedad (g)	88	85

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11 US.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Gaccha  
 Reg. CIP N° 162631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Tel: 292-5156 898-0620  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

4. Tamiz 140



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 966 - 2020

Página: 11 de 2

**Expediente** : 131-2020  
**Fecha de Emisión** : 2020 09 22

**1. Solicitante** : MATESTLAB S.A.C.  
**Dirección** : MZA. A LOTE 24 INT. 2 URR. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ  
**Tamiz N°** : 140  
**Diámetro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : GRAN TEST  
**Serie** : 74884  
**Materia** : ACERO  
**Color** : PLATEADO  
**Código de identificación** : NO INDICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-08.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETELJA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 096 - 2018	NACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIO	FINAL
Temperatura °C	21.7	25.7
Humedad %	85	85

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva en este certificado con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-08.





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Cayula Capócha  
Rng. CIP N° 152651

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-6100 698-9670  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. Tamiz 100



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página : 1 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 965 - 2020**

<p>Expediente : 131-2020 Fecha de Emisión : 2020-08-22</p> <p>1. Solicitante : MATESTI AB S.A.C. Dirección : MZA. A 1111F, 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO MARANJAL 713A ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p>2. Instrumento de Medición : TAMIZ Tamiz N° : 100 Diámetro del Tamiz : 8 pulg Marca : GRAN TEST Serie : 63607 Material : ALCERO Color : PLATEADO Código de Identificación : NO INDICA</p> <p>3. Lugar y fecha de Calibración LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTI AB S.A.C. 22 - SEPTIEMBRE - 2020</p> <p>4. Método de Calibración Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11 09.</p> <p>5. Trazabilidad</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSTRUMENTO</th> <th>MARCA</th> <th>CERTIFICADO</th> <th>TRAZABILIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RETICULA DE MEDICION</td> <td>INSIZE</td> <td>LLA - 000 - 2019</td> <td>IN/CA - DM</td> </tr> </tbody> </table> <p>6. Condiciones Ambientales</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>INICIAL</th> <th>FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>21,7</td> <td>21,7</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>65</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table> <p>7. Observaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.</li> <li>• (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11-09.</li> </ul>	INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD	RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 000 - 2019	IN/CA - DM		INICIAL	FINAL	Temperatura (°C)	21,7	21,7	Humedad (%)	65	65	<p>El equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con exactitud a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a regulaciones vigentes.</p> <p>Punto de Precisión S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD															
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 000 - 2019	IN/CA - DM															
	INICIAL	FINAL																
Temperatura (°C)	21,7	21,7																
Humedad (%)	65	65																



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Mayza Capche  
Reg. CIP N° 152831

Av. Los Ángeles 663 - LIMA 42 - Tel: 292-5106 698-9626  
[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

6. Tamiz 60



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página : 1 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 964 - 2020**

Expediente : 151-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-22

1. Solicitante : MATESLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE 24 INT. 2 UNB. MAYCRAZGO NARANJAL 2DA  
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamaño N° : 60  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 71937  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUPLENIR DE MATESLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de inglete calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11 03.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
REFICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	I A - 009 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	25,7
Humedad %	65	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 3 según la norma ASTM F 11-02.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie antes indicados ha sido cuidadosamente probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición y a complementaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los puntajes que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.





Jefe de Laboratorio  
Inga Lizyza Capella  
Reg. CIP N° 102631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5105 688-9620  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

7. Tamiz 40



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 963 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-22

1. Solicitante : MATESTIAR S.A.C.

Dirección : MZA A LOTE 26 INT 2 IRR MAYORAZGO NARANJA 21A  
CAPA - SAN MARTIN DE PORRES - IZA

2. Instrumento de medición : TAMIZ

Tamiz N° : 40

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 73389

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTIAR S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-05.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETIJULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 098 - 2018	INAGAL - INI


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,4
Humedad %	64	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha marcado con el número de color verde, con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación relativa encontrada no excede a la constante estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM C11-08.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Coezyza Capcha  
Reg. CIP N° 152651

8. Tamiz 20



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 962 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

**1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.**

Ubicación : MZA, A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición : TAMIZ**

Tamiz N° : 20

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 70361

Materia : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIDE	LLA - 009 - 2019	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	66	65

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM F11-09.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Inayza Capcha  
 Reg. OP N° 162631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5108 658 9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

9. Tamiz 3/4



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 958 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente :	131-2020										
Fecha de Emisión :	2020-09-22										
<b>1. Solicitante :</b>	<b>MATESLAB S.A.C.</b>										
Dirección :	C/ZA. ÁLGIDE, 24 INT. 2 URB. MAYDHAZCO NARANJAL 201A ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA										
<b>2. Instrumento de Medición :</b>	<b>TAMIZ</b>										
Tamiz N° :	3/4 pulgadas										
Diámetro de Tamiz :	8 pulg										
Marca :	GRAN TEST										
Serie :	62015										
Material :	ACERO										
Color :	PLATEADO										
Código de Identificación :	NO INDICA										
<b>3. Lugar y fecha de Calibración</b>	LABORATORIO DE BUELOS DE MATESLAB S.A.C. 22 - SEPTIEMBRE - 2020										
<b>4. Método de Calibración</b>	Calibración efectuado por comparación directa con patrones de longitud validados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09										
<b>5. Trazabilidad</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSTRUMENTO</th> <th>MARCA</th> <th>CERTIFICADO</th> <th>TRAZABILIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PIE DE REY</td> <td>INSIZE</td> <td>TC - 99815 - 2020</td> <td>INACAL - DM</td> </tr> </tbody> </table>		INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD	PIE DE REY	INSIZE	TC - 99815 - 2020	INACAL - DM	
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD								
PIE DE REY	INSIZE	TC - 99815 - 2020	INACAL - DM								
<b>6. Condiciones Ambientales</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>INICIAL</th> <th>FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>21.5</td> <td>21.4</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>61</td> <td>61</td> </tr> </tbody> </table>			INICIAL	FINAL	Temperatura (°C)	21.5	21.4	Humedad (%)	61	61
	INICIAL	FINAL									
Temperatura (°C)	21.5	21.4									
Humedad (%)	61	61									
<b>7. Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con fines de identificación se ha colocado un sticker autoseñalante de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.</li> <li>• (*) La desviación estándar observada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla según la norma ASTM E11-09.</li> </ul>										





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Coayza Capacho  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5106 698-9620  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

10. Tamiz 3/8



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 959 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-27

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INI. 2 URH. MAYORAZGO NARANJAL 7DA.  
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 3/8 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 62027  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicado ha sido calibrado y verificado usando patrones certificados por trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al momento la correspondiente a reparar en su momento la apertura de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a las regulaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los portales que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí descrita.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE BUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud patrón, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	IC 9991-2020	INACAL - EM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	64	61

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde, con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Tanya Capcha  
Reg. CR N° 152633





11. Tamiz 4



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2020**

Página : 1 de 2

**Expediente** : 131-2020  
**Fecha de Emisión** : 2020-08-22

**1. Solicitante** : MATESTLAB S.A.C.

**Descripción** : MZA 4 LOTE 24 INT. 2 UHR MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 4

**Diámetro de Tamiz** : 6 pulg

**Marca** : GRAN TESI

**Serie** : 66907

**Materia** : ACERO

**Color** : PLATLADO

**Código de Identificación** : NO INDICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE SIJH OR DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-08.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
HE DE REFY	INSIZE	TC - 9981 - 2020	INACAL DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,4
Humedad %	64	65

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar reportada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11-08.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abaco. Indicado ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponden disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición o a regulaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarada.





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capacho  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf: 292-5108 698-9620  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

12. Tamiz 3



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 954 - 2020**

Experiencia : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-23

1. Solicitante : MATESTAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LO 1F. 24 INT. 2 URR. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de medición : TAMIZ  
Tamaño N° : 3 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 73287  
Material : AGLERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTAB S.A.C.  
22 - DICIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	RAZABILIDAD
PLATEADO	INS/7P	TC - 9881 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21
Humedad %	50	62

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta identificativa de cada unidad, con el número de resultado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar calculada no excede a la desviación estándar máxima por la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR DESVIACIÓN	ERROR	GRANDEZA EXPANSA NOMINAL	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
75,06	75,06	75,08	75,18	75,08	75,03	75,08	75,10	74,95	74,96	75,21	0,00	0,21	-	0,392

Página : 1 de 1

El Equipo de medición con el modelo y número de serie arriba indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual será en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a implementaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso indebido de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí documentada.



Modelo del Documento




Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Freyza Capcha  
Reg. CRP N° 152631



Av. Los Angeles 603 - LIMA 42 - Telef. 292-5106 098-9620  
www.puntodeprecision.com - E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

13. tamiz 2



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 955 - 2020**

Página: 1 de 1

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-27

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA, A LOTE, 24 INT. 2 UNB. MAYDRAZGO NARANJAL 200A  
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 2 pulg  
Diámetro de Tamiz : 5 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 73542  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUFLOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11 09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRACABILIDAD
PIE DE REY	INGIZE	17-9993-2020	INACAL - DM

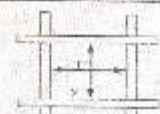

6. Condiciones Ambientales


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,4	21,4
Humedad %	64	64

7. Observaciones  
 ● Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde, con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
 ● (\*) La desviación estándar aritmética no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11 09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
										PRECEDENTE	ESTANDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
49,86	49,88	49,75	50,09	49,76	49,81	49,83	49,76	49,83	49,83	49,71	50,00	-0,29		0,125
49,80	49,72	49,58	49,82											




LABORATORIO  
PUNTO DE PRECISIÓN  
S.A.C.

\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capelas  
Reg. CIP N° 150831

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Tel: 292-5106 695-9629  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

14. Tamiz 1 1/2



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 956 - 2020**

Página : 1 de 1

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MPA A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 1 1/2 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 68894  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de tamaño estándar, tomada como referencia la Norma ASTM E 11-05.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PLATEADO	INSIZE	01 - 9891 - 2020	NACAL CIM



6. Condiciones Ambientales


	INICIAL	FINAL
Temperatura (°C)	21,4	21,4
Humedad (%)	34	64

7. Observaciones  
 • Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
 • (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E 11-05.

8. Resultados

MEDIDAS INDIVIDUALES										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESIANCIÓN ESTÁNDAR	DESIANCIÓN ESTÁNDAR
mm														
38,19	38,03	37,83	37,91	37,48	38,62	37,94	38,31	38,01	37,87	37,96	37,90	0,47	-	0,336
37,95	38,24	38,18	38,31	38,33	37,85	37,62	37,38	37,69	37,89					



Ing. Luis Trujillo Cacho  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 853 - LIMA 42 / Tel: 292-5166 / 698-8620  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

15. Prensa Compresión y Flexión

# AM3

**AM3 Ingeniería & Negocios SAC**

RUC : 20513903261  
 Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima  
 : - Lima - Ate  
 Código Postal : Lima 03  
 Teléfono : 511-679 8002  
 Email : soportetecnico@am3.com.pe

N° de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

**DATOS DEL CLIENTE**

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
 RUC : 20602979190  
 Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN  
 MARTIN DE PORRES

Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250  
 Marca : ELE International  
 Modelo Marco de Carga : 36-0690/06  
 N° de Serie Marco de Carga : 180300131  
 Capacidad : 1112 KN  
 División de Escala : 0.1 KN  
 N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045  
 Procedencia : USA  
 Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie:  
 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN  
 MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM  
 E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"  
 Método C

Temp. Inicial (°C)	: 18	H.R. Inicial (%)	74
Temp. Final (°C)	: 18	H.R. Final (%)	69

Fecha de Verificación : 21/07/2020  
 Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima -  
 San Martín de Porres  
 N° de Páginas : 2



HECHO POR  
Emilio Malca



ALDO MARCO  
MUCHA MALLAUPOMA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 234122  
REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.  
 Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

# AM3

## RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.80	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

### Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el +/- 1% en todo el rango verificado.