



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA  
PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE  
LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA  
PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE  
LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

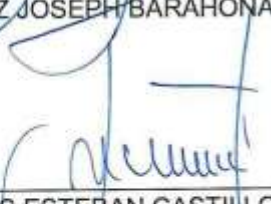
**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1723-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de diciembre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025 - CU - 12610 presentado por el (la) Bachiller: **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : lunes 22 de diciembre del 2025
- \* **HORA** : 08:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VÍAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Cesar V. Cordero Najar  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.  
Archivo



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1303-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 16 de octubre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU-9252 por el señor (a): **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), el **PROVEIDO - N° 934-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 138 - 2025 del integrante del comité de investigación 1303 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**, para optar al Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 138 - 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**, para optar al Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la**, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 780-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 07 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 6151, presentado por el señor (a) **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 648-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 070-2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 070-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS  
Dr. OSCAR V. VILLAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Fritz Ruiz, Momen Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



# EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ

## EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLA...

 TESIS DE PREGRADO

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:560984975

Fecha de entrega

25 feb 2026, 21:53 GMT-5

Fecha de descarga

26 feb 2026, 6:47 GMT-5

Nombre del archivo

T036\_76373320\_T.docx

Tamaño del archivo

23.3 MB

160 páginas

25.279 palabras

136.527 caracteres



# 19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 17%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





### Metadatos Complementarios

|                                                                                                                                                                                              |                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título de la tesis</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                           |
| <b>EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025</b> |                                                                                           |
| <b>Datos de autor</b>                                                                                                                                                                        |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                                          | EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                        |
| Tipo de documento de identidad                                                                                                                                                               | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                                             | 76373320                                                                                  |
| URL de ORCID                                                                                                                                                                                 | <a href="https://orcid.org/0009-0003-2778-7093">https://orcid.org/0009-0003-2778-7093</a> |
| <b>Datos de asesor</b>                                                                                                                                                                       |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                                          | JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA                                                            |
| Tipo de documento de identidad                                                                                                                                                               | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                                             | 01323821                                                                                  |
| URL de ORCID                                                                                                                                                                                 | <a href="https://orcid.org/0000-0003-4595-7589">https://orcid.org/0000-0003-4595-7589</a> |
| <b>Datos del jurado</b>                                                                                                                                                                      |                                                                                           |
| <b>Presidente del jurado</b>                                                                                                                                                                 |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                                          | LEONEL SUASACA PELINCO                                                                    |
| Tipo de documento                                                                                                                                                                            | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                                             | 40865558                                                                                  |
| <b>Miembro del jurado 1</b>                                                                                                                                                                  |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                                          | FRITZ WILLY MAMANI APAZA                                                                  |
| Tipo de documento                                                                                                                                                                            | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                                             | 02306659                                                                                  |
| <b>Miembro del jurado 2</b>                                                                                                                                                                  |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                                          | FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES                                                             |
| Tipo de documento                                                                                                                                                                            | DNI                                                                                       |





|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número de documento de identidad                                                                                                                                                               | 02442876                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Datos de investigación</b>                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Línea de investigación                                                                                                                                                                         | Tecnología de Materiales - P17                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Grupo de investigación                                                                                                                                                                         | No aplica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Agencia de financiamiento                                                                                                                                                                      | Sin financiamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Ubicación geográfica de la investigación                                                                                                                                                       | <p>País: Perú<br/>Departamento: Puno<br/>Provincia: Lampa<br/>Latitud: S 15° 41' 44"<br/>Longitud: O 70° 36' 33"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/943EvEvQK2f9eQteA">https://maps.app.goo.gl/943EvEvQK2f9eQteA</a></p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación                                                                                                                                         | Agosto 2025 – Diciembre 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL de disciplinas OCDE<br><a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a><br>- Librería | <p>Ingeniería Civil<br/><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a></p> <p>Ingeniería de Materiales<br/><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a></p>                                           |



Mostrado en la página de la biblioteca digital  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS  
Dr. G. Camargo Nájor  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ, identificado con DNI  
Nro. 76373320, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional  
☐ Programa de Segunda Especialidad,  
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico  
denominada:

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA  
EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliana 30 de diciembre del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



### DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi fuente de fortaleza a lo largo de este camino. También quiero dedicarla a todas las personas que han depositado su fe en mí, brindándome su inspiración y motivación para seguir adelante en cada paso de mi vida.





## AGRADECIMIENTO

Aprovecho esta oportunidad para expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis por su comprensión, paciencia y valiosas orientaciones durante todo el proceso. Asimismo, extendiendo mi gratitud a mis compañeros de trabajo, amigos y familiares por su constante apoyo y aliento. Este logro no habría sido posible sin su fe en mí y su inquebrantable respaldo. Gracias a todos por ser una parte esencial en la culminación de este proyecto.



## ÍNDICE GENERAL

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| DEDICATORIA .....           | i          |
| AGRADECIMIENTO .....        | ii         |
| <b>ÍNDICE GENERAL .....</b> | <b>iii</b> |
| ÍNDICE DE TABLAS .....      | vi         |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....     | ix         |
| RESUMEN .....               | x          |
| ABSTRACT .....              | xi         |
| INTRODUCCIÓN .....          | xii        |

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.1 Situación problemática .....</b>            | <b>14</b> |
| <b>1.2 Planteamiento del problema .....</b>        | <b>15</b> |
| 1.2.1 Problema General. ....                       | 15        |
| 1.2.2 Problemas Específicos. ....                  | 16        |
| <b>1.3 Objetivos de la investigación .....</b>     | <b>16</b> |
| 1.3.1 Objetivo General .....                       | 16        |
| 1.3.2 Objetivos Específicos. ....                  | 16        |
| <b>1.4 Justificación de la investigación. ....</b> | <b>17</b> |
| 1.4.1 Justificación Teórica .....                  | 17        |
| 1.4.2 Justificación Práctica .....                 | 17        |
| 1.4.3 Justificación Social .....                   | 17        |
| 1.4.4 Justificación Económica .....                | 18        |
| 1.4.5 Justificación Ambiental .....                | 18        |
| <b>1.5 Hipótesis de la Investigación. ....</b>     | <b>19</b> |
| 1.5.1 Hipótesis General. ....                      | 19        |
| 1.5.2 Hipótesis Específicas. ....                  | 19        |
| <b>1.6 Variables e indicadores. ....</b>           | <b>19</b> |
| 1.6.1 Variable independiente .....                 | 19        |
| 1.6.2 Variable dependiente .....                   | 19        |
| <b>1.7 Operacionalización de Variables. ....</b>   | <b>20</b> |



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

|            |                                                            |           |
|------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>Antecedentes de la investigación.....</b>               | <b>22</b> |
| 2.1.1      | Antecedentes Internacionales.....                          | 22        |
| 2.1.2      | Antecedentes Nacionales.....                               | 24        |
| 2.1.3      | Antecedentes Locales.....                                  | 28        |
| <b>2.2</b> | <b>Bases teóricas.....</b>                                 | <b>31</b> |
| 2.2.1      | Concreto Convencional.....                                 | 31        |
| 2.2.1.1    | Composición del Concreto Convencional.....                 | 31        |
| 2.2.1.2    | Propiedades del Concreto Convencional.....                 | 32        |
| 2.2.1.3    | Tendencias recientes en la investigación del concreto..... | 34        |
| 2.2.2      | Problemática de los residuos plásticos y su gestión.....   | 35        |
| 2.2.2.1    | Retos de la gestión de los residuos plásticos.....         | 36        |
| 2.2.2.2    | Impacto ambiental de los residuos plásticos.....           | 36        |
| 2.2.2.3    | La economía circular como solución.....                    | 37        |
| 2.2.2.4    | Innovación en la industria de la construcción.....         | 37        |
| 2.2.3      | Incorporación de plásticos reciclados en el concreto.....  | 38        |
| 2.2.3.1    | Desechos de tuberías plásticas.....                        | 38        |
| 2.2.3.2    | Fibra Plástica Reciclada:.....                             | 40        |
| 2.2.3.3    | Impacto en Propiedades del Concreto.....                   | 41        |
| 2.2.3.4    | Desafíos y consideraciones futuras.....                    | 42        |
| 2.2.4      | Normativas y tendencias internacionales.....               | 43        |
| <b>2.3</b> | <b>Marco conceptual.....</b>                               | <b>45</b> |
| 2.3.1      | Concreto convencional.....                                 | 45        |
| 2.3.2      | Residuos plásticos.....                                    | 45        |
| 2.3.3      | Fibra plástica reciclada.....                              | 45        |
| 2.3.4      | Trabajabilidad.....                                        | 45        |
| 2.3.5      | Resistencia a la compresión.....                           | 46        |
| 2.3.6      | Resistencia a la flexión.....                              | 46        |

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

|            |                                        |           |
|------------|----------------------------------------|-----------|
| <b>3.1</b> | <b>Enfoque de investigación.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Tipo de la investigación.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Nivel de la Investigación.....</b>  | <b>48</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Diseño de la Investigación.....</b> | <b>48</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Método de la Investigación.....</b> | <b>48</b> |
| <b>3.6</b> | <b>Población y Muestra.....</b>        | <b>49</b> |





|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.1 Población .....                                         | 49        |
| 3.6.2 Muestra .....                                           | 49        |
| <b>3.7 Técnicas e Instrumentos .....</b>                      | <b>50</b> |
| 3.7.1 Técnicas .....                                          | 50        |
| 3.7.2 Instrumentos .....                                      | 51        |
| <b>3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos .....</b> | <b>52</b> |
| 3.8.1 Desarrollo del plan de investigación .....              | 54        |
| <b>3.9 Procesamiento de datos .....</b>                       | <b>72</b> |

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

|                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.1 Resultados .....</b>                                                                                         | <b>73</b>  |
| 4.1.1 Trabajabilidad del concreto. ....                                                                             | 74         |
| 4.1.2 Resistencia a la compresión del concreto, con empleo desechos de tuberías y<br>fibra plástica reciclada. .... | 76         |
| 4.1.2.1 Concreto Estándar .....                                                                                     | 76         |
| 4.1.2.2 Concreto + Desechos de tuberías 0.5% .....                                                                  | 77         |
| 4.1.2.3 Concreto + Desechos de tuberías 1% .....                                                                    | 79         |
| 4.1.2.4 Concreto + Desechos de tuberías 1.5% .....                                                                  | 80         |
| 4.1.2.5 Concreto + Fibra plástica reciclada 2% .....                                                                | 82         |
| 4.1.2.6 Concreto + Fibra plástica reciclada 4% .....                                                                | 83         |
| 4.1.2.7 Concreto + Fibra plástica reciclada 6% .....                                                                | 85         |
| 4.1.3 Módulo de rotura del concreto, con empleo desechos de tuberías y fibra<br>plástica reciclada. ....            | 86         |
| 4.1.3.1 MR - Concreto Estándar .....                                                                                | 86         |
| 4.1.3.2 MR - Concreto + Desechos de tuberías 0.5% .....                                                             | 88         |
| 4.1.3.3 MR - Concreto + Desechos de tuberías 1% .....                                                               | 89         |
| 4.1.3.4 MR - Concreto + Desechos de tuberías 1.5% .....                                                             | 91         |
| 4.1.3.5 MR - Concreto + 2% Fibra plástica reciclada. ....                                                           | 92         |
| 4.1.3.6 MR - Concreto + 4% Fibra plástica reciclada. ....                                                           | 94         |
| 4.1.3.7 MR - Concreto + 6% Fibra plástica reciclada. ....                                                           | 95         |
| 4.1.3.8 Cuadro comparativo .....                                                                                    | 97         |
| <b>4.2 Discusión de resultados .....</b>                                                                            | <b>113</b> |
| CONCLUSIONES .....                                                                                                  | 116        |
| RECOMENDACIONES .....                                                                                               | 117        |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....                                                                                     | 118        |
| ANEXOS .....                                                                                                        | 123        |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Cuadro de operación de variables. ....                                                    | 21 |
| <b>Tabla 2</b> Muestra analizadas.....                                                                   | 50 |
| <b>Tabla 3</b> Desechos genera la provincia de lampa anualmente.....                                     | 53 |
| <b>Tabla 4</b> Proporcionamiento total de desechos en la provincia de lampa.....                         | 53 |
| <b>Tabla 5</b> Incorporación y aplicaciones de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada.<br>..... | 56 |
| <b>Tabla 6</b> Tamizado material grueso. ....                                                            | 59 |
| <b>Tabla 7</b> Distribución del material fino.....                                                       | 59 |
| <b>Tabla 8</b> Contenido de humedad de los materiales.....                                               | 60 |
| <b>Tabla 9</b> Peso específico y absorción. ....                                                         | 61 |
| <b>Tabla 10</b> Peso Unitario Suelto de los materiales. ....                                             | 62 |
| <b>Tabla 11</b> Peso Unitario Compactado de los materiales. ....                                         | 62 |
| <b>Tabla 12</b> Dosificación de materiales para resistencia de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .....         | 64 |
| <b>Tabla 13</b> Asentamiento del concreto en estado fresco, con desechos de tuberías. ....               | 74 |
| <b>Tabla 14</b> Asentamiento del concreto en estado fresco, con fibra plástica reciclada. ....           | 75 |
| <b>Tabla 15</b> Resistencia del concreto estándar curado en 7 días.....                                  | 76 |
| <b>Tabla 16</b> Resistencia del concreto estándar curado en 14 días.....                                 | 76 |
| <b>Tabla 17</b> Resistencia del concreto estándar curado en 28 días.....                                 | 77 |
| <b>Tabla 18</b> Resistencia del concreto + 0.5% de desechos de tuberías, a 7 días.....                   | 77 |
| <b>Tabla 19</b> Resistencia del concreto + 0.5% de desechos de tuberías, a 14 días.....                  | 78 |
| <b>Tabla 20</b> Resistencia del concreto + 0.5% de desechos de tuberías, a 28 días.....                  | 78 |
| <b>Tabla 21</b> Resistencia del concreto + 1% de desechos de tuberías, a 7 días.....                     | 79 |
| <b>Tabla 22</b> Resistencia del concreto + 1% de desechos de tuberías, a 14 días.....                    | 79 |
| <b>Tabla 23</b> Resistencia del concreto + 1% de desechos de tuberías, a 28 días.....                    | 80 |
| <b>Tabla 24</b> Resistencia del concreto + 1.5% de desechos de tuberías, a 7 días.....                   | 80 |
| <b>Tabla 25</b> Resistencia del concreto + 1.5% de desechos de tuberías, a 14 días.....                  | 81 |
| <b>Tabla 26</b> Resistencia del concreto + 1.5% de desechos de tuberías, a 28 días.....                  | 81 |
| <b>Tabla 27</b> Resistencia del concreto + 2% de fibra plástica reciclada, a 7 días. ....                | 82 |
| <b>Tabla 28</b> Resistencia del concreto + 2% de fibra plástica reciclada, a 14 días. ....               | 82 |
| <b>Tabla 29</b> Resistencia del concreto + 2% de fibra plástica reciclada, a 28 días. ....               | 83 |
| <b>Tabla 30</b> Resistencia del concreto + 4% de fibra plástica reciclada, a 7 días. ....                | 83 |



|                 |                                                                            |     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 31</b> | Resistencia del concreto + 4% de fibra plástica reciclada, a 14 días. .... | 84  |
| <b>Tabla 32</b> | Resistencia del concreto + 4% de fibra plástica reciclada, a 28 días. .... | 84  |
| <b>Tabla 33</b> | Resistencia del concreto + 6% de fibra plástica reciclada, a 7 días. ....  | 85  |
| <b>Tabla 34</b> | Resistencia del concreto + 6% de fibra plástica reciclada, a 14 días. .... | 85  |
| <b>Tabla 35</b> | Resistencia del concreto + 6% de fibra plástica reciclada, a 28 días. .... | 86  |
| <b>Tabla 36</b> | MR concreto estándar, adquirido a los 7 días. ....                         | 86  |
| <b>Tabla 37</b> | MR del concreto estándar, adquirido a los 14 días. ....                    | 87  |
| <b>Tabla 38</b> | MR concreto estándar, adquirido a los 28 días. ....                        | 87  |
| <b>Tabla 39</b> | MR del concreto + 0.5% desechos de tuberías, a 7 días. ....                | 88  |
| <b>Tabla 40</b> | MR del concreto + 0.5% desechos de tuberías, a 14 días. ....               | 88  |
| <b>Tabla 41</b> | MR del concreto + 0.5% desechos de tuberías, a 28 días. ....               | 89  |
| <b>Tabla 42</b> | MR del concreto + 1% desechos de tuberías, a 7 días. ....                  | 89  |
| <b>Tabla 43</b> | MR del concreto + 1% desechos de tuberías, a 14 días. ....                 | 90  |
| <b>Tabla 44</b> | MR del concreto + 1% desechos de tuberías, a 28 días. ....                 | 90  |
| <b>Tabla 45</b> | MR del concreto + 1.5% desechos de tuberías, a 7 días. ....                | 91  |
| <b>Tabla 46</b> | MR del concreto + 1.5% desechos de tuberías, a 14 días. ....               | 91  |
| <b>Tabla 47</b> | MR del concreto + 1.5% desechos de tuberías, a 28 días. ....               | 92  |
| <b>Tabla 48</b> | MR del concreto + 2% Fibra plástica reciclada, a 7 días. ....              | 92  |
| <b>Tabla 49</b> | MR del concreto + 2% Fibra plástica reciclada, a 14 días. ....             | 93  |
| <b>Tabla 50</b> | MR del concreto + 2% Fibra plástica reciclada, a 28 días. ....             | 93  |
| <b>Tabla 51</b> | MR del concreto + 4% Fibra plástica reciclada, a 7 días. ....              | 94  |
| <b>Tabla 52</b> | MR del concreto + 4% Fibra plástica reciclada, a 14 días. ....             | 94  |
| <b>Tabla 53</b> | MR del concreto + 4% Fibra plástica reciclada, a 28 días. ....             | 95  |
| <b>Tabla 54</b> | MR del concreto + 6% Fibra plástica reciclada, a 7 días. ....              | 95  |
| <b>Tabla 55</b> | MR del concreto + 6% Fibra plástica reciclada, a 14 días. ....             | 96  |
| <b>Tabla 56</b> | MR del concreto + 6% Fibra plástica reciclada, a 28 días. ....             | 96  |
| <b>Tabla 57</b> | Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 7 días. ....           | 97  |
| <b>Tabla 58</b> | Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 14 días. ....          | 98  |
| <b>Tabla 59</b> | Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 28 días. ....          | 99  |
| <b>Tabla 60</b> | Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 7 días. ....           | 100 |
| <b>Tabla 61</b> | Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 14 días. ....          | 101 |
| <b>Tabla 62</b> | Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 28 días. ....          | 102 |
| <b>Tabla 63</b> | Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 7 días. ....              | 103 |
| <b>Tabla 64</b> | Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 14 días. ....             | 104 |
| <b>Tabla 65</b> | Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 28 días. ....             | 105 |
| <b>Tabla 66</b> | Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 7 días. ....              | 106 |
| <b>Tabla 67</b> | Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 14 días. ....             | 107 |



|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 68</b> Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 28 días. .... | 108 |
| <b>Tabla 69</b> Cuadro comparativo Resistencia a compresión. ....              | 109 |
| <b>Tabla 70</b> Cuadro comparativo Resistencia a compresión. ....              | 110 |
| <b>Tabla 71</b> Cuadro comparativo Resistencia a flexión. ....                 | 111 |
| <b>Tabla 72</b> Cuadro comparativo Resistencia a flexión. ....                 | 112 |





## ÍNDICE DE FIGURAS

|                  |                                                           |     |
|------------------|-----------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b>  | Desechos de tuberías. ....                                | 55  |
| <b>Figura 2</b>  | Fibra plástica reciclada.....                             | 55  |
| <b>Figura 3</b>  | Preparación de la fibra plástica reciclada. ....          | 56  |
| <b>Figura 4</b>  | Preparación de la fibra plástica reciclada. ....          | 57  |
| <b>Figura 5</b>  | Ubicación de la cantera Isla. ....                        | 57  |
| <b>Figura 6</b>  | % de humedad.....                                         | 60  |
| <b>Figura 7</b>  | Comparativa de cualidades del material.....               | 61  |
| <b>Figura 8</b>  | Comparativa densidades del material. ....                 | 62  |
| <b>Figura 9</b>  | Comportamiento del concreto en estado fresco. ....        | 74  |
| <b>Figura 10</b> | Comportamiento físico del concreto recién mezclado.....   | 75  |
| <b>Figura 11</b> | Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.....  | 97  |
| <b>Figura 12</b> | Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación..... | 98  |
| <b>Figura 13</b> | Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación..... | 99  |
| <b>Figura 14</b> | Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.....  | 100 |
| <b>Figura 15</b> | Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación..... | 101 |
| <b>Figura 16</b> | Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación..... | 102 |
| <b>Figura 17</b> | Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.....  | 103 |
| <b>Figura 18</b> | Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación..... | 104 |
| <b>Figura 19</b> | Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación..... | 105 |
| <b>Figura 20</b> | Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.....  | 106 |
| <b>Figura 21</b> | Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación..... | 107 |
| <b>Figura 22</b> | Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación..... | 108 |
| <b>Figura 23</b> | Comportamientos generales del esfuerzo a compresión. .... | 109 |
| <b>Figura 24</b> | Comportamientos generales del esfuerzo a compresión. .... | 110 |
| <b>Figura 25</b> | Comportamientos generales del Resistencia a flexión. .... | 111 |
| <b>Figura 26</b> | Comportamientos generales del Resistencia a flexión. .... | 112 |



## RESUMEN

La presente investigación analiza experimentalmente el impacto de desechos de tuberías plásticas en proporciones de 0.5%, 1% y 1.5%, junto con fibra plástica reciclada en 2%, 4% y 6% respecto al peso del cemento ( $319 \text{ kg/m}^3$ ), sobre la trabajabilidad, resistencia a compresión y flexión del concreto convencional  $f_c' 210 \text{ kg/cm}^2$ . La metodología cuenta con un enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo. Los resultados alcanzados muestran que, la trabajabilidad disminuyó conforme aumentó la dosificación de residuos, con Slump desde 9.5 cm en el patrón hasta 5.0-5.5 cm en máximas proporciones. La resistencia a compresión presentó una reducción moderada; el concreto patrón alcanzó  $224.32 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días, mientras que con 0.5% desechos y 2% fibras se obtuvieron  $214.19 \text{ kg/cm}^2$  y  $213.90 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. En contraste, la resistencia a flexión aumentó, con valores desde  $40.24 \text{ kg/cm}^2$  (patrón) hasta  $46.34 \text{ kg/cm}^2$  y  $49.20 \text{ kg/cm}^2$  para 1.5% desechos y 6% fibras, respectivamente. El estudio concluye que, la inclusión controlada de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada modifica las propiedades del concreto, manteniéndolas dentro de rangos funcionales y normativos, esta práctica mejora la resistencia flexional y ofrece una alternativa sostenible para la gestión de residuos plásticos en la provincia de Lampa, siendo viable para aplicaciones constructivas con ajustes en la dosificación y manejo de la mezcla.

**Palabras clave:** Concreto convencional, desechos de tuberías, fibra plástica reciclada.



## ABSTRACT

This research experimentally analyzes the impact of plastic pipe waste at proportions of 0.5%, 1%, and 1.5%, along with recycled plastic fiber at 2%, 4%, and 6% relative to the cement weight ( $319 \text{ kg/m}^3$ ), on the workability, compressive strength, and flexural strength of conventional concrete ( $f_c' 210 \text{ kg/cm}^2$ ). The methodology employs a quantitative approach, experimental design, and explanatory level. The results show that workability decreased as the waste dosage increased, with slump ranging from 9.5 cm in the control mix to 5.0–5.5 cm at the maximum proportions. Compressive strength showed a moderate reduction; the control mix reached  $224.32 \text{ kg/cm}^2$  at 28 days, while with 0.5% waste and 2% fiber, compressive strengths of  $214.19 \text{ kg/cm}^2$  and  $213.90 \text{ kg/cm}^2$  were obtained, respectively. In contrast, flexural strength increased, with values ranging from  $40.24 \text{ kg/cm}^2$  (control) to  $46.34 \text{ kg/cm}^2$  and  $49.20 \text{ kg/cm}^2$  for 1.5% waste and 6% fibers, respectively. The study concludes that the controlled inclusion of pipe waste and recycled plastic fiber modifies the properties of concrete, keeping them within functional and regulatory ranges. This practice improves flexural strength and offers a sustainable alternative for plastic waste management in the Lampa province, proving viable for construction applications with adjustments to the mix design and handling.

**Keywords:** Conventional concrete, pipe scrap, recycled plastic fiber.

## INTRODUCCIÓN

El acelerado incremento en la generación mundial de residuos plásticos constituye uno de los principales desafíos ambientales de la era contemporánea. En particular, los desechos provenientes de tuberías y fibras plásticas recicladas representan un volumen considerable de estos residuos, cuya gestión inadecuada provoca impactos negativos sobre los ecosistemas y la salud pública. Ante este problema que global tanto la industria de la construcción civil emerge exige un sector estratégico para la incorporación de materiales reciclados a través de un enfoque sostenible para la evitar altos niveles de contaminación y promover la economía circular.

En el caso peruano, país en el que la generación de desperdicios de plástico continúa creciendo, a la vez que los porcentajes de reciclaje se mantienen bajos, lo que aumenta la acumulación y la eliminación inadecuada de estos. Por lo tanto, el estudio de soluciones innovadoras para incluir los desechos de plástico en mezclas de concreto para desechos residuales contribuirá a mejorar la gestión de desperdicios y a la sustentabilidad de las infraestructuras.

Por lo tanto, en la provincia de Lampa, en la que, a pesar de su rápido crecimiento urbanístico, sufre de limitaciones adecuadas en términos de infraestructura para la gestión de residuos integral, padece un problema similar. Debido a la acumulación de desechos plásticos, que incluyen los generados por las tuberías y las fibras residuales, su calidad ambiental se ve comprometida y, por lo tanto, requiere una estrategia efectiva a nivel local que se pueda adaptar específicamente a sus condiciones. De esta manera, se necesita una evaluación científica sobre el efecto de la adición controlada de tales residuos plásticos a las propiedades del concreto convencional producido en la región a uso, en términos de trabajabilidad, resistencia a la compresión y a la flexión.





Para el año 2025, este estudio permitirá recabar evidencia técnica y científica que respalde la viabilidad de estos tipos de mezclas modificadas, publicado desde Aula Saharaui. Por lo tanto, este estudio contribuirá a no solo al manejo del medio ambiente sino también al desarrollo de prácticas constructivas más sostenibles en la provincia de Lampa.

La investigación consta de cuatro capítulos:

**Capítulo I:** En este capítulo, se menciona el problema que dio origen a la investigación, los objetivos a cumplir en el estudio. Además, se expone los sustentos teóricos, las hipótesis de trabajo y la definición exhaustiva de las variables, sus dimensiones e indicadores a investigar.

**Capítulo II:** En general, una vez más, el marco contextual de este documento incluye una variedad de antecedentes y estudios previos relevantes. Junto con los conceptos clave que es necesario entender y el vocabulario técnico asociado con el tema, crea las bases necesarias para la comparación con otras investigaciones similares.

**Capítulo III:** Para garantizar la fiabilidad y validez de la investigación, este capítulo explica el método de investigación, que incluye los procedimientos empleados para recopilar y analizar datos.

**Capítulo IV:** Por último, se emplean gráficos y tablas para verificar las conclusiones obtenidas a partir de los datos. Además, se analizan los resultados y su pertinencia para el tema de estudio.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Situación problemática.

La construcción no es una excepción, ya que la preocupación global por la sostenibilidad del medio ambiente ha provocado la necesidad de buscar soluciones creativas. La ONU informa que más del 39% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el mundo están asociadas con el sector de la construcción, ya que una cantidad significativa de estas emisiones proviene de materiales de construcción como el hormigón. El hormigón es uno de los materiales más esenciales para la construcción, pero se necesita mucha materia prima y energía para fabricarlo, lo que lo convierte en un agravante considerable para el cambio climático. Por lo tanto, el uso de recursos reciclados como plásticos y tuberías de desagüe puede ayudar a reducir el impacto. Rojas et al., (2021).

En Perú, en el contexto nacional, se presenta una crisis ambiental que va en aumento, particularmente vinculada con la administración de residuos plásticos y otros desechos industriales. Según el Ministerio del Ambiente de Perú (2020), el país genera anualmente más de 1.5 millones de toneladas de residuos plásticos, de los cuales solo una pequeña fracción es reciclada. La industria de la construcción no está exenta de esta problemática, y la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de concreto podría contribuir a la disminución de estos desechos. Sin embargo, aún existen pocas

investigaciones sobre el impacto real de estos materiales reciclados en las propiedades del concreto, especialmente en zonas como la provincia de Lampa, donde la actividad constructiva es creciente pero enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad.

La provincia de Lampa, ubicada en la región de Puno, se encuentra en una situación en la que el uso del hormigón en el desarrollo de infraestructura es crucial para el progreso de la región. La ausencia de procedimientos sostenibles en la fabricación tradicional de hormigón ha afectado negativamente los costos de construcción y la ecología local. La mayoría de los residuos de plásticos y tuberías, específicamente del sector del plástico y de la construcción, también son una fuente importante de contaminación en esta área. Integrar tales residuos en la mezcla de hormigón puede aliviar el nivel de los residuos y mediar las características normalmente favorables del hormigón, tales como la flexión y la durabilidad que son cruciales para la infraestructura local. López et al., (2021).

El presente estudio tiene por finalidad evaluar los efectos sobre las propiedades del hormigón convencional, tales como trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, que posee la incorporación de residuos de tuberías y fibra plástica reciclada en determinadas proporciones, con el objetivo de generar una propuesta de construcción sustentable y eficiente dentro de la provincia de Lampa.

## **1.2 Planteamiento del problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cuál es el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas sobre las propiedades del concreto convencional en la provincia de Lampa 2025?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

1. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la trabajabilidad de la mezcla de concreto convencional en la provincia de Lampa?
2. ¿Cuál es la influencia de la adición de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de Lampa?
3. ¿Cuál es la incidencia del empleo de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto convencional en la provincia de Lampa?

## **1.3 Objetivos de la investigación.**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas sobre las propiedades del concreto convencional en la provincia de Lampa 2025.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Analizar el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la trabajabilidad de la mezcla de concreto convencional en la provincia de Lampa.
2. Determinar la influencia de la adición de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de Lampa.
3. Determinar la incidencia del empleo de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto convencional en la provincia de Lampa.



## **1.4 Justificación de la investigación.**

### **1.4.1 Justificación Teórica**

Numerosas investigaciones recientes han investigado cómo la incorporación de plásticos afecta características como la trabajabilidad, la densidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del hormigón, sin embargo los resultados difieren según el tipo y el porcentaje del material añadido. Sin embargo, existe una limitada literatura enfocada en mezclas con residuos plásticos provenientes de tuberías y fibras bajo condiciones y materiales propios de la región andina peruana. El presente trabajo permitirá generar evidencia técnica local que enriquecerá los marcos de referencia teóricos existentes y aportará en los materiales alternativos y sostenibilidad en la construcción.

### **1.4.2 Justificación Práctica**

Este estudio ofrece herramientas directas a constructores y gestores municipales para evaluar la viabilidad de emplear desechos plásticos como aditivos en mezclas de concreto. Al determinar experimentalmente los efectos de distintas proporciones de residuos de tuberías y fibras, el estudio proporciona resultados aplicables en la formulación de mezclas dirigidas a obras civiles en la provincia de Lampa. Así, se permitirán decisiones informadas sobre las modificaciones potenciales de las técnicas normales de diseño de mezclas, y las recomendaciones para los procedimientos de recolección, selección y procesamiento de plásticos reciclados para fines de construcción.

### **1.4.3 Justificación Social**

En la dimensión social, la tesis considera una cuestión pertinente para mejorar la calidad de vida en la provincia de Lampa: la acumulación de desechos plásticos y sus consecuencias para el medio ambiente en zonas urbanas y rurales. La solución



conveniente de este problema mediante la integración de residuos en la producción de materiales de construcción fomenta la aparición de una cultura de reciclaje, reducir focos de contaminación y fortalecer la conciencia ambiental de la población. Por otra parte, se genera conocimiento técnico-científico local que empodera a la comunidad y a las instituciones educativas y promueve que los y las estudiantes, profesionales y autoridades participen activamente en la búsqueda de soluciones innovadoras sostenibles.

#### **1.4.4 Justificación Económica**

Se manifiesta en el potencial que tiene el uso de desechos plásticos reciclados para reducir los costos de producción del concreto convencional al sustituir parcialmente materiales vírgenes, como los agregados naturales. Esta alternativa puede disminuir el gasto en materias primas, generar mercados locales de reciclaje y agregar valor a los residuos antes considerados basura. Además, el desarrollo de nuevas cadenas productivas asociadas al reciclaje y reutilización de plásticos podría crear oportunidades de empleo e ingresos tanto para recicladores informales como para empresas de la zona, dinamizando la economía circular en la provincia de Lampa.

#### **1.4.5 Justificación Ambiental**

Ambientalmente, el estudio se justifica por el claro beneficio de mitigar la contaminación plástica que afecta cursos de agua, suelos y paisajes locales. Reutilizar desechos de tuberías y fibras plásticas recicladas en concreto contribuye a reducir la presión sobre rellenos sanitarios, disminuir la extracción de agregados pétreos y limitar la huella de carbono asociada a la producción y disposición final de residuos plásticos. Este enfoque es coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las políticas gubernamentales centradas en la gestión holística y sostenible de los residuos sólidos, ofreciendo respuestas pragmáticas a un importante problema ambiental contemporáneo.

## 1.5 Hipótesis de la Investigación.

### 1.5.1 Hipótesis General.

El efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas será positiva debido a que mejorarán las propiedades del concreto convencional en la provincia de Lampa 2025.

### 1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. El efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto convencional en la provincia de Lampa.
2. La influencia de la adición de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de Lampa.
3. La incidencia del empleo de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas mantendrá la resistencia a la flexión del concreto convencional en la provincia de Lampa.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 Variable independiente.

Desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en el concreto.

#### Indicadores:

- ❖ % desechos de tuberías (0%, 0.5%, 1%, 1.5%)
- ❖ % fibra plástica reciclada (0%, 2%, 4%, 6%).

### 1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del Concreto convencional

#### Indicadores:

- ❖ Trabajabilidad (Slump)



- ❖ Resistencia a la Compresión
- ❖ Resistencia a la Flexión.

### 1.7 Operacionalización de Variables.

**Tabla 1**

*Cuadro de operación de variables.*

| Variable Independiente                                                | Definición                                                                                                                                                           | Dimensiones              | Indicadores                                                                                         | Valor final                                                    | Inst. Medición                                    | Tipo                   |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en el concreto</b> | Porcentaje de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada adicionados a la mezcla de concreto convencional, en relación al peso del cemento.                     | Desechos de tuberías     | % de desechos de tuberías plásticas añadidos respecto al peso del cemento en la mezcla de concreto. | Desechos de tuberías plásticas: 0.5% - 1.5%                    | Balanza de laboratorio y diseño de dosificación   | Cuantitativa, ordinal  |
|                                                                       |                                                                                                                                                                      | fibra plástica reciclada | % de fibra plástica reciclada respecto al peso del cemento en la mezcla de concreto.                | fibra plástica reciclada: 2.0% - 6.0%                          | Balanza de laboratorio y diseño de dosificación   | Cuantitativa, ordinal  |
| Variable Dependiente                                                  | Definición                                                                                                                                                           | Dimensiones              | Indicadores                                                                                         | Valor final                                                    | Inst. Medición                                    | Tipo                   |
| <b>Propiedades del concreto permeable</b>                             | Características físico-mecánicas del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que se modifican al incorporar desechos de tuberías plásticas y fibra plástica reciclada. | Trabajabilidad           | Asentamiento del cono de Abrams                                                                     | 4 cm – 12 cm                                                   | Cono de Abrams                                    | Cuantitativa, continua |
|                                                                       |                                                                                                                                                                      | Resistencia              | Resistencia a la compresión del concreto endurecido a 7 y 28 días.                                  | $f'_c$ : 200 kg/cm <sup>2</sup> – 260 kg/cm <sup>2</sup>       | Prensa Hidráulica                                 | Cuantitativa, continua |
|                                                                       |                                                                                                                                                                      | Resistencia a la flexión | Resistencia a la flexión del concreto a 7 y 28 días.                                                | Módulo de rotura 20 kg/cm <sup>2</sup> – 40 kg/cm <sup>2</sup> | Máquina de ensayo de flexión de vigas de concreto | Cuantitativa, continua |

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Según Luna et al., (2021). Su estudio "Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Recicladas de PET". La proliferación de plástico desperdiciado se ha convertido en un problema ambiental importante a nivel mundial. En este trabajo se utilizaron botellas de plástico de tereftalato de polietileno (PET) desechadas para generar fibras recicladas, que posteriormente se combinaron con hormigón para fabricar muestras prismáticas. Se evaluó el comportamiento a la flexión, en cuanto a resistencia y rigidez a la flexión, de muestras de hormigón reforzadas con diferentes contenidos de fibra de PET mediante probetas sometidas a una configuración de carga central. La rigidez a la flexión se determinó de acuerdo con las normas JSCE. También se evaluaron elementos compuestos por fibras vírgenes y una mezcla de control sin fibras para un análisis comparativo. Los resultados indican que la incorporación de fibras de PET al hormigón produjo una resistencia residual comparable o superior a la del hormigón reforzado con fibras vírgenes. El hormigón con un bajo porcentaje de fibra reciclada es desaconsejable debido a su limitada resistencia residual y ductilidad.



Según Magbool, (2025) su estudio “Sostenibilidad del uso de fibra plástica reciclada en hormigón verde”. Este documento aborda el creciente problema ambiental de los residuos plásticos (RP), que plantea importantes desafíos para su eliminación y contribuye a la degradación ecológica. Por el contrario, el reciclaje y la reutilización de residuos plásticos ofrecen importantes beneficios ambientales y económicos, que superan con creces los métodos tradicionales de vertedero. El documento revisa varios modelos económicos y estrategias de tratamiento para la eliminación de residuos de PW. También analiza críticamente el efecto de las RPF en las propiedades frescas del hormigón, el comportamiento mecánico, la ductilidad, el rendimiento acústico y las propiedades térmicas. Los estudios muestran que la adición de fibras plásticas recicladas (RPF) disminuye la trabajabilidad del hormigón, y un mayor contenido de fibra causa mayores reducciones, aunque la trabajabilidad sigue siendo aceptable dentro de ciertos límites de dosificación. Este estudio muestra que la adición de fibras plásticas de desecho (WPF) o fibras de PET mejora la resistencia del concreto hasta un 0,75 %–1,5 % y la resistencia a la flexión hasta un 0,6 %–1,75 %, pero un mayor contenido de fibra conduce a una reducción de la resistencia debido a una unión débil y una dispersión deficiente. Este estudio también demuestra que las fibras recicladas como el PET, el PP y el HDPE mejoran la durabilidad del hormigón. El PET ofrece una alta resistencia alcalina, el PP es propenso al desprendimiento y el HDPE proporciona adhesión por fricción. La aplicación de fibras recicladas en la construcción, tanto como áridos como fibra, tiene el potencial de mejorar la sostenibilidad desde perspectivas ambientales y económicas. Este artículo proporciona información y una perspectiva global que puede guiar nuevas vías hacia la sostenibilidad para investigadores y profesionales del sector de la construcción, a la vez que ofrece recomendaciones para futuras investigaciones académicas.

Según Meza, (2023) su estudio “Evaluación del desempeño físico y mecánico del concreto reforzado con fibras de PET reciclado”. La elevada demanda de productos de

PET provoca la acumulación de residuos y, por consiguiente, daños ambientales. El PET es un polímero resiliente con una tasa de descomposición moderada debido a sus características inherentes. Esta investigación sugiere convertir el PET en fibras sintéticas derivadas de PET reciclado e integrarlas en mezclas de hormigón simple y reforzado para mitigar su potencial contaminante. Este artículo proporciona un análisis exhaustivo de la incorporación de fibras de PET reciclado al hormigón. Se realizaron experimentos de laboratorio en varias probetas con diferente contenido y longitud de fibra para analizar y evaluar el comportamiento del hormigón reforzado con fibra de PET (PRFC) y sus atributos, como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. El refuerzo con fibra mejora las propiedades mecánicas del hormigón. Los elementos que contienen fibras presentan una resistencia a la compresión superior, mayor resistencia al agrietamiento inicial y mayor deformación última en comparación con los que no contienen fibras. El uso de fibras en el hormigón reforzado (HR) mejora la tenacidad del material y reduce su huella ambiental, cuantificada en  $\text{CO}_2\text{-kg/kg}$ . La relación de esbeltez y el tamaño máximo del agregado (VMA) son determinantes que afectan las características del hormigón reforzado con fibras (CRF). Un aumento de la relación de esbeltez y una mayor relación esbeltez/VMA influirían significativamente en las cualidades del CRF, como la trabajabilidad, la densidad, la resistencia a la compresión y flexión.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales.**

Según Mejía, (2025) su tesis "Comportamiento del concreto de  $\text{FC}=210 \text{ kg/cm}^2$  para elementos estructurales utilizando los desechos de coreciclado y aditivo Sikament 306". Esta tesis tiene como objetivo mejorar las características del hormigón reciclado utilizando escombros de hormigón de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y la adición de Sikament 306. Además, implica analizar, evaluar y contrastar las cualidades mecánicas y físicas, junto con los precios, del hormigón reciclado para su uso en componentes estructurales. Este estudio es explicativo, ya que establece la relación causal entre dos variables. Utiliza una

metodología cuantitativa, mediante la cual se utilizan métricas numéricas para el análisis de datos, y un diseño de estudio cuasi-experimental, dado que los individuos no son asignados aleatoriamente a los grupos. La investigación arrojó los siguientes resultados: 258,97 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia para la muestra de control, 303,83 kg/cm<sup>2</sup> para 40% de sustitución, 268,87 kg/cm<sup>2</sup> para 60% de sustitución, 243,70 kg/cm<sup>2</sup> para 80% de sustitución, y 220,64 kg/cm<sup>2</sup> para 100% de sustitución de agregados. Los costos de fabricación del concreto reciclado son los siguientes: S/619.00 para concreto ordinario, S/622.43 para una sustitución del 40%, S/622.46 para una sustitución del 60%, S/622.48 para una sustitución del 80% y S/621.38 para una sustitución del 100%. Esta tesis indica que las características del concreto reciclado, utilizando 210 kg/cm<sup>2</sup> de residuos de concreto reciclado y la adición de Sikament 306, mejoraron en comparación con el concreto ordinario. Las pruebas indicaron que una mezcla con una sustitución del 40% produjo una mejora del 24% en las propiedades mecánicas en relación con el concreto ordinario, presentando pocos cambios en las propiedades mecánicas y costos comparables al concreto estándar.

Según Caviedes, (2021) su tesis "Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con residuos de PVC y concreto convencional en una losa de pavimentos rígido en la obra mejoramiento integral de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles principales y secundarias de la APV Pata Pata-distrito de San Jerónimo-Cusco". Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto que contiene una proporción específica de PVC con la del concreto normal en una losa de pavimento rígido en una obra en la zona de San Jerónimo de Cusco. Se utilizó una metodología cuantitativa, utilizando un diseño experimental de un solo factor, de efectos fijos. La variable independiente fue la inclusión de 3% de residuo de PVC, que afectó directamente la resistencia a la compresión del concreto. La muestra incluyó 18 ejemplos de concreto. Los datos se recopilaron utilizando un formulario de recolección para documentar las medidas de resistencia a la

compresión después de siete, catorce y veintiocho días de curado. Los hallazgos de la investigación indican que la resistencia a la compresión del concreto que incorpora residuos de PVC supera a la del concreto convencional en una losa de pavimento rígido. Esto se sustenta con la prueba t de Student, que reveló una diferencia significativa a favor del concreto con 3% de PVC, produciendo una resistencia de 226.70 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con 215.07 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto convencional.

Según Soplin et al., (2023) su tesis "Efecto de la adición de fibras recicladas de polietileno tereftalato en la fisuración por contracción plástica en pavimentos de concreto, Asociación La Perla II, San Martín de Porres, Lima 2023". Esta tesis investiga el uso de fibras de PET recicladas en pavimentos de concreto en varias dosis para determinar la cantidad óptima que minimiza las fracturas debido a la retracción plástica. Capítulo I, definido por los principios principales. Esta sección dilucida los problemas que surgen del agrietamiento por retracción plástica en el concreto y articula tanto el problema general como los desafíos particulares. En consecuencia, se formulan el objetivo general, los objetivos individuales, la hipótesis general y las hipótesis específicas. La operacionalización de las variables en este estudio está bien delineada. Capítulo II, definido por el marco teórico. Esta sección de la tesis hace referencia a la literatura actual sobre el tema investigado. Se juntan ciertas definiciones y procedimientos relevantes, incluyendo fibras de PET reciclado, competencias del concreto en la fase plástica temprana, tipos de clasificación de grietas y tipos de pruebas para el concreto en fresco y endurecido en porcentajes variables de fibras de PET reciclado. \* Capítulo III, definido por la focalización. Es decir, la sección que contienen como delimitantes la metodología, el alcance, el diseño de estudio, la demografía y la muestra. En las líneas de texto que me acompañan, se demuestran las metodologías y herramientas utilizadas para comenzar la fase de investigación experimental, a tomar un diseño de mezcla base de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Todo se hace para conseguir los diseños de mezcla para con y sin fibras de PET reciclado y en dosificaciones de fibra de 0,25%, 0,50%, 0,75% y de 1,00% de la



mezcla. \* Capítulo IV: citado como el marco experimental. Sección que exhibe los diseños de mezcla necesarios y la realización de varios experimentos para verificar el impacto en la compresión plástica, compresión de bloques, flexión y tracción diametral. Finalmente, los resultados finales son analizados para obtener la ventaja y la desventaja de dar a la acción el uso de fibras de PET reciclado en un pavimento de concreto. Capítulo V: Análisis y discusión de hallazgos. Esta sección describe los resultados de los diversos experimentos realizados en concreto incluyendo y excluyendo fibras de PET recicladas. Capítulo VI, Conclusiones. Esta sección describe los hallazgos derivados de los resultados de los numerosos experimentos realizados con diferentes dosis. El uso de fibras de PET recicladas al 1,00 % mejora notablemente la mitigación de las fracturas por retracción plástica, aumentando así la resistencia a la compresión, la flexión y la tracción diametral. El Capítulo VII, según se describe en las sugerencias, especifica el uso prospectivo de fibras de PET recicladas como complemento en pavimentos de hormigón para un estudio futuro.

Según Quispe et al., (2023) su tesis "Efectos del concreto reciclado y la fibra de plásticos HDPE (envases reutilizados), en concretos  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> diseñado en la ciudad de Lircay – Angaraes". Nuestro estudio investigó el impacto del uso de agregados de concreto reciclado y plásticos HDPE en concreto de alta resistencia con una resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Utilizamos proporciones variables de estos nuevos materiales reciclados, a saber, 5%, 10%, 15% y 20%. Para nuestra investigación, construimos meticulosamente 30 especímenes de prueba en circunstancias ideales, de acuerdo con todas las normas peruanas para probar concreto fresco y curado. Posteriormente, realizamos pruebas de resistencia en estos especímenes a los 7, 14 y 28 días, siguiendo meticulosamente las normas y regulaciones aplicables. Nuestra técnica involucró una investigación exhaustiva, lo que nos permitió considerar las mejores proporciones de los agregados de concreto reciclado y los plásticos HDPE a agregar en el concreto. Nuestras consideraciones nos llevaron a

determinar que los porcentajes ideales para ambos aditivos serían del 5% y 10%. El marco de estudio abordado anteriormente es consistente con varios elementos de nuestra investigación. Inicialmente, tomamos el desafío de plantear los problemas a los que nos enfrentaríamos. Luego evaluamos la teoría buscando ideas clave que nos ayudarán a abordar adecuadamente la cuestión. Luego examinamos los métodos utilizados para abordar el tema de estudio relativamente no abordado. Finalmente, presentamos los hallazgos de las muestras construidas, que revelan conclusiones significativas sobre los efectos de la inclusión de agregados de hormigón reciclado y plástico HDPE en el hormigón con una presión máxima de  $280 \text{ kg} / \text{cm}^2$ . Nuestra investigación ha logrado un hito innovador de: Producción de hormigón sostenible y duradero de alta calidad en ingeniería. Nuestra innovación es transformadora en la medida en que se espera que transformará nuestro proceso de construcción y producción de hormigón al reducir la huella del hormigón en las condiciones mecánicas de diseño de  $280 \text{ kg} / \text{cm}^2$ .

### **2.1.3 Antecedentes Locales.**

Según Flores, (2020) su artículo "Efecto del reciclado de las fibras de las botellas Pet en la resistencia del concreto normal". Hoy en día, nos enfrentamos a un problema de protección ambiental. El estilo de vida contemporáneo y las tecnologías emergentes han incrementado la producción de basura, lo que plantea un dilema en cuanto a su eliminación. Las botellas de PET, designadas como no biodegradables, deben desecharse o reciclarse adecuadamente para preservar un medio ambiente limpio. Se realizó una investigación experimental para examinar el impacto de las fibras de botellas de PET recicladas en la resistencia del hormigón convencional. Estas fibras se obtuvieron mediante reciclaje mecánico. Se desarrollaron diversas mezclas de hormigón con la incorporación de fibras de PET, con una proporción que variaba del 0 % al 8 % en peso de cemento. Los hormigones resultantes se yuxtapusieron con hormigón convencional (0 % de PET). Se evaluaron las resistencias a la compresión y a la flexión



del hormigón. Los resultados demuestran que el hormigón con un 2 % de PET alcanza su resistencia máxima a la compresión, con una mejora del 2,6 %, mientras que el hormigón con un 4 % de PET experimenta una reducción del 6,3 %, aunque aún supera los 210 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la flexión del hormigón con un 4 % de fibras de PET aumenta un 24 %. En consecuencia, el uso de hasta un 4% de fibras de PET puede mejorar la resistencia del hormigón, sirviendo como una estrategia eficaz para mitigar algunos problemas ambientales relacionados con los desechos de PET.

Según Pampamallco et al., (2022) su tesis "Aplicación de la fibra de plástico reciclado para el mejoramiento óptimo de pavimento rígido, caso Av. Manuel E. Cordero y Av. Mariscal Castilla-Huancané-Puno". Este estudio tuvo como objetivo mejorar las características físicas y mecánicas del hormigón mediante el uso de tres variedades de fibras plásticas recicladas: tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno de baja densidad (LDPE). Esto mejorará el rendimiento en el diseño de pavimentos rígidos. Se evaluó la incorporación de las siguientes fibras plásticas: tereftalato de polietileno (PET) a 1, 1,5 y 2 kg/m<sup>3</sup>; polipropileno (PP) a 0,55, 0,60 y 0,65 kg/m<sup>3</sup>; y polietileno (P) a 0,80, 1,00 y 1,20 kg/m<sup>3</sup>. La teoría postula que el uso de estas fibras mejorará tanto la resistencia a la compresión como a la flexión, optimizando así el espesor de la losa y minimizando los costos en la construcción de pavimentos rígidos. El hormigón reforzado con fibra de tereftalato de polietileno (PET) a una concentración de 2 kg/m<sup>3</sup> mostró una resistencia a la compresión (12,56%) y a la flexión (20%) mejoradas en relación con el hormigón de control. El uso de fibra de polipropileno (PP) a una dosis de 0,65 kg/m<sup>3</sup> demostró mejoras en la resistencia a la compresión (6,09%) y a la flexión (22,07%) en relación con el hormigón de control. No obstante, la incorporación de polietileno de baja densidad (LDPE) a una dosis de 0,8 kg/m<sup>3</sup> resultó en una resistencia a la compresión (1,8%) y a la flexión (2,11%) mejoradas en relación con el hormigón de control. Los resultados de los ensayos de compresión mecánica se modificaron de acuerdo con la metodología AASHTO-93 para el diseño de pavimentos rígidos, indicando

un espesor de losa de hormigón estándar de 16,77 cm y un espesor de 16,25 cm para el hormigón reforzado con fibras de tereftalato de polietileno (PET). La reducción de 0,52 cm en el espesor de la losa disminuye tanto el volumen como el coste del hormigón. Según la especificación CE.0.10, el proyecto se clasifica como autopista, con un espesor mínimo de 20 cm. Los resultados favorables obtenidos con los residuos plásticos PET permiten su uso como material de refuerzo para el hormigón, mitigando así el impacto ambiental.

Según Vilca, (2024) su tesis "Propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca - Puno 2021", El objetivo principal es evaluar los cambios en las cualidades físicas y mecánicas del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en las regiones altoandinas, concretamente Juliaca - Puno, en 2021. El enfoque utilizado fue una variante del método científico. Investigación aplicada, caracterizada por un nivel explicativo y un diseño experimental. Se ofreció un concreto normal con una resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , junto con concretos modificados que incluían caucho y plástico reciclados, reemplazando el 5% (3% caucho y 2% plástico), el 10% (6% caucho y 4% plástico) y el 15% (9% caucho y 6% plástico) del volumen de agregado grueso. Los resultados fueron los siguientes: el asentamiento óptimo fue de 6 cm con la modificación del 5%; la densidad mínima fue de  $2273 \text{ kg/m}^3$  con la modificación del 15%; la resistencia a la compresión máxima fue de  $190,4 \text{ kg/cm}^2$  con la modificación del 5%; La resistencia máxima a la flexión fue de 3,86 MPa con la modificación del 10 %. El estudio indica que el hormigón modificado presenta variaciones favorables en las características físicas y mecánicas, lo que resulta en una menor densidad y una mayor resistencia a la flexión, pero cambios desfavorables en el asentamiento y la resistencia a la compresión. Esta investigación determinó que la modificación óptima del hormigón se logró con el 5 % (3 % de caucho y 2 % de plástico).

## 2.2 Bases teóricas.

### 2.2.1 Concreto Convencional.

El concreto convencional es un material fundamental en la ingeniería civil, ampliamente utilizado debido a su versatilidad y capacidad de adaptación a una variedad de condiciones estructurales. Se compone principalmente de cemento Portland, agregados finos y gruesos, agua y, ocasionalmente, aditivos que permiten modificar ciertas propiedades del concreto, como su tiempo de fraguado, fluidez y resistencia a diversas condiciones ambientales. Las características esenciales de hormigón, como la resistencia y la trabajabilidad, lo hacen el material más común para infraestructura de cualquier tipo, desde casas hasta puentes y carreteras Neville, (2020).

En general, el concreto convencional es conocido por su alta resistencia a la compresión, por lo que es EL adecuado para soportar esfuerzos en esta dirección y se utiliza para soportar grandes cargas verticales debido a al alta eficiencia de dragado. Este material ha sido utilizado en una amplia variedad de áreas que van mucho más allá de las estructuras de concreto armado, desde la construcción de presas, túneles y pavimentos de carreteras hasta grandes edificios Mehta et al., (2020). Sin embargo, en los últimos años, debido a la forma en que se produce el cemento y el impacto ambiental de esta producción, ha habido un creciente esfuerzo por su investigación y desarrollo y ha surgido como una alternativa sostenible. Un s-items de desarrollo de mezclas más amigables con la tierra que requieran menos cemento Ribeiro et al., (2021).

#### 2.2.1.1 Composición del Concreto

La composición del concreto varía dependiendo de la proporción de cada uno de sus componentes. Estos son:

1. **Cemento Portland:** El cemento es el ingrediente principal y actúa como el aglutinante en la mezcla. Su propósito principal es hacer que la mezcla sea fuerte y resistente. El cemento Portland es el material más común en la producción de

concreto debido a su versatilidad y durabilidad. La hidratación del cemento es la etapa que permite que el concreto adquiera su resistencia final Mehta et al., (2020).

2. **Agregados finos:** En cuanto a los finos, son partículas más pequeñas que mejoran la trabajabilidad y facilitan la densidad. Los agregados finos influyen notoriamente en las propiedades mecánicas del concreto; tales es el caso de la resistencia y durabilidad. Asimismo, su influencia en la relación agua/cemento incide en la calidad del concreto resultante Santos et al., (2021).
3. **Agregados gruesos:** Se refiere a los componentes esenciales que aportan la resistencia estructural del concreto. Su calidad afecta enormemente la fuerza y resistencia del concreto y la durabilidad de la estructura. Por lo tanto, se deben seleccionar según la norma operativa para asegurar una buena combinación. Javier et al., (2022).
4. **Agua:** De hecho, el primer reactivo es el medio mediante el cual los compuestos del cemento se activan y se transforman en una masa líquida antes del fraguado. Sin embargo, el agua no influye únicamente en la hidratación del cemento, sino que también presenta un efecto significativo en las características del concreto final, como la trabajabilidad y la resistencia. La calidad del agua es crucial para evitar reacciones no deseadas durante el curado Ríos et al., (2020).
5. **Aditivos químicos:** En general, su inclusión depende de las características específicas que se deseen mejorar: resistencia a bajas temperaturas, velocidad de fraguado, durabilidad en ambientes agresivos, o diversos otros. De acuerdo con su función, los aditivos pueden ser retardadores, aceleradores y superplastificantes. Como se había discutido previamente, estos aditivos permiten modificar el concreto de acuerdo a las necesidades del proyecto Alvarado et al., (2023).

#### 2.2.1.2 Propiedades del Concreto

El hormigón convencional posee diversas propiedades fundamentales que determinan su rendimiento en la construcción de infraestructuras duraderas y robustas.

Estas propiedades son necesarias para garantizar la seguridad, la funcionalidad y la durabilidad de las estructuras en las que se utiliza.

#### **Trabajabilidad:**

La trabajabilidad es una propiedad clave que se refiere a la facilidad con la que el concreto fresco en cualquier estructura puede ser manejado, transportado, colocado y compactado en el sitio de la obra. Una alta trabajabilidad es necesaria para asegurar la homogeneidad de la mezcla y prevenir defectos en la estructura terminada, como la separación de los componentes. La trabajabilidad es, habitualmente, medido a través de un cono de dirección que indique la consistencia del concreto fresco, usualmente juzgado por la fluidez y la facilidad para verter Neville, (2020). Una trabajabilidad apropiada reduce también la necesidad de trabajar en duras condiciones, y puede potenciar la fuerza y durabilidad de la estructura final Rodríguez. et al., (2021).

#### **Resistencia a la compresión:**

El uso más común del concreto convencional es para elementos estructurales que soportan cargas máximas, como vigas, pilares y losas. Una de las propiedades del concreto que lo convierten en el material elegir para tales estructuras es la resistencia a la compresión. La resistencia, en este caso, se entiende como la capacidad de un material a soportar esfuerzos externos, tales como fuerzas estáticas o dinámicas. Según Mehta et al., esto varía en función de la mezcla y no cemento y, a menudo, supera 20-40 MPa: la mayoría de las veces, ISSN. Este parámetro es uno de los más críticos para el diseño estructural y la operatividad a largo plazo Hernández et al., (2022).

#### **Durabilidad:**

La durabilidad es una de las propiedades más cruciales del hormigón, y este término se aplica para determinar la duración de las estructuras construidas con él. El hormigón debe ser capaz de soportar una amplia gama de condiciones ambientales adversas, incluyendo la exposición constante a la humedad, ciclos de congelación y descongelación, e incluso la agresividad de los productos químicos presentes en el entorno (Ribeiro et al., 2021). Las estructuras expuestas a condiciones más duras, como

puentes en zonas marítimas o entornos industriales, requieren hormigón con propiedades de durabilidad mejoradas, que incluyen baja permeabilidad. Se pueden utilizar aditivos, como inhibidores de corrosión o cementos especiales que mejoran la capacidad del hormigón para resistir los productos químicos (González et al., 2023). Además, la calidad del cemento debe ser alta y los procesos de mezcla y curado deben estar bajo el control de los fabricantes Lozano et al., (2022).

### **Resistencia a la flexión:**

El concreto convencional también tiene una capacidad limitada para resistir cargas transversales, un fenómeno denominado resistencia a la flexión. Sin embargo, este atributo es vital para fabricar vigas, losas y otras unidades estructurales que necesitan soportar no solo un esfuerzo de compresión, sino también las fuerzas de torsión y flexión. Aunque el concreto es muy eficiente en resistencia a la compresión, su resistencia a la flexión no es tan alta, por lo que se requiere el uso de refuerzos de acero, que mejoran significativamente la capacidad del concreto para soportar esfuerzos de torsión y flexión Neville, (2020). Los refuerzos metálicos permiten que el concreto funcione de manera más eficaz bajo condiciones de carga que provocan deformaciones y fisuras Pérez et al., (2022). Estos refuerzos también aumentan la ductilidad de las estructuras, permitiendo que se deformen sin colapsar bajo cargas extremas.

#### **2.2.1.3 Tendencias recientes en la investigación del concreto.**

En los últimos años, ha habido un creciente enfoque en la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental del concreto convencional. La producción de cemento es responsable de una parte significativa de las emisiones de dióxido de carbono a nivel global, lo que ha impulsado la investigación en el desarrollo de concretos más ecológicos Mehta et al., (2020). Entre las principales tendencias en la investigación se encuentran:

- ✓ **Uso de materiales reciclados:** Se están investigando alternativas a los materiales tradicionales, como la utilización de residuos industriales y materiales reciclados, como vidrio triturado o cenizas volantes, para reemplazar parcialmente el cemento o



los agregados. Estos materiales no solo reducen el impacto ambiental, sino que también pueden mejorar algunas propiedades del concreto, como la durabilidad y la resistencia a la corrosión.

- ✓ Concreto de bajo carbono: La investigación está dirigida a la creación de cementos más sostenibles, como los cementos de bajo carbono o los cementos de calcinación, que reducen significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> durante su producción. Además, se están desarrollando mezclas de concreto que requieren menos agua y menos energía en su fabricación Ribeiro et al., (2021).
- ✓ Nanotecnología: El uso de nanopartículas en la mezcla de concreto está en crecimiento, ya que se ha demostrado que pueden mejorar propiedades como la resistencia, la durabilidad y la impermeabilidad del concreto. La nanotecnología permite una mayor integración de los componentes del concreto a nivel microscópico, lo que mejora la calidad general del material.

### **2.2.2 Problemática de los residuos plásticos y su gestión**

El uso masivo de plásticos derivados del petróleo, como el polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP) y policloruro de vinilo (PVC), ha provocado una acumulación crítica de residuos plásticos en el medio ambiente. Estos materiales, muy valorados por su bajo costo, resistencia y versatilidad, han invadido prácticamente todos los sectores de consumo, desde productos de embalaje hasta componentes de productos electrónicos, textiles y alimentos. Sin embargo, sus propiedades no biodegradables generan una grave crisis ambiental, ya que los plásticos pueden tardar hasta 500 años en descomponerse por completo en la naturaleza Geyer et al., (2020). Esta resistencia a la degradación provoca un impacto devastador en los suelos, cuerpos de agua y paisajes urbanos, afectando tanto la biodiversidad como la salud humana.

Según datos recientes de la organización Global Plastic (2021), menos del 10% del plástico producido globalmente se recicla de manera adecuada, mientras que la gran mayoría de estos residuos se depositan en vertederos o se liberan al medio ambiente,

afectando ecosistemas marinos y terrestres. El plástico en los océanos no solo mata a especies marinas al ser ingerido, sino que también contribuye a la creación de microplásticos que contaminan los sistemas alimentarios y acuáticos Barnes et al., (2020). Además, los plásticos no reciclados, especialmente aquellos de un solo uso, ocupan grandes cantidades de espacio en los rellenos sanitarios, lo que agrava el problema de la gestión de residuos en ciudades y áreas rurales.

#### **2.2.2.1 Retos de la gestión de los residuos plásticos**

Uno de los mayores desafíos en la gestión de residuos plásticos radica en su separación, recolección y procesamiento adecuado. A pesar de los esfuerzos por mejorar las tasas de reciclaje, sigue siendo difícil recolectar y procesar plásticos de manera eficiente debido a la diversidad de tipos de plásticos, muchos de los cuales no son compatibles entre sí para el reciclaje Koutoupis et al., (2021). Además, la falta de infraestructura adecuada en muchas regiones del mundo, especialmente en países en desarrollo, ha llevado a una mayor acumulación de residuos plásticos en vertederos ilegales, ríos y océanos.

La clasificación incorrecta de los plásticos por los consumidores, la baja tasa de recuperación de materiales reciclables y la falta de incentivos económicos para las empresas recicladoras dificultan aún más la gestión eficiente de los plásticos. Esto resulta en una gestión inadecuada de los desechos plásticos, lo que agrava las consecuencias ambientales y sociales del problema.

#### **2.2.2.2 Impacto ambiental de los residuos plásticos**

El impacto ambiental de los residuos plásticos es amplio y perjudicial. La exposición de plásticos en ambientes naturales conduce a la liberación de aditivos químicos peligrosos, como los ftalatos y bisfenol A, que pueden contaminar las aguas subterráneas y los ecosistemas acuáticos Thompson et al., (2021). Estos contaminantes pueden entrar en la cadena alimentaria, afectando a la fauna y, en última instancia, a los seres humanos.

El plástico también tiene efectos negativos sobre los suelos, ya que contribuye a la acidificación del suelo y reduce su capacidad para mantener nutrientes esenciales para las plantas. Además, los residuos plásticos generan una barrera en el flujo de agua, lo que impide la infiltración de agua en el suelo y afecta negativamente la calidad del agua en las zonas cercanas Andrady, (2020).

#### **2.2.2.3 La economía circular como solución**

Una de las soluciones más prometedoras para abordar la creciente problemática de los residuos plásticos es la implementación de la economía circular, un modelo que promueve la reutilización, el reciclaje y la recuperación de recursos de los materiales ya utilizados. En lugar de desechar los plásticos después de su uso, la economía circular busca mantener estos materiales en el ciclo productivo el mayor tiempo posible, reduciendo la necesidad de recursos nuevos y disminuyendo los residuos generados Ghisellini et al., (2020).

En la práctica, la economía circular en la gestión de plásticos implica mejorar los procesos de reciclaje mediante la innovación tecnológica, el diseño de productos con materiales reciclables y la creación de nuevas aplicaciones para plásticos reciclados. Este enfoque también involucra la creación de políticas públicas y normativas que fomenten la responsabilidad compartida entre fabricantes, consumidores y gobiernos para asegurar una correcta gestión y reciclaje de los residuos plásticos Bastioli et al., (2020).

#### **2.2.2.4 Innovación en la industria de la construcción**

La construcción es uno de los sectores líderes en la implementación de plásticos reciclados, concreto en particular, ya que se señala como uno de los más prolíficos. El plástico como aditivo o parte integral de la mezcla concreta demostró ser una gran solución en términos de minimización de los residuos y las capacidades del material. Los estudios actuales precisan que los facultan plásticos reciclados pueden mejorar la resistencia a la compresión, la durabilidad y la impermeabilidad del concreto, lo que lo

convierte en una opción viable para diversas aplicaciones en la construcción de pavimentos, edificios y otras infraestructuras López et al., (2020).

El concreto fabricado con plásticos reciclados también contribuirá de manera significativa a la huella de carbono de la construcción, ya que reduce la cantidad de material primario que se requerirá y minimiza las emisiones derivadas de la producción del cemento. Asimismo, la adopción de plásticos reciclados en la infraestructura permitirá redefinir los desechos plásticos como un recurso valioso y, por lo tanto, apoyará la sostenibilidad de la construcción y reducirá la presión sobre el vertedero.

### **2.2.3 Incorporación de plásticos reciclados en el concreto**

El uso de plástico reciclado en concreto para obras de infraestructura contiene dos ventajas, primero, la mitigación del impacto ambiental del desecho plástico y, segundo, la mejora de propiedades de concreto como resistencia, durabilidad y tenacidad. En esta región del globo, el uso de plástico reciclado en la industria de construcción está atrayendo intereses debido a la cantidad creciente de producción de desperdicio y se requieren medidas sostenibles alternas para construir la infraestructura Sánchez et al., (2021). Nutre los esfuerzos no solo hacia la reducción del impacto ambiental de construcción sino también la reducción y optimización del uso de recurso al permitir que plástico reciclado sirva recurso por la industria de construcción.

#### **2.2.3.1 Desechos de tuberías plásticas**

Tuberías plásticas desechadas, en su mayoría fabricadas con PVC y PEAD como materiales. Ha demostrado ser una fuente valiosa de recurso una vez que se obtiene para convertirla y reutilizarla adecuadamente en la industria de la construcción. Una vez que se recicla mecánicamente, se convierte en partículas que pueden reemplazar total o parcialmente al árido fino o grueso en el concreto mixto. Además de ser una alternativa sostenible en la gestión de desechos. También puede dar lugar a materiales de construcción más livianos y avanzados.

En estudios realizados en Brasil, se ha demostrado que la adición de tubos plásticos reciclados al concreto puede realizarse en proporciones reducidas, generalmente inferior al 5% del peso del cemento, sin que esto afecte la resistencia a la compresión del concreto, Carvalho et al., (2020). De hecho, algunos estudios informan que la incorporación de estos plásticos en realidad puede mejorar algunas propiedades del concreto, como los estudios de comportamiento en términos de absorción y el consiguiente índice de disminución de la densidad del material que a priori es beneficioso porque se aplica en aplicaciones donde el factor peso de las estructuras es crítico, uso para puentes, pavimentos y estructuras de transporte Vega et al., (2021). Reducir el peso facilita no solo la elección y el transporte de las estructuras sino también tiene implicaciones positivas en términos de sostenibilidad en proyectos de construcción en términos de energía.

Además, el uso de plásticos reciclados en la producción de hormigón garantiza un uso más adecuado de los residuos plásticos que acabarían en vertederos o contaminarían los cuerpos de agua. El proceso reduce la carga ambiental causada por la acumulación de residuos plásticos, un desafío en muchos países de América Latina y de la región, como México y Colombia. En estos países, la acumulación de residuos plásticos es un problema ambiental creciente, y su reciclaje para la industria de la construcción es una solución innovadora que aborda tanto la contaminación como la escasez de recursos naturales Morales et al., (2021).

Sin embargo, a pesar de estos datos, las cuestiones relativas a la durabilidad a largo plazo de las estructuras que contienen plásticos reciclados merecen una mayor investigación. La exposición de tales mezclas a factores climatológicos extremos, altas temperaturas, alta humedad, como a agentes químicos agresivos demuestran ser un misterio área que requiere atención para asegurar que las propiedades del concreto no se vean comprometidas con el paso del tiempo. Se requiere un análisis exhaustivo sobre la resistencia al envejecimiento y la posible degradación de los plásticos dentro de la

mezcla, especialmente en aplicaciones que demandan una mayor vida útil y bajo condiciones de alto estrés estructural. López et al., (2022).

### 2.2.3.2 Fibra Plástica Reciclada:

Uno de los enfoques más comunes para la incorporación de plásticos reciclados en el concreto es el uso de fibras plásticas, las obtenidas principalmente de botellas PET, bolsas y otros desechos plásticos. Las fibras plásticas recicladas operan como un refuerzo tridimensional en la matriz cementosa, actuando en una distribución más uniforme de tensiones y en una resistencia mejorada post-fractura. Esta variante de fibras se ha demostrado aún para mejorar la ductilidad del concreto, su capacidad de soportar tensiones sin fallar y de controlar el desarrollo de grietas Santos et al., 2021. Este comportamiento favorece la fabricación de concretos más resistentes a cargas dinámicas y esfuerzos que se repiten, como es común para estructuras expuestas a tensiones sísmicas o térmicas Fernández et al., (2020).

Además, en Argentina, se ha demostrado gracias a estudios en conjunto con universidades locales, que las fibras plásticas recicladas potencian notablemente la resistencia a la tracción y tenacidad del concreto, lo cual ha mostrado resultados en estructuras más duraderas y resilientes a esfuerzos dinámicos. Dicho beneficio es aún más notorio en países de alta sismicidad, como Chile y Perú, debido a que "el concreto con fibra plástica reciclada ha presentado superior desempeño frente a cargas generadas por el aumento de tensión en concreto inducido por sismo" Fernández et al., 2020). En estos dos países, la inclusión de fibras recicladas ha aportado al aumento de absorción de impactos del material, lo cual también mejora su desempeño y durabilidad gracias a la alta exigencia estructural, como por ejemplo su uso en pavimentos y estructuras antisísmicas Santos et al., (2021).

Por ende, el tamaño y la forma de las fibras plásticas recicladas juegan un papel fundamental en la mejora de las propiedades del concreto. Debido a su perfecta capacidad para distribuir las cargas de manera uniforme, las fibras cortas y de mayor flexibilidad se han encontrado más efectivas en este aspecto. Por otro, este diseño puede



equipar un refuerzo más sólido dado que las fibras más largas han probado contribuir más a esta causa. Las fibras se ponen a prueba para formar una red que restringe la expansión de las aberturas, lo que garantiza que la estructura del concreto sea rígida a largo del tiempo Morales et al., (2021). La incorporación de estas fibras no solo mejora la resistencia mecánica del concreto, sino que también aumenta la seguridad y la sostenibilidad de las estructuras, haciendo que sean más eficientes desde el punto de vista energético y económico.

### **2.2.3.3 Impacto en Propiedades del Concreto**

La incorporación de plásticos reciclados en el concreto ha generado un interés significativo debido a los efectos notables que tiene sobre sus propiedades mecánicas. Estos impactos pueden ser tanto positivos como negativos, dependiendo de la proporción y el tipo de plástico añadido a la mezcla. A continuación, se describen algunos de los efectos más significativos:

#### **1. Trabajabilidad:**

La trabajabilidad del concreto, que se refiere a la facilidad con la que el concreto se mezcla, transporta y coloca, se ve afectada por la adición de plásticos reciclados. En general, las fibras plásticas largas o las partículas plásticas grandes pueden dificultar el mezclado y disminuir el asentamiento del concreto. Sin embargo, en los casos controlados, las fibras plásticas pueden mejorar la cohesión de la mezcla, lo que reduce el sangrado y mejora la resistencia superficial Vega et al., (2021). Este beneficio se ha observado especialmente en investigaciones realizadas en Brasil, donde las fibras plásticas recicladas contribuyen a una mayor estabilidad y mejor calidad de la superficie del concreto Carvalho et al., (2020). Estos resultados sugieren que, al optimizar las proporciones de plástico reciclado, es posible mejorar las características de la mezcla, facilitando la colocación y compactación del concreto, lo que tiene un impacto positivo en la eficiencia del proceso de construcción.

#### **2. Resistencia a la compresión:**

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del concreto, especialmente para aplicaciones estructurales. Se ha observado que la resistencia a la compresión del concreto disminuye ligeramente cuando se añaden plásticos reciclados en grandes cantidades. Sin embargo, estudios realizados en México y Colombia han demostrado que, con proporciones controladas (menos del 7,5%), la resistencia a la compresión se mantiene dentro de los rangos aceptables para aplicaciones estructurales López et al., (2020). En algunos casos, se ha observado una mejora en la durabilidad debido a la reducción del peso específico del concreto y su mayor resistencia a la corrosión Santos et al., (2021). Estas observaciones demuestran que la resistencia a la compresión se ve afectada por la adición de plástico reciclado, pero también mejoran el rendimiento a largo plazo del concreto en ambientes hostiles, lo que los convierte en materiales aptos para ciertas aplicaciones estructurales.

### **3. Resistencia a la flexión:**

La resistencia a la flexión del concreto es vital en la fabricación de estructuras sujetas a flexión y cargas dinámicas; entre estas estructuras se encuentran los pavimentos, vigas y losas. La adición de fibras plásticas recicladas permite mejorar la tenacidad del concreto, término que se refiere a su capacidad de deformación y a la conducta luego del comportamiento elástico. Este refuerzo extra es aún más útil en regiones sísmicas o con mucho tráfico. Chile y Perú han demostrado mediante pruebas de laboratorio que el uso de fibra plástica reciclada en mayor proporción mejora notablemente la resistencia a la flexión y la tenacidad de los concretos aplicados a pavimentos y demás infraestructuras mencionadas Ruiz et al., (2021). Además, el uso de fibras en estas aplicaciones mejora la distribución de las cargas, lo que contribuye a la eficiencia estructural y aumenta la vida útil de las infraestructuras, especialmente en entornos de alta demanda como las zonas urbanas y áreas de tráfico pesado.

#### **2.2.3.4 Desafíos y consideraciones futuras**

A pesar de los beneficios del uso de plásticos reciclados en el concreto, aún existen varios desafíos técnicos y ambientales que deben ser abordados. El principal reto

es asegurar que el uso de estos plásticos no comprometa la integridad estructural de las edificaciones a largo plazo, especialmente en condiciones climáticas extremas o en ambientes industriales. Además, la variabilidad de los plásticos reciclados (en términos de tipo y calidad) puede dificultar la estandarización de los procesos de fabricación de concreto con plásticos reciclados Ramírez et al., (2021).

Por lo tanto, es crucial continuar con las investigaciones y ensayos para determinar las proporciones óptimas de plásticos reciclados, las técnicas de tratamiento de los materiales y los procesos de fabricación que garanticen la durabilidad, resistencia y sostenibilidad del concreto reciclado. También es importante que los gobiernos latinoamericanos fomenten políticas que incentiven el uso de materiales reciclados y que proporcionen a las empresas de construcción las herramientas necesarias para implementar prácticas sostenibles.

## **2.2.4 Normativas y tendencias internacionales**

### **a. Normativas en América Latina**

En Brasil, el gobierno ha implementado diversas regulaciones para fomentar el reciclaje de residuos plásticos, especialmente en la industria de la construcción. La ANVISA y el INMETRO, junto con la colaboración de universidades locales, han desarrollado estándares que aseguran que los productos de concreto que incorporan plásticos reciclados sean evaluados rigurosamente bajo normativas internacionales. Este tipo de regulaciones se ajusta a los estándares ASTM C39 para pruebas de resistencia y ASTM C143 para trabajabilidad, garantizando que los materiales cumplan con los requisitos físicos y mecánicos necesarios para aplicaciones de construcción Gonçalves et al., (2021).

En Perú, la legislación ambiental también ha dado pasos significativos en la promoción del reciclaje de plásticos. La Ley N° 30.153 sobre la gestión de residuos sólidos, promulgada en 2019, establece una serie de medidas para la reutilización de materiales reciclados en la construcción, especialmente en concreto. A través de esta

ley, el gobierno peruano ha incentivado la creación de un marco normativo para la reutilización de residuos plásticos en la industria, con la colaboración del sector privado y las universidades. Además, las (NTP), como la NTP 334.080, se han actualizado para incluir el uso de plásticos reciclados como parte de los materiales permitidos para la fabricación de productos de construcción Ramírez et al., (2020).

#### **b. Tendencias Internacionales**

A nivel internacional, organizaciones multilaterales como las Naciones Unidas (ONU) y la Unión Europea han jugado un papel clave en la promoción de políticas sostenibles para el reciclaje y la economía circular. En particular, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la ONU, establece objetivos específicos relacionados con el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos. El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12, que promueve la producción y el consumo responsables, ha impulsado la creación de normativas que facilitan el reciclaje de materiales, incluidos los plásticos, en la industria de la construcción.

Por ejemplo, en España, las leyes medioambientales han evolucionado hacia un modelo de economía circular, impulsadas por directivas europeas como la Directiva 2018/851/UE sobre residuos. Esta normativa establece requisitos claros para la reutilización de materiales reciclados en diversos sectores, incluyendo la construcción. El uso de plásticos reciclados en concreto, específicamente en agregados y aditivos, se encuentra alineado con estas regulaciones. La Fundación Laboral de la Construcción en España ha comenzado a emitir guías técnicas que promueven la utilización de residuos plásticos reciclados en la construcción, siguiendo los ensayos normativos internacionales ASTM C39 para compresión, ASTM C143 para trabajabilidad, y ASTM C78 para flexión Méndez et al., (2021).

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Concreto convencional**

El concreto convencional es una mezcla de cemento Portland, agua, agregados finos y gruesos, utilizada comúnmente en la construcción. Su principal característica es su alta resistencia, lo que lo hace ideal para aplicaciones estructurales. Se utiliza en pavimentos, edificios y puentes, entre otros. Su durabilidad y resistencia dependen de la correcta mezcla y calidad de sus componentes.

### **2.3.2 Residuos plásticos**

Los residuos plásticos son materiales desechados derivados del petróleo, como botellas, bolsas y empaques, que no se biodegradan fácilmente. Estos residuos representan un desafío ambiental debido a su acumulación en vertederos y cuerpos de agua. El reciclaje y reutilización de plásticos en diversas industrias, como la construcción, es una estrategia clave para reducir su impacto.

### **2.3.3 Fibra plástica reciclada**

La fibra plástica reciclada es material plástico que ha sido recuperado y transformado en fibras para su uso en diversas aplicaciones, como refuerzo en concreto. Se obtiene principalmente de botellas PET y otros desechos plásticos. Estas fibras actúan como refuerzo dentro del concreto, mejorando su resistencia post-fisuración y aumentando su durabilidad. Su uso ayuda a reducir la cantidad de plástico en vertederos y fomenta la economía circular.

### **2.3.4 Trabajabilidad**

Es la facilidad con la que una mezcla de concreto puede ser manejada, transportada y colocada sin perder sus propiedades. Se mide en función de la consistencia, la fluidez y la capacidad de compactación del concreto. Una buena



trabajabilidad es esencial para garantizar la calidad de la mezcla y evitar defectos durante la aplicación. Factores como la proporción de agua y la adición de aditivos afectan la trabajabilidad del concreto.

### **2.3.5 Resistencia a la compresión**

Es la capacidad del concreto para soportar fuerzas que intentan reducir su volumen, como el peso de las estructuras sobre las que descansa. Esta propiedad es crucial para la seguridad y estabilidad de las construcciones. Se mide a través de pruebas estandarizadas como ASTM C39, y su valor determina la calidad y la capacidad estructural del concreto. La resistencia a la compresión depende de los materiales y su mezcla adecuada.

### **2.3.6 Resistencia a la flexión**

Es la capacidad del concreto para resistir las tensiones generadas por fuerzas que provocan su deformación o curvatura, como en el caso de vigas y losas. Esta propiedad es crucial para las estructuras que están sometidas a cargas no solo de compresión, sino también a torsión y flexión. El refuerzo con acero o fibras plásticas recicladas puede mejorar esta propiedad. Se mide mediante ensayos estándar como ASTM C78 para garantizar su desempeño.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo permite obtener datos objetivos, confiables y replicables, que facilitan la comparación estadística entre diferentes muestras experimentales Hernández, et al., (2021). Asimismo, este enfoque es idóneo cuando se pretende establecer relaciones causales y comprobar hipótesis mediante experimentación controlada, como es el presente caso.

La investigación adoptará un enfoque cuantitativo, dado que su propósito principal es medir y analizar numéricamente el efecto que produce la incorporación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en las propiedades del concreto convencional.

#### 3.2 Tipo de la investigación

Según Tamayo, (2022). El estudio no solo amplía el conocimiento teórico, sino que se orienta hacia la aplicación directa de los resultados en el entorno local, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la innovación tecnológica en el sector.

La presente investigación corresponde a un estudio aplicado, pues su finalidad es generar conocimiento y soluciones concretas para problemas específicos del ámbito profesional y social. En este caso, busca ofrecer una alternativa viable para la gestión

eficiente de residuos plásticos en la construcción civil de la provincia de Lampa, a partir de la implementación práctica de técnicas de reciclaje en la elaboración de concreto.

### 3.3 Nivel de la Investigación

Según Sampieri et al., (2021), este nivel de investigación implica un análisis profundo que no solo describe fenómenos, sino que también busca explicar sus causas y mecanismos, otorgando un mayor rigor al estudio experimental.

La investigación se enmarca en un nivel explicativo, puesto que pretende identificar y describir de manera detallada las relaciones causa-efecto entre la variable independiente (porcentaje de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada) y las variables dependientes (trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión) del concreto convencional.

### 3.4 Diseño de la Investigación

El diseño experimental es el más adecuado para esta investigación porque permite controlar y manipular explícitamente las variables independientes con el fin de observar su efecto en las variables dependientes bajo condiciones controladas y replicables (Gutiérrez, 2021).

Mediante la elaboración de diferentes mezclas de concreto, variando únicamente la cantidad del residuo plástico (desechos de tuberías o fibras plásticas por separado), se podrá establecer comparaciones claras con un grupo control (concreto sin residuos). Este diseño permitirá validar hipótesis y obtener conclusiones válidas desde el punto de vista científico.

### 3.5 Método de la Investigación

El método que guía la investigación es el científico, caracterizado por su sistematicidad, objetividad y reproducibilidad. Según Kerlinger (2019), el método

científico en ingeniería se basa en la observación precisa, la formulación de hipótesis, la experimentación rigurosa y la interpretación crítica y fundamentada de los resultados.

En esta tesis, se aplicarán procedimientos normalizados para la preparación de mezclas, el curado de probetas y la realización de ensayos, lo cual garantiza la validez y confiabilidad de los datos recogidos y la reproducibilidad del estudio.

### **3.6 Población y Muestra**

#### **3.6.1 Población**

De acuerdo con Tamayo (2022), una delimitación rigurosa de la población, sustentada en criterios técnicos, geográficos y temporales, contribuye a la coherencia interna de la investigación y respalda la capacidad de análisis comparativo con otros contextos similares.

La población es todas las mezclas de concreto convencional  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  empleadas en obras civiles de la provincia de Lampa.

#### **3.6.2 Muestra**

La muestra, por su parte, es un subconjunto representativo de la población, seleccionado bajo criterios metodológicos, cuya observación y análisis permitirá extrapolar conclusiones sobre toda la población Sampieri, et al., (2021). En estudios experimentales de materiales en ingeniería, la muestra suele estar compuesta por unidades experimentales o probetas elaboradas en laboratorio según los diferentes tratamientos definidos en el diseño experimental.

La muestra es intencional, no probabilística, formada por los distintos lotes de concreto producidos para cada dosificación experimental y para el patrón.

- ✓ Se elaboraron 105 briquetas para medir la resistencia a compresión.
- ✓ Se elaboraron 105 vigas para medir la resistencia a flexión.

**Tabla 2***Muestra analizadas.*

| MUESTRA      | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS | TOTAL |
|--------------|--------|---------|---------|-------|
| MP (Control) | 5      | 5       | 5       | 15    |
| M + DT 0.5   | 5      | 5       | 5       | 15    |
| M + DT 1.0   | 5      | 5       | 5       | 15    |
| M + DT 1.5   | 5      | 5       | 5       | 15    |
| M + FPR 2.0  | 5      | 5       | 5       | 15    |
| M + FPR 4.0  | 5      | 5       | 5       | 15    |
| M + FPR 6.0  | 5      | 5       | 5       | 15    |

### 3.7 Técnicas e Instrumentos

#### 3.7.1 Técnicas

Se aplicó la técnica experimental de laboratorio para el diseño de la mezcla patrón y de las mezclas modificadas, siguiendo el procedimiento de dosificación establecido en la norma ACI 211.1 para concretos de peso normal con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Esta técnica comprendió la selección y caracterización de los materiales, el cálculo de las proporciones mediante el método de los volúmenes absolutos, así como el control del mezclado, colocación, compactación y curado de las probetas en cumplimiento de las normas técnicas de ensayo vigentes (NTP/ASTM para moldeo y curado de especímenes de concreto).

La trabajabilidad del concreto fresco se determinó mediante la medición directa del asentamiento con el cono de Abrams, de acuerdo con la norma correspondiente (NTP 339.035 / ASTM C143), registrando el valor de slump y la consistencia de la mezcla para cada dosificación. La resistencia a la compresión se evaluó en probetas cilíndricas de 6"×12" según la norma de ensayo de compresión (ASTM C39), aplicando carga axial creciente hasta la rotura y obteniendo los esfuerzos en  $\text{kg/cm}^2$  a edades de 7, 14 y 28 días. El módulo de rotura a flexión se obtuvo en vigas prismáticas de 15×15×50 cm, ensayadas conforme a la normativa de flexión en vigas de concreto (ASTM C78 o C293),

calculando la tensión de rotura a partir de la carga máxima alcanzada y las dimensiones de la viga.

### **3.7.2 Instrumentos.**

#### **Balanza Digital**

La balanza digital es un instrumento fundamental en el proceso de preparación del concreto, utilizado para medir con precisión las proporciones de los materiales que conforman la mezcla. Su alta precisión garantiza que las proporciones de cemento, agua y agregados sean las adecuadas para obtener un concreto de calidad. En la ingeniería civil, la exactitud en la medición es crucial, ya que pequeñas variaciones en las proporciones pueden afectar significativamente las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto. Además, la balanza digital permite registrar fácilmente los datos de pesaje, facilitando la trazabilidad del proceso de mezcla y asegurando la repetibilidad de los resultados.

#### **Cono de Abrams (ASTM C143)**

El Cono de Abrams es un dispositivo utilizado para medir la trabajabilidad del concreto fresco. Este ensayo, conforme a la norma ASTM C143, determina la consistencia del concreto mediante el deslizamiento del cono invertido sobre una superficie plana, lo cual proporciona información sobre la fluidez y la facilidad de manipulación de la mezcla. La trabajabilidad es una propiedad esencial que afecta directamente la facilidad con la que el concreto puede ser colocado en moldes o formas sin segregarse o perder sus propiedades. Una mezcla con trabajabilidad adecuada es crucial para evitar defectos estructurales que puedan surgir debido a un manejo incorrecto del material fresco.

#### **Prensa Hidráulica (ASTM C39)**

La prensa hidráulica se utiliza para realizar el ensayo de resistencia a la compresión del concreto endurecido, conforme a la norma ASTM C39. Este ensayo es uno de los más importantes en la ingeniería civil, ya que permite evaluar la capacidad del

concreto para soportar cargas. Se prepara una muestra de concreto en moldes estandarizados que luego se somete a compresión hasta su falla. Prensa hidráulica para ensayos de compresión de sondas cilíndricas, provista de plato de carga y sistema de registro de la fuerza aplicado, utilizada para obtener la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días en las diferentes dosificaciones de concreto.

- Moldes cilíndricos metálicos de 6"×12" (15,2×30,4 cm), mesa vibratoria o, en su defecto, varilla de compactación, y tanque o cámara de curado, utilizados para el moldeo, compactación y conservación de las briquetas destinadas a los ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Moldes prismáticos de 15×15×50 cm, equipo de flexión (marco de carga con soportes y sistema de aplicación de carga en tercio de luz o al centro), y dispositivos de medición de carga (manómetros o celdas de carga), empleados para la elaboración y ensayo de las vigas de concreto en la determinación del módulo de rotura a flexión.

### **Fichas de Registro y Hojas Excel**

Las fichas de registro y las hojas Excel son herramientas esenciales para la recopilación y tabulación de datos durante los ensayos de concreto. Las fichas permiten registrar de manera organizada los resultados de las pruebas de materiales frescos y endurecidos, como la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la flexión. Por su parte, las hojas de Excel facilitan la tabulación, el análisis y la comparación de los datos experimentales, proporcionando gráficos y resúmenes que permiten visualizar el rendimiento del concreto en diferentes condiciones.

### **3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos**

Con el propósito de organizar de manera metódica el trabajo experimental, el estudio se estructuró en fases sucesivas que abarcan desde la caracterización de los materiales hasta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.



Tabla 3

*Desechos genera la provincia de lampa anualmente.*

| Indicador                                          | Valor  | Unidad            | Fuente/Notas                         |
|----------------------------------------------------|--------|-------------------|--------------------------------------|
| Generación diaria distrito Lampa                   | 2.31   | t/día             | PIP Gestión RS Lampa                 |
| Generación diaria distritos (Pucará + Santa Lucía) | 1.15   | t/día             | Estimado provincial                  |
| Generación anual provincia Lampa                   | ~843   | t/año             | Cálculo: (3.46 t/día × 365)          |
| % Plásticos (bolsas, envases)                      | 4.51   | %                 | Composición física urbana Lampa 2023 |
| Plásticos anuales estimados                        | ~38    | t/año             | 4.51% de 843 t                       |
| Generación per cápita                              | 0.37   | kg/hab/día        | Área urbana Lampa                    |
| Densidad residuos                                  | 122.68 | kg/m <sup>3</sup> | Domiciliarios Lampa                  |

Se muestra la generación de desechos en la provincia de Lampa, destacando que el distrito de Lampa genera 2.31 t/día, mientras que Pucará y Santa Lucía suman 1.15 t/día. Anualmente, se producen aproximadamente 843 toneladas de residuos, con un 4.51% de plásticos. La generación per cápita es de 0.37 kg/habitante/día y la densidad de los residuos es de 122.68 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 4

*Proporcionamiento total de desechos en la provincia de lampa.*

| Dosificación                   | Valor                   | Cálculo       |
|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| Desechos tuberías máx (1.5%)   | 4.785 kg/m <sup>3</sup> | 1.5% × 319 kg |
| Fibra plástica máx (6%)        | 19.14 kg/m <sup>3</sup> | 6% × 319 kg   |
| TOTAL, PLÁSTICO/M <sup>3</sup> | 23.9 kg                 | Suma máxima   |

Se presenta el cálculo del total de desechos plásticos en la provincia de Lampa, donde se estima que los desechos de tuberías alcanzan un máximo de 4.785 kg/m<sup>3</sup> y los de fibra plástica un máximo de 19.14 kg/m<sup>3</sup>. El total máximo de plástico por metro cúbico es de 23.9 kg, considerando ambos tipos de desechos.

### 3.8.1 *Desarrollo del plan de investigación.*

#### ETAPA 1: PREPARACIÓN DE MATERIALES.

- **Recolección de materiales plásticos:** Los plásticos reciclados se recolectan de diversas fuentes, tales como botellas PET, bolsas plásticas y envases de PVC. Es crucial que la recolección se realice de manera controlada y bajo criterios que aseguren que los plásticos sean aptos para el reciclaje. Se debe evitar la inclusión de plásticos contaminados que puedan alterar las propiedades del concreto.
- **Limpieza de plásticos:** Los plásticos recolectados deben someterse a un proceso de limpieza exhaustiva. Se utilizan soluciones de detergentes y agua a temperaturas adecuadas para eliminar residuos de etiquetas, tintas, aceites u otros contaminantes. La limpieza es fundamental para asegurar que los plásticos no interfieran con el proceso de mezcla ni con la resistencia final del concreto.
- **Triturado de plásticos:** El triturado de los plásticos se realiza utilizando una trituradora industrial que garantiza que los plásticos sean reducidos a tamaños estándar. Esto permite que los plásticos se integren de manera uniforme en la mezcla de concreto. Dependiendo del diseño experimental, el tamaño de las partículas trituradas puede ser ajustado para asegurar que no afecten la trabajabilidad ni las propiedades mecánicas del concreto.
- **Pesaje de materiales plásticos:** El pesaje de los plásticos reciclados debe hacerse con una balanza digital de alta precisión, que garantiza que las proporciones de la mezcla sean exactas. Es crucial que los plásticos se pesen antes de su inclusión en la mezcla, ya que una proporción incorrecta podría alterar la resistencia y otras propiedades del concreto.

**Figura 1**

*Desechos de tuberías.*



*Nota. Delgado f. Pg. 32.*

**Figura 2**

*Fibra plástica reciclada.*



*Nota. Poli Santafé 2018.*

**Tabla 5**

*Incorporación y aplicaciones de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada.*

| Elemento reciclado                                    | Forma de incorporación                                                                                                                                                                 | Propiedades principales en el concreto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Desechos de tuberías plásticas</b>                 | Triturado/granular (partículas de 5-10mm aprox.), adición según porcentaje del peso del cemento (0.5%-1.5%). Se mezclan en seco con los agregados antes de añadir el cemento y agua.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligero descenso de la densidad.</li> <li>- Puede reducir ligeramente la resistencia a compresión al aumentar el porcentaje.</li> <li>- Contribuye al reciclaje y revalorización de residuos rígidos.</li> <li>- Menor impacto en la flexión comparado con fibras.</li> </ul>                                                            |
| <b>Fibra plástica reciclada (PET/fibra sintética)</b> | Fibras cortas, alargadas (2-5cm de longitud, 1-2mm de diámetro), adición de 2-6% respecto al peso del cemento. Se mezclan en seco con los agregados antes de añadir el cemento y agua. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora la resistencia a la fisuración.</li> <li>- Aumenta la tenacidad y el comportamiento a la flexión.</li> <li>- Puede disminuir la trabajabilidad, requiriendo ajustes en agua/cemento.</li> <li>- Ligero descenso de la densidad total.</li> <li>- No afecta gravemente resistencia a compresión en bajas proporciones.</li> </ul> |

**Figura 3**

*Preparación de la fibra plástica reciclada.*



Triturado/granular (partículas de 5-10mm aprox.), adición según porcentaje del peso del cemento (0.5%-1.5%). Se mezclan en seco con los agregados antes de añadir el cemento y agua.



**Figura 4**

*Preparación de la fibra plástica reciclada.*



Fibras cortas, alargadas (2-5cm de longitud, 1-2mm de diámetro), adición de 2-6% respecto al peso del cemento.

### **CANTERA DE MATERIALES.**

**Cantera de Isla:** La Cantera Isla, ubicada en Juliaca, Puno, provee agregados de alta calidad para la construcción civil, cumpliendo con los estándares técnicos necesarios para concreto resistente y facilitando el abastecimiento a obras locales.

**Figura 5**

*Ubicación de la cantera Isla.*



**Proceso de extracción:** La cantera debe contar con los permisos adecuados y seguir las regulaciones ambientales para la extracción de materiales. Se realiza un control riguroso del tipo de material extraído y se evalúan regularmente las propiedades de los agregados mediante análisis granulométricos y pruebas de resistencia, conforme a las normativas locales e internacionales (ASTM C33).

## **FASE 2: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**

En esta primera fase se realizó la caracterización física-mecánica de los agregados finos y gruesos utilizados en la investigación. Los ensayos de laboratorio aplicados comprendieron la granulometría, contenido de humedad, peso específico, peso unitario y absorción, realizados en el Laboratorio.

### **Caracterización y selección del material**

Para cada material se registraron dimensiones, forma, presencia de impurezas y condiciones de almacenamiento, seleccionando únicamente aquellos residuos que presentaban condiciones homogéneas y aptas para su incorporación en el concreto.

### **Proceso de tratamiento y acondicionamiento**

El material preparado se pesó y almacenó en recipientes identificados, de manera que se garantizara su dosificación precisa en función del porcentaje respecto al peso del cemento (0.5%, 1.0%, 1.5% para desechos de tuberías y 2%, 4%, 6% para fibra plástica reciclada).

### **Estado de aplicación en la mezcla**

Los desechos de tuberías acondicionados se añadieron conjuntamente con los agregados, mientras que la fibra plástica reciclada se dispersó en la mezcla fresca para lograr una distribución uniforme antes del moldeo de probetas y vigas, manteniendo constante la dosificación base de cemento, agua y agregados determinados en el diseño de mezcla.

**TAMIZADO DEL AGREGADO:****Tabla 6***Tamizado material grueso.*

| TAMIZ     | PESO RET. | %RET. A. |
|-----------|-----------|----------|
| 3/4"      | 0,80      | 4,00     |
| 1/2"      | 13,00     | 69,00    |
| 3/8"      | 5,00      | 94,00    |
| No4       | 0,00      | 94,00    |
| BASE      | 0.60      | 97.0     |
| TOTAL     | 20.00     |          |
| % PÉRDIDA | 3.00      |          |

Se observa la distribución granulométrica del material, destacando el porcentaje de pérdida total de 3%.

**Tabla 7***Distribución del material fino.*

| TAMIZ     | PESO RET. | %RET. A. |
|-----------|-----------|----------|
| 3/8"      | 37,00     | 1,85     |
| 1/4"      | 0,00      | 0,00     |
| No4       | 206,00    | 10,30    |
| No8       | 475,00    | 34,05    |
| No16      | 365,00    | 52,30    |
| No30      | 458,00    | 75,20    |
| No 50     | 450,00    | 97,70    |
| BASE      | 9,00      | 98       |
| TOTAL     | 2000,00   |          |
| % PÉRDIDA | 0,45      |          |

Se observa una distribución granulométrica detallada, con una pérdida total de 0,45%.

Los datos son esenciales para caracterizar el material en aplicaciones de ingeniería civil.

Módulo de Fineza = 3.80



### % DE HUMEDAD:

**Tabla 8**

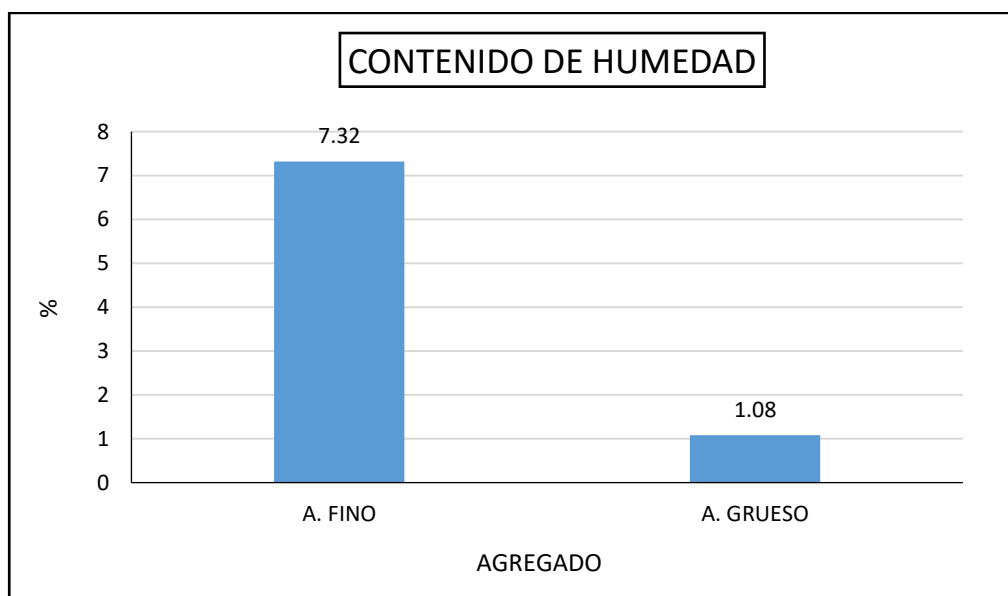
*Contenido de humedad de los materiales.*

| DESCRIP.  | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|-----------|---------------|-----------------|
| % Humedad | 7.32          | 1,08            |

Se presenta el porcentaje de humedad de los materiales, especificando los valores para el agregado fino y el agregado grueso. El agregado fino muestra un 7,32% de humedad, mientras que el agregado grueso tiene un 1,08%.

**Figura 6**

*% de humedad.*



El agregado fino presenta un contenido de humedad del 7,32%, mientras que el agregado grueso tiene un contenido de 1,08%. Esta representación gráfica facilita la visualización y comparación de los porcentajes de humedad de ambos materiales.

### CUALIDADES DEL MATERIAL

**Tabla 9**

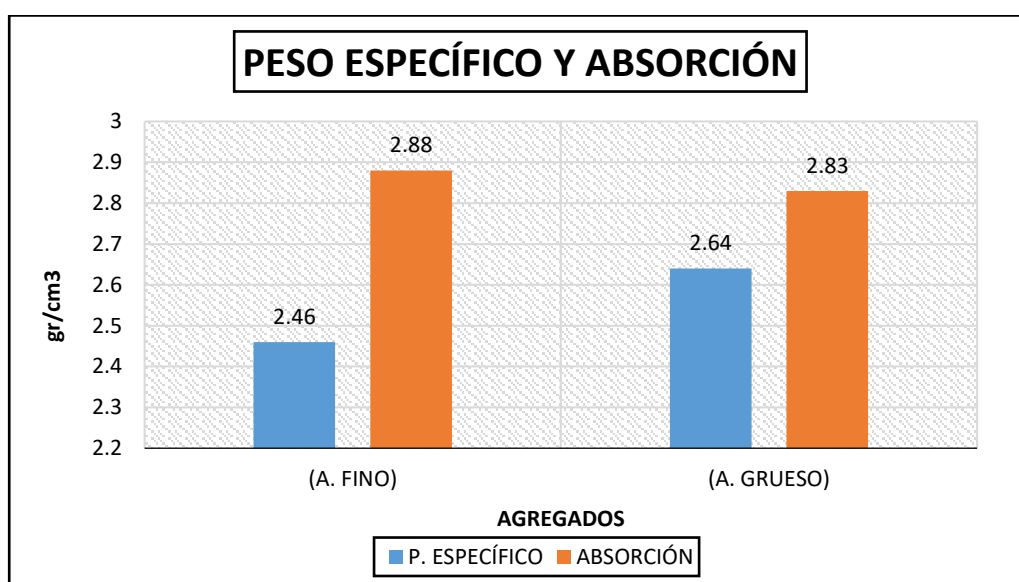
*Peso específico y absorción.*

| ELEMENT.    | P. ESPECÍFICO<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | ABSORCIÓN<br>(%) |
|-------------|----------------------------------------|------------------|
| (A. FINO)   | 2.46                                   | 2.88             |
| (A. GRUESO) | 2.64                                   | 2.83             |

El agregado grueso tiene una gravedad específica de 2,64 g/cm<sup>3</sup> y una tasa de absorción del 2,83 %, mientras que el agregado fino tiene una gravedad específica de 2,46 g/cm<sup>3</sup> y una tasa de absorción del 2,88 %. Estos valores son esenciales para evaluar la densidad de los materiales y su propensión a absorber agua, lo que afecta su comportamiento en las mezclas de hormigón.

**Figura 7**

*Comparativa de cualidades del material.*



Se compara el peso específico y la absorción de los agregados fino (2.46 gr/cm<sup>3</sup>, 2.88%) y grueso (2.64 gr/cm<sup>3</sup>, 2.83%), crucial para su uso en concreto e ingeniería civil.

### PRUEBAS DE DENSIDAD DEL MATERIAL:

**Tabla 10**

*Peso Unitario Suelto de los materiales.*

| ELEMENT.    | P.U.S.                   |
|-------------|--------------------------|
| (A. FINO)   | 1.825 gr/cm <sup>3</sup> |
| (A. GRUESO) | 1.036 gr/cm <sup>3</sup> |

El agregado fino tiene un peso unitario suelto de 1,825 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el agregado grueso presenta un valor de 1,036 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 11**

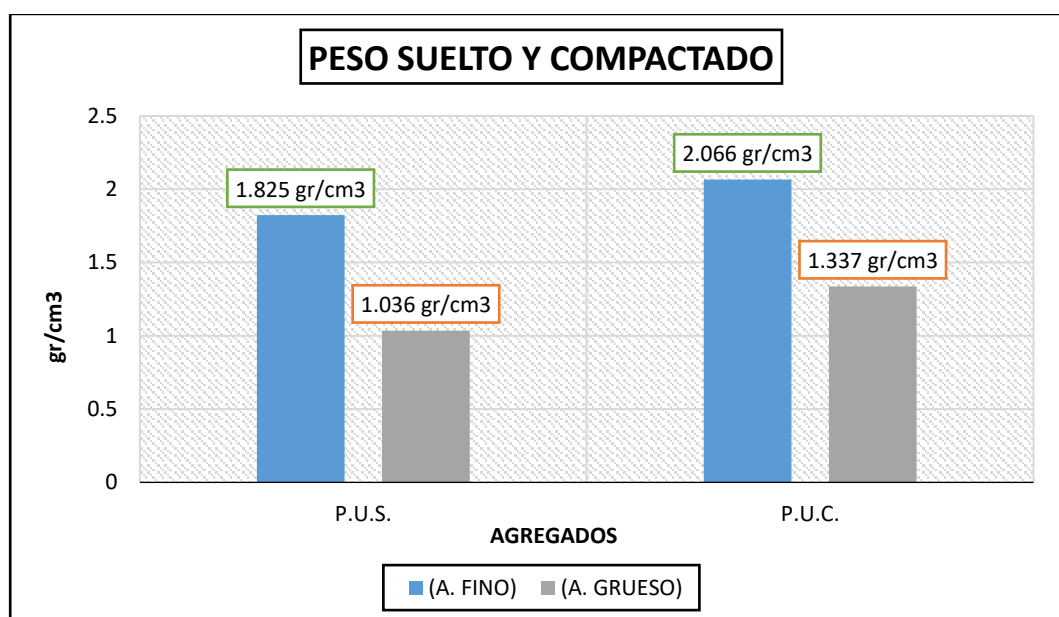
*Peso Unitario Compactado de los materiales.*

| ELEMENT.    | P.U.C.                   |
|-------------|--------------------------|
| (A. FINO)   | 2.066 gr/cm <sup>3</sup> |
| (A. GRUESO) | 1.337 gr/cm <sup>3</sup> |

El agregado fino tiene un peso unitario compactado de 2.066 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que el agregado grueso presenta un valor de 1.337 gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 8**

*Comparativa densidades del material.*



Se destaca que el agregado fino tiene un peso unitario suelto de  $1.825 \text{ gr/cm}^3$  y un peso unitario compactado de  $2.066 \text{ gr/cm}^3$ , mientras que el agregado grueso muestra un peso unitario suelto de  $1.036 \text{ gr/cm}^3$  y un peso unitario compactado de  $1.337 \text{ gr/cm}^3$ .

Estos ensayos permitieron determinar la conformidad de los materiales con las especificaciones técnicas establecidas en las normas del American Society for Testing and Materials (ASTM) y el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (E.070 Concreto Armado). La información obtenida constituyó la base para el diseño de la mezcla patrón, garantizando que los agregados empleados cumplieran con las condiciones óptimas de calidad y uniformidad necesarias para elaborar mezclas de concreto con propiedades reproducibles y confiables.

### ETAPA 3: DISEÑO DE LA MEZCLA.

A partir de las propiedades de los materiales caracterizados, se procedió al diseño de la mezcla patrón, que corresponde al concreto convencional de referencia, con una resistencia característica a la compresión de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El procedimiento se desarrolló conforme a las recomendaciones del método del American Concrete Institute (ACI 211.1), el cual establece las relaciones y proporciones adecuadas de los componentes para lograr el desempeño mecánico previsto.

El diseño de mezcla del patrón concreto se realizó siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 211.1 (ediciones 1974 y 1981), considerando una resistencia característica a la compresión de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, un asentamiento de 2" a 5" y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4" (19,05 mm). Se empleó cemento RUMI tipo IP y agregados procedentes de la cantera. "Isla" (agregado grueso y agregado fino), previamente caracterizados en el laboratorio.

Las propiedades físicas de los agregados utilizados en el diseño fueron: para el agregado grueso, peso específico aparente 2,64, absorción 2,83%, peso unitario suelto  $1036 \text{ kg/m}^3$  y peso unitario compactado  $1337 \text{ kg/m}^3$ ; y para el agregado fino, peso específico aparente 2,46, absorción 2,88%, peso unitario suelto  $1825 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario

compactado  $2066 \text{ kg/m}^3$  y módulo de fineza 3,80. La condición de exposición considerada fue de intemperismo severo, adoptando un contenido de aire atrapado del orden de 2,0% en volumen de la mezcla.

Con base en las tablas del ACI 211.1, y en función del asentamiento requerido, del tamaño máximo del agregado y del módulo de fineza de la arena, se determina inicialmente el contenido de agua de mezclado y el contenido de agregado grueso por metro cúbico de concreto. Posteriormente, mediante el método de los volúmenes absolutos y considerando el contenido de aire atrapado, se calculó el contenido de cemento y la cantidad de agregado fino necesaria para completar el volumen de  $1 \text{ m}^3$ .

**Tabla 12**

*Dosificación de materiales para resistencia de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$*

| Agregado   | P. Seco | Vol. Seco | P. Húmedo | Vol. Húmedo |
|------------|---------|-----------|-----------|-------------|
| Cemento    | 319     | 1.00      | 319       | 1.00        |
| Agua       | 185     | 0.58      | 162       | 0.51        |
| Ag. grueso | 675     | 2.12      | 687       | 2.15        |
| Ag. Fino   | 1042    | 3.27      | 1102      | 3.45        |
| Aire       | 2.0%    |           | 2.0%      |             |

El diseño resultante, en condiciones secas, corresponde a la siguiente dosificación por metro cúbico de concreto: 319 kg de cemento, 185 kg de agua, 675 kg de agregado grueso y 1042 kg de agregado fino. Tomando en cuenta las humedades determinadas en laboratorio para los agregados (agregado fino 7,32% y agregado grueso 1,08%), se ajustaron los pesos de agregado a 1102 kg de agregado fino húmedo y 687 kg de agregado grueso húmedo, así como el agua efectiva de mezclado, manteniendo la relación agua/cemento de trabajo en 0,58.

### PROPORCIONAMIENTO SEGÚN DISEÑO DE MEZCLA

#### 7.51 BOLSAS/m<sup>3</sup>, DE CEMENTO.

Porción por peso:

- ❖ Cemento: 42.50 kg.
- ❖ Agua 21.56 kg.
- ❖ Material Grueso: 91.54 kg.
- ❖ Material Fino: 146.81 kg.

#### Materiales por 1 m<sup>3</sup> (base)

De tu diseño patrón:

- Cemento: 319 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 185 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso: 675 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino: 1042 kg/m<sup>3</sup>

Desechos de tuberías:

- 0,5%: 1,595 kg/m<sup>3</sup>
- 1,0%: 3,190 kg/m<sup>3</sup>
- 1,5%: 4,785 kg/m<sup>3</sup>

Fibra plástica reciclada:

- 2%: 6,38 kg/m<sup>3</sup>
- 4%: 12,76 kg/m<sup>3</sup>
- 6%: 19,14 kg/m<sup>3</sup>

#### Materiales por 1 briqueta (6"×12")

Multiplicando cada valor por V = 0,00552

- ✓ Cemento:  $319 \times 0,00552 = 1.76$  kilogramo
- ✓ Agua:  $185 \times 0,00552 = 1.02$  kilogramo
- ✓ Agregado grueso:  $675 \times 0,00552 = 3.72$  kilogramo
- ✓ Agregado fino:  $1042 \times 0,00552 = 5.75$  kilogramo





### ADICIONES POR BRIQUETA:

#### Desechos de tuberías:

- ✓  $0,5\% \rightarrow 1.595 \times 0,00552 = 0,0088\text{kg} \approx 9 \text{ g}$
- ✓  $1.0\% \rightarrow 3.190 \times 0,00552 = 0.0176\text{kg} \approx 18 \text{ g}$
- ✓  $1,5\% \rightarrow 4.785 \times 0,00552 = 0.0264\text{kg} \approx 26 \text{ g}$

#### Fibra plástica reciclada:

- ✓  $2\% \rightarrow 6.38 \times 0,00552 = 0.0352\text{kg} \approx 35 \text{ g}$
- ✓  $4\% \rightarrow 12.76 \times 0,00552 = 0.0704\text{kg} \approx 70 \text{ g}$
- ✓  $6\% \rightarrow 19.14 \times 0,00552 = 0.1056\text{kg} \approx 106 \text{ g}$

Volumen de 1 briqueta 6"×12":  $V = 0,00552 \text{ m}^3$ .

Volumen de 15 briquetas:

$$V = 15 \times 0,00552 = 0,0828 \text{ m}^3$$

#### Materiales por tanda de 15 briquetas

- ✓ Cemento:  $319 \times 0.0828 = 26.4 \text{ kilogramo}$
- ✓ Agua:  $185 \times 0.0828 = 15.3 \text{ kilogramo}$
- ✓ Agregado grueso:  $675 \times 0.0828 = 55.9 \text{ kilogramo}$
- ✓ Agregado fino:  $1042 \times 0.0828 = 86.3 \text{ kilogramo}$

Adiciones según cada porcentaje (por tanda de 15 briquetas):

#### Desechos de tuberías

- $0,5\%: 1.595 \times 0.0828 = 0,13 \text{ kg}$
- $1,0\%: 3.190 \times 0.0828 = 0,26 \text{ kg}$
- $1,5\%: 4.785 \times 0.0828 = 0.40 \text{ kg}$

#### Fibra plástica reciclada

- $2\%: 6.38 \times 0.0828 = 0,53 \text{ kg}$
- $4\%: 12.76 \times 0.0828 = 1.06 \text{ kg}$
- $6\%: 19.14 \times 0.0828 = 1.59 \text{ kg}$

### MATERIALES POR VIGA (MEZCLA PATRÓN)

Multiplica cada valor por 0,01125 m<sup>3</sup>:

- ✓ Cemento:  $319 \times 0,01125 = 3.59$  kg
- ✓ Agua:  $185 \times 0,01125 = 2.08$  kg
- ✓ Agregado grueso:  $675 \times 0,01125 = 7.59$  kg
- ✓ Agregado fino:  $1042 \times 0,01125 = 11.73$  kg

### Adiciones por viga

#### Deseos de tuberías por viga:

- 0,5% (1,595 kg/m<sup>3</sup>):  $1.595 \times 0,01125 = 0.018\text{kg} \approx 18$  g
- 1,0% (3,190 kg/m<sup>3</sup>):  $3.190 \times 0,01125 = 0.036\text{kg} \approx 36$  g
- 1,5% (4,785 kg/m<sup>3</sup>):  $4.785 \times 0,01125 = 0.054\text{kg} \approx 54$  g

#### Fibra plástica reciclada por viga:

- 2% (6,38 kg/m<sup>3</sup>):  $6.38 \times 0,01125 = 0.072\text{kg} \approx 72$  g
- 4% (12,76 kg/m<sup>3</sup>):  $12.76 \times 0,01125 = 0,144\text{kg} \approx 144$  g
- 6% (19,14 kg/m<sup>3</sup>):  $19.14 \times 0,01125 = 0,215\text{kg} \approx 215$  g

### Y el volumen de una tanda (15 vigas):

$$V = 0.0828 \text{ m}^3$$

Adiciones por tanda de 15 vigas

#### Desechos de tuberías (DT)

- ✓ 0,5%:  $1.595 \times 0.0828 = 0,13$  kilogramo
- ✓ 1,0%:  $3.190 \times 0.0828 = 0,26$  kilogramo
- ✓ 1,5%:  $4.785 \times 0.0828 = 0.40$  kilogramo

#### Fibra plástica reciclada (FPR)

- 2%:  $6.38 \times 0.0828 = 0,53$  kilogramo
- 4%:  $12.76 \times 0.0828 = 1.06$  kilogramo
- 6%:  $19.14 \times 0.0828 = 1.59$  kilogramo

Durante esta etapa se determinaron las proporciones de cemento, agua, agregados finos y gruesos, así como la dosificación de los aditivos químicos requeridos.

Se fijaron además la relación agua/cemento (a/c) y el asentamiento proyectado (medido mediante el cono de Abrams) para el concreto convencional, tomando en cuenta criterios de trabajabilidad y durabilidad según el tipo de estructura y uso previsto.

#### **FASE 4: ELABORACIÓN, CURADO Y ENSAYO DE PROBETAS**

Esta etapa comprendió el proceso de mezclado, moldeo, curado y ensayo de las probetas necesarias para la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto. Las mezclas fueron elaboradas empleando una mezcladora de eje horizontal, siguiendo una secuencia de adición de materiales diseñada para optimizar la homogeneidad de la masa.

Posteriormente, se moldearon especímenes cilíndricos de 6"×12" (15 cm × 30 cm) para los ensayos de compresión, y vigas prismáticas de 15 cm × 15 cm × 50 cm para los ensayos de flexión. Las probetas fueron curadas en condiciones controladas de temperatura y humedad hasta las edades de 7, 14 y 28 días, siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C192.

Para cada una de las mezclas se fabricaron 15 probetas cilíndricas (5 por cada edad de ensayo) y las vigas correspondientes. En el laboratorio se efectuaron ensayos de trabajabilidad mediante el cono de Abrams (ASTM C143), de resistencia a la compresión (ASTM C39) y de módulo de rotura en flexión (ASTM C78), los cuales permitieron evaluar el comportamiento mecánico y la influencia de los residuos plásticos sobre las propiedades del concreto tradicional.

#### **Ensayos realizados en el laboratorio**

Durante la etapa experimental, se llevaron a cabo diversos ensayos normalizados que permitieron evaluar las propiedades mecánicas y la trabajabilidad de las mezclas de concreto elaboradas con residuos plásticos incorporados.

##### **1. Ensayo de trabajabilidad con el Cono de Abrams (ASTM C143)**

- **Norma técnica empleada:** ASTM C143/C143M – Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

- **Objetivo:** Determinar la consistencia o fluidez del concreto fresco, expresada en términos del asentamiento (slump), lo cual indica la facilidad con que la mezcla puede ser colocada y compactada sin segregación.
- **Procedimiento:**
  - ✓ Se utilizó un molde troncocónico metálico de 30 cm de altura, con un diámetro inferior de 20 cm y superior de 10 cm.
  - ✓ El molde se colocó sobre una placa metálica limpia y húmeda, y se llenó el concreto en tres capas iguales, cada una compactada con 25 golpes de una varilla de acero de 16 mm de diámetro.
  - ✓ Una vez lleno, se retiró el molde levantándolo verticalmente sin movimientos laterales, y se midió la disminución de altura del cono (en centímetros), conocida como asentamiento o slump.
- **Interpretación:**
  - ✓ Un slump bajo indica mezcla seca o rígida, mientras que un slump alto refleja mayor fluidez.
  - ✓ Este ensayo permitió comparar la trabajabilidad del concreto convencional con las mezclas con residuos plásticos, determinando cómo la adición de estos materiales afecta la consistencia y la facilidad de colocación de la mezcla.

## 2. Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39)

- **Norma técnica empleada:** ASTM C39/C39M – Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- **Objetivo:** Evaluar la capacidad del concreto endurecido para resistir esfuerzos de compresión axial, considerada una de las propiedades más importantes en el diseño estructural.
- **Procedimiento:**
  - ✓ Se emplearon probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura (6" x 12"), curadas a 7, 14 y 28 días.

- ✓ Las probetas se colocaron en la prensa hidráulica centrando el eje longitudinal de la muestra con el eje de carga.
- ✓ Se aplicó una carga axial continua hasta la ruptura de la probeta, registrándose la carga máxima soportada.
- ✓ La resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) se calculó dividiendo la carga máxima entre el área transversal de la muestra:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

donde P es la carga máxima (en kgf o N) y AA el área de la base (en cm<sup>2</sup> o mm<sup>2</sup>).

- **Interpretación:**

- ✓ Los resultados obtenidos para cada dosificación permitieron analizar la influencia de los residuos plásticos en la resistencia mecánica del concreto.
- ✓ Se determinó si la adición de plásticos reciclados afectaba positiva o negativamente la integridad estructural del material, en comparación con el concreto patrón.

### 3. Ensayo del módulo de rotura a flexión (ASTM C78)

- **Norma técnica empleada:** ASTM C78/C78M – Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).
- **Objetivo:** Determinar la resistencia del concreto endurecido a los esfuerzos de flexión, conocida también como módulo de rotura, parámetro esencial para elementos estructurales sometidos a momentos flectores, como losas o vigas.
- **Procedimiento:**
  - ✓ Se fabricaron vigas de concreto de 15 cm × 15 cm × 50 cm, las cuales se curaron en las mismas condiciones que las probetas cilíndricas.
  - ✓ Durante el ensayo, cada viga se apoyó en dos puntos extremos con luz de 45 cm y se aplicaron dos cargas iguales a un tercio de la longitud total, generando flexión pura en la zona central.

- ✓ Se registró la carga máxima al momento de la falla y se calculó el módulo de rotura (MR) mediante la fórmula:

$$MR = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

donde:

P = carga máxima (N),

L = longitud entre apoyos (mm),

b = ancho de la viga (mm),

d = altura de la viga (mm).

- **Interpretación:**

- ✓ Este ensayo permitió determinar el comportamiento del concreto frente a esfuerzos de tracción indirecta generados por flexión.
- ✓ Comparando los valores del módulo de rotura entre las mezclas experimentales y la mezcla patrón, se estableció el impacto de la inclusión de fibras y desechos plásticos sobre la capacidad del concreto para resistir deformaciones y fisuramiento.

#### **4. Evaluación integral de los resultados**

Los datos obtenidos de los tres ensayos se analizaron de forma correlativa para establecer relaciones entre la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión.

A través de este análisis conjunto, fue posible identificar las tendencias del comportamiento mecánico del concreto frente al incremento de contenido de residuos plásticos, evaluando su viabilidad técnica y su potencial uso como material alternativo en la industria de la construcción sostenible.

#### **FASE 5: REGISTRO, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Finalmente, los valores de asentamiento, cargas de rotura y esfuerzos obtenidos fueron sistemáticamente registrados en hojas de cálculo y tablas de datos. Se aplicaron

técnicas estadísticas descriptivas para calcular promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación, asegurando la consistencia y comparabilidad de los resultados.

El análisis se complementó con representaciones gráficas diagramas de dispersión, histogramas y curvas de tendencia que facilitaron la interpretación del comportamiento de cada tipo de mezcla frente al concreto patrón. La comparación entre los resultados permitió identificar la influencia de los diferentes porcentajes de incorporación de residuos plásticos sobre las propiedades de trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

Este análisis interpretativo permitió establecer tendencias claras respecto a la relación entre el contenido de plástico y las propiedades mecánicas del concreto, aportando así conclusiones útiles para el desarrollo de materiales sostenibles y el aprovechamiento de residuos sólidos en la ingeniería civil.

### 3.9 Procesamiento de datos

Los datos obtenidos de los ensayos de concreto con plásticos reciclados se organizaron en tablas y gráficos para facilitar su análisis. Se utilizó un análisis gráfico para comparar la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto con diferentes porcentajes de plástico reciclado. Los resultados se analizaron para evaluar el impacto del plástico reciclado en las propiedades del concreto, comparando las mezclas experimentales con el concreto convencional como patrón. Se emplearon gráficos de barras para visualizar las diferencias en las propiedades entre las mezclas y un gráfico de dispersión para identificar posibles tendencias. Las conclusiones se basaron en la comparación visual de las propiedades del concreto con plástico reciclado y su viabilidad como material alternativo en la construcción.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados.

Se presenta el análisis detallado de los resultados experimentales obtenidos en la evaluación del efecto de desechos de tuberías plásticas trituradas y fibras plásticas recicladas, adicionados en proporciones controladas (0.5%, 1.0%, 1.5% para desechos y 2%, 4%, 6% para fibras, respecto al peso del cemento), sobre las propiedades del concreto convencional  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la provincia de Lampa, 2025.

Se inicia con la caracterización físico-mecánica de los materiales base (agregados finos y gruesos, cemento Portland Tipo I, agua potable), conforme a normas NTP peruanas. Posteriormente, se detalla el diseño de mezcla ACI 211.1-91 adaptado localmente, con dosificaciones por  $\text{m}^3$  y ajustes por adiciones recicladas.

El núcleo del capítulo organiza los resultados por objetivos específicos: (1) trabajabilidad de la mezcla fresca mediante ensayo de slump (NTP 339.022); (2) evolución de la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días de curado húmedo (NTP 339.031), con cinco probetas cilíndricas (15x30 cm) por combinación; (3) módulo de rotura o resistencia a flexión a las mismas edades (NTP 339.054), utilizando cinco vigas prismáticas (10x10x50 cm).

### 4.1.1 Trabajabilidad del concreto.

**Tabla 13**

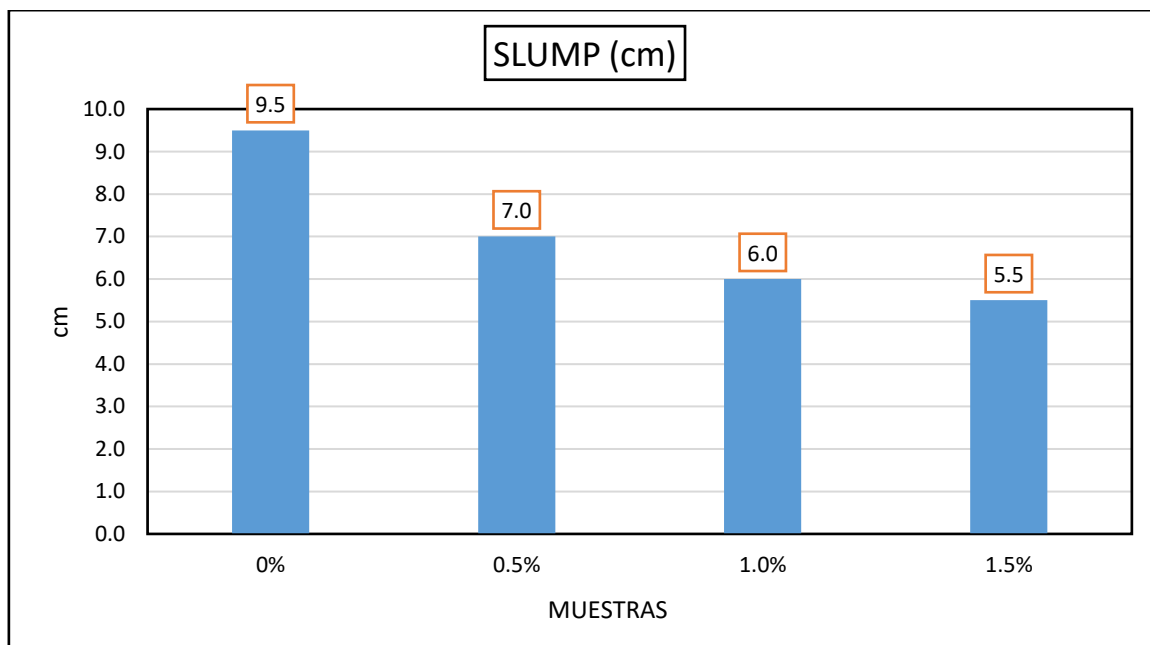
*Asentamiento del concreto en estado fresco, con desechos de tuberías.*

| ELEMENT.                             | SLUMP (cm) | CONSISTENCIA |
|--------------------------------------|------------|--------------|
| Concreto Patrón                      | 9.5        | BLANDA       |
| Concreto + Desechos de tuberías 0.5% | 7.0        | BLANCA       |
| Concreto + Desechos de tuberías 1.0% | 6.0        | BLANDA       |
| Concreto + Desechos de tuberías 1.5% | 5.5        | PLÁSTICA     |

Se muestra el valor de slump en centímetros, indicando la fluidez del concreto, y la consistencia del concreto, que varía entre blanda y plástica a medida que aumenta la cantidad de desechos de tuberías.

**Figura 9**

*Comportamiento del concreto en estado fresco.*



Se observa que el concreto patrón tiene un slump de 9.5 cm, mientras que, con la adición de desechos de tuberías, el slump disminuye a 7.0 cm, 6.0 cm y 5.5 cm, respectivamente, a medida que aumenta la cantidad de desechos.

**Tabla 14**

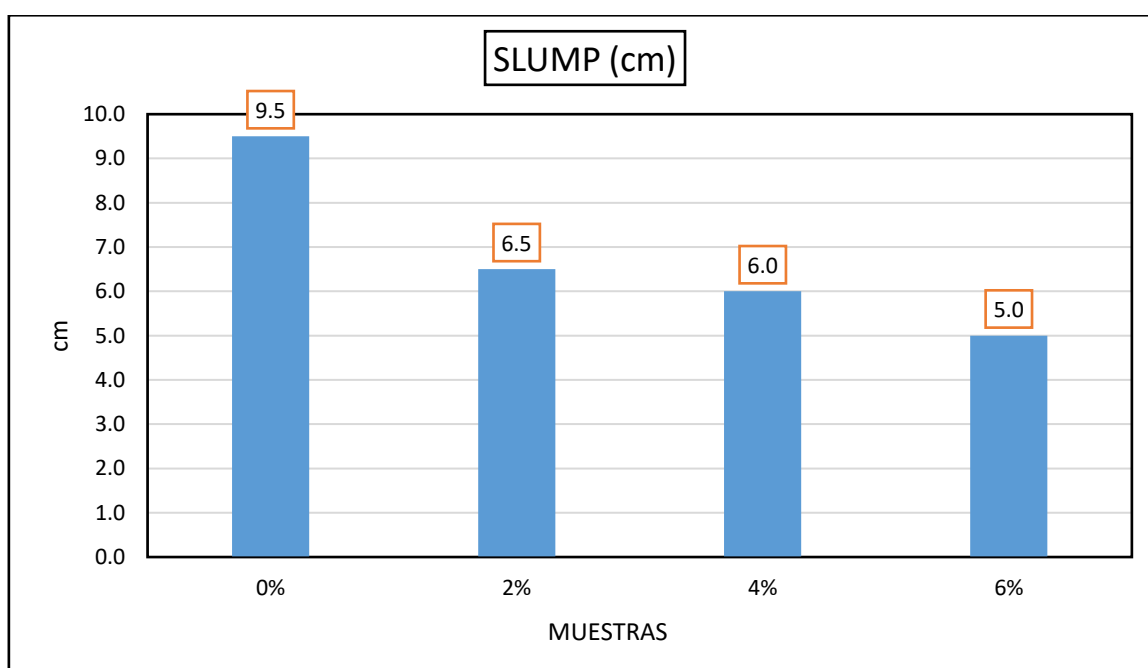
*Asentamiento del concreto en estado fresco, con fibra plástica reciclada.*

| ELEMENT.                               | SLUMP (cm) | CONSISTENCIA |
|----------------------------------------|------------|--------------|
| Concreto Patrón                        | 9.5        | BLANDA       |
| Concreto + Fibra plástica reciclada 2% | 6.5        | BLANCA       |
| Concreto + Fibra plástica reciclada 4% | 6.0        | BLANDA       |
| Concreto + Fibra plástica reciclada 6% | 5.0        | PLÁSTICA     |

Se presenta el valor de slump en centímetros y la consistencia del concreto, que varía de blanda a plástica a medida que aumenta la cantidad de fibra plástica reciclada.

**Figura 10**

*Comportamiento físico del concreto recién mezclado.*



El slump del concreto patrón es de 9.5 cm, mientras que, con la adición de fibra plástica reciclada, el slump disminuye progresivamente a 6.5 cm, 6.0 cm y 5.0 cm a medida que aumenta el porcentaje de fibra. Estos resultados evidencian cómo la fibra plástica reciclada afecta la trabajabilidad del concreto.

#### 4.1.2 Resistencia a la compresión del concreto, con empleo desechos de tuberías y fibra plástica reciclada.

##### 4.1.2.1 Concreto Estándar

**Tabla 15**

*Resistencia del concreto estándar curado en 7 días.*

| DESCRIP. | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|----------|-------|---------------|------|---------------------------|
| ME – 1   | 25554 | 144,99        | 7    | 144.35 kg/cm <sup>2</sup> |
| ME – 2   | 25602 | 145,26        |      |                           |
| ME – 3   | 25368 | 143,36        |      |                           |
| ME – 4   | 25180 | 142,87        |      |                           |
| ME – 5   | 25601 | 145,26        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 144.35 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 16**

*Resistencia del concreto estándar curado en 14 días.*

| DESCRIP. | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|----------|-------|---------------|------|---------------------------|
| ME – 1   | 32604 | 184,99        | 14   | 184.65 kg/cm <sup>2</sup> |
| ME – 2   | 32596 | 184,95        |      |                           |
| ME – 3   | 32536 | 183,87        |      |                           |
| ME – 4   | 32615 | 184,32        |      |                           |
| ME – 5   | 32622 | 185,10        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 184.65 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 17***Resistencia del concreto estándar curado en 28 días.*

| DESCRIP. | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|----------|-------|---------------|------|---------------------------|
| ME – 1   | 39654 | 224,10        | 28   | 224.32 kg/cm <sup>2</sup> |
| ME – 2   | 39589 | 223,73        |      |                           |
| ME – 3   | 39785 | 225,74        |      |                           |
| ME – 4   | 39512 | 224,19        |      |                           |
| ME – 5   | 39611 | 223,85        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 224.32 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

#### 4.1.2.2 Concreto + Desechos de tuberías 0.5%

**Tabla 18***Resistencia del concreto + 0.5% de desechos de tuberías, a 7 días.*

| DESCRIP.     | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|--------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 0.5% DT | 25202 | 143,00        | 7    | 142.19 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 0.5% DT | 25103 | 142,43        |      |                           |
| M3 + 0.5% DT | 24983 | 141,19        |      |                           |
| M4 + 0.5% DT | 24966 | 141,66        |      |                           |
| M5 + 0.5% DT | 25150 | 142,70        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 142.19 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 19***Resistencia del concreto + 0.5% de desechos de tuberías, a 14 días.*

| DESCRIP.     | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|--------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 0.5% DT | 32075 | 181,99        |      |               |
| M2 + 0.5% DT | 31963 | 181,36        |      |               |
| M3 + 0.5% DT | 31869 | 180,10        | 14   | 181.28 kg/cm2 |
| M4 + 0.5% DT | 32102 | 181,42        |      |               |
| M5 + 0.5% DT | 31993 | 181,53        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 181.28 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 20***Resistencia del concreto + 0.5% de desechos de tuberías, a 28 días.*

| DESCRIP.     | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|--------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 0.5% DT | 37891 | 214,13        |      |               |
| M2 + 0.5% DT | 37822 | 213,74        |      |               |
| M3 + 0.5% DT | 38002 | 215,62        | 28   | 214.19 kg/cm2 |
| M4 + 0.5% DT | 37795 | 214,45        |      |               |
| M5 + 0.5% DT | 37695 | 213,03        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 214.19 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**4.1.2.3 Concreto + Desechos de tuberías 1%****Tabla 21***Resistencia del concreto + 1% de desechos de tuberías, a 7 días.*

| DESCRIP.   | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 1% DT | 24321 | 138,00        |      |               |
| M2 + 1% DT | 24203 | 137,33        |      |               |
| M3 + 1% DT | 24350 | 137,61        | 7    | 137.42 kg/cm2 |
| M4 + 1% DT | 24123 | 136,87        |      |               |
| M5 + 1% DT | 24199 | 137,30        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 137.42 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 22***Resistencia del concreto + 1% de desechos de tuberías, a 14 días.*

| DESCRIP.   | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 1% DT | 30802 | 174,77        |      |               |
| M2 + 1% DT | 30563 | 173,41        |      |               |
| M3 + 1% DT | 30602 | 172,94        | 14   | 173.65 kg/cm2 |
| M4 + 1% DT | 30699 | 173,49        |      |               |
| M5 + 1% DT | 30599 | 173,62        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 173.65 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.



**Tabla 23***Resistencia del concreto + 1% de desechos de tuberías, a 28 días.*

| DESCRIP.   | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 1% DT | 37010 | 209,15        | 28   | 209.34 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 1% DT | 36962 | 208,88        |      |                           |
| M3 + 1% DT | 36898 | 209,36        |      |                           |
| M4 + 1% DT | 36997 | 209,92        |      |                           |
| M5 + 1% DT | 37051 | 209,39        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 209.34 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

#### 4.1.2.4 Concreto + Desechos de tuberías 1.5%

**Tabla 24***Resistencia del concreto + 1.5% de desechos de tuberías, a 7 días.*

| DESCRIP.     | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|--------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 1.5% DT | 22911 | 130,00        | 7    | 130.24 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 1.5% DT | 23024 | 130,64        |      |                           |
| M3 + 1.5% DT | 22864 | 129,21        |      |                           |
| M4 + 1.5% DT | 22963 | 130,29        |      |                           |
| M5 + 1.5% DT | 23102 | 131,08        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 130.24 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 25**

*Resistencia del concreto + 1.5% de desechos de tuberías, a 14 días.*

| DESCRIP.     | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|--------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 1.5% DT | 29255 | 165,99        |      |               |
| M2 + 1.5% DT | 29180 | 165,57        |      |               |
| M3 + 1.5% DT | 29235 | 165,22        | 14   | 165.19 kg/cm2 |
| M4 + 1.5% DT | 28963 | 163,68        |      |               |
| M5 + 1.5% DT | 29168 | 165,50        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 165.19 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 26**

*Resistencia del concreto + 1.5% de desechos de tuberías, a 28 días.*

| DESCRIP.     | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|--------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 1.5% DT | 35248 | 199,20        |      |               |
| M2 + 1.5% DT | 35233 | 199,11        |      |               |
| M3 + 1.5% DT | 34996 | 198,57        | 28   | 199.20 kg/cm2 |
| M4 + 1.5% DT | 35302 | 200,30        |      |               |
| M5 + 1.5% DT | 35180 | 198,81        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 199.20 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**4.1.2.5 Concreto + Fibra plástica reciclada 2%****Tabla 27***Resistencia del concreto + 2% de fibra plástica reciclada, a 7 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|-------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 2% FPR | 24673 | 139,99        | 7    | 139.19 kg/cm2 |
| M2 + 2% FPR | 24362 | 138,23        |      |               |
| M3 + 2% FPR | 24521 | 138,58        |      |               |
| M4 + 2% FPR | 24703 | 140,16        |      |               |
| M5 + 2% FPR | 24498 | 139,00        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 139.19 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 28***Resistencia del concreto + 2% de fibra plástica reciclada, a 14 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|-------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 2% FPR | 31723 | 180,00        | 14   | 179.82 kg/cm2 |
| M2 + 2% FPR | 31756 | 180,18        |      |               |
| M3 + 2% FPR | 31802 | 179,72        |      |               |
| M4 + 2% FPR | 31698 | 179,14        |      |               |
| M5 + 2% FPR | 31733 | 180,05        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 179.82 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 29***Resistencia del concreto + 2% de fibra plástica reciclada, a 28 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|-------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 2% FPR | 37891 | 214,13        |      |               |
| M2 + 2% FPR | 37762 | 213,40        |      |               |
| M3 + 2% FPR | 37582 | 213,24        | 28   | 213.90 kg/cm2 |
| M4 + 2% FPR | 37652 | 213,64        |      |               |
| M5 + 2% FPR | 38063 | 215,11        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 213.90 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

#### 4.1.2.6 Concreto + Fibra plástica reciclada 4%

**Tabla 30***Resistencia del concreto + 4% de fibra plástica reciclada, a 7 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO      |
|-------------|-------|---------------|------|---------------|
| M1 + 4% FPR | 23794 | 135,01        |      |               |
| M2 + 4% FPR | 23736 | 134,68        |      |               |
| M3 + 4% FPR | 23427 | 132,39        | 7    | 134.19 kg/cm2 |
| M4 + 4% FPR | 23585 | 133,82        |      |               |
| M5 + 4% FPR | 23806 | 135,07        |      |               |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 134.19 kg/cm2, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 31***Resistencia del concreto + 4% de fibra plástica reciclada, a 14 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|-------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 4% FPR | 30665 | 173,99        | 14   | 173.92 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 4% FPR | 31035 | 176,09        |      |                           |
| M3 + 4% FPR | 30598 | 172,92        |      |                           |
| M4 + 4% FPR | 30612 | 173,00        |      |                           |
| M5 + 4% FPR | 30599 | 173,62        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 173.92 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 32***Resistencia del concreto + 4% de fibra plástica reciclada, a 28 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|-------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 4% FPR | 36657 | 207,16        | 28   | 208.03 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 4% FPR | 36597 | 206,82        |      |                           |
| M3 + 4% FPR | 36702 | 208,25        |      |                           |
| M4 + 4% FPR | 37002 | 209,95        |      |                           |
| M5 + 4% FPR | 36803 | 207,99        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 208.03 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**4.1.2.7 Concreto + Fibra plástica reciclada 6%****Tabla 33***Resistencia del concreto + 6% de fibra plástica reciclada, a 7 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|-------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 6% FPR | 22558 | 127,99        | 7    | 127.53 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 6% FPR | 22620 | 128,35        |      |                           |
| M3 + 6% FPR | 21962 | 124,11        |      |                           |
| M4 + 6% FPR | 22865 | 129,74        |      |                           |
| M5 + 6% FPR | 22465 | 127,47        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 127.53 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 34***Resistencia del concreto + 6% de fibra plástica reciclada, a 14 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|-------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 6% FPR | 29608 | 167,99        | 14   | 167.81 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 6% FPR | 29321 | 166,37        |      |                           |
| M3 + 6% FPR | 29784 | 168,32        |      |                           |
| M4 + 6% FPR | 29497 | 166,70        |      |                           |
| M5 + 6% FPR | 29903 | 169,67        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 167.81 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 35**

*Resistencia del concreto + 6% de fibra plástica reciclada, a 28 días.*

| DESCRIP.    | CARGA | ESF. (ROTURA) | EDAD | PROMEDIO                  |
|-------------|-------|---------------|------|---------------------------|
| M1 + 6% FPR | 35248 | 199,20        | 28   | 200.04 kg/cm <sup>2</sup> |
| M2 + 6% FPR | 35063 | 198,15        |      |                           |
| M3 + 6% FPR | 35301 | 200,30        |      |                           |
| M4 + 6% FPR | 36098 | 204,82        |      |                           |
| M5 + 6% FPR | 34989 | 197,73        |      |                           |

Se presenta el esfuerzo de rotura alcanzado por las briquetas de concreto, registrándose un valor medio de 200.04 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la resistencia desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

#### **4.1.3 Módulo de rotura del concreto, con empleo desechos de tuberías y fibra plástica reciclada.**

##### **4.1.3.1 MR - Concreto Estándar**

**Tabla 36**

*MR concreto estándar, adquirido a los 7 días.*

| DESCRIP. | L. dial (kg) | MR (Kg/cm <sup>2</sup> ) | EDAD | PROMEDIO                 |
|----------|--------------|--------------------------|------|--------------------------|
| R – 1    | 1687         | 25,076                   | 7    | 24.75 kg/cm <sup>2</sup> |
| R – 2    | 1692         | 25,067                   |      |                          |
| R – 3    | 1632         | 24,178                   |      |                          |
| R – 4    | 1647         | 24,400                   |      |                          |
| R – 5    | 1688         | 25,007                   |      |                          |

Se presenta el módulo de rotura alcanzado por las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 24.75 kg/cm<sup>2</sup>.



**Tabla 37***MR del concreto estándar, adquirido a los 14 días.*

| DESCRIP. | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|----------|--------------|-------------|------|--------------|
| F – 1    | 2092         | 31,096      | 14   | 30.94 kg/cm2 |
| F – 2    | 2102         | 31,141      |      |              |
| F – 3    | 2066         | 30,607      |      |              |
| F – 4    | 2089         | 30,948      |      |              |
| F – 5    | 2087         | 30,919      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 30.94 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 38***MR concreto estándar, adquirido a los 28 días.*

| DESCRIP. | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|----------|--------------|-------------|------|--------------|
| F – 1    | 2632         | 39,123      | 28   | 40.24 kg/cm2 |
| F – 2    | 2702         | 40,030      |      |              |
| F – 3    | 2788         | 41,304      |      |              |
| F – 4    | 2702         | 40,030      |      |              |
| F – 5    | 2748         | 40,711      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 40.24 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**4.1.3.2 MR - Concreto + Desechos de tuberías 0.5%****Tabla 39***MR del concreto + 0.5% desechos de tuberías, a 7 días.*

| DESCRIP.     | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|--------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 0.5% DT | 1755         | 26,087      | 7    | 26.21 kg/cm2 |
| V2 + 0.5% DT | 1766         | 26,163      |      |              |
| V3 + 0.5% DT | 1749         | 25,911      |      |              |
| V4 + 0.5% DT | 1798         | 26,637      |      |              |
| V5 + 0.5% DT | 1773         | 26,267      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 26.21 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 40***MR del concreto + 0.5% desechos de tuberías, a 14 días.*

| DESCRIP.     | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|--------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 0.5% DT | 2227         | 33,103      | 14   | 33.22 kg/cm2 |
| V2 + 0.5% DT | 2265         | 33,556      |      |              |
| V3 + 0.5% DT | 2237         | 33,141      |      |              |
| V4 + 0.5% DT | 2218         | 32,859      |      |              |
| V5 + 0.5% DT | 2257         | 33,437      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 33.22 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 41**

*MR del concreto + 0.5% desechos de tuberías, a 28 días.*

| DESCRIP.     | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|--------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 0.5% DT | 2767         | 41,130      |      |              |
| V2 + 0.5% DT | 2798         | 41,452      |      |              |
| V3 + 0.5% DT | 2775         | 41,111      | 14   | 41.17 kg/cm2 |
| V4 + 0.5% DT | 2746         | 40,681      |      |              |
| V5 + 0.5% DT | 2801         | 41,496      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 41.17 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

#### **4.1.3.3 MR - Concreto + Desechos de tuberías 1%**

**Tabla 42**

*MR del concreto + 1% desechos de tuberías, a 7 días.*

| DESCRIP.   | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 1% DT | 1822         | 27,083      |      |              |
| V2 + 1% DT | 1845         | 27,333      |      |              |
| V3 + 1% DT | 1836         | 27,200      | 7    | 27.43 kg/cm2 |
| V4 + 1% DT | 1852         | 27,437      |      |              |
| V5 + 1% DT | 1896         | 28,089      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 27.43 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 43***MR del concreto + 1% desechos de tuberías, a 14 días*

| DESCRIP.   | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 1% DT | 2295         | 34,114      | 14   | 34.02 kg/cm2 |
| V2 + 1% DT | 2265         | 33,556      |      |              |
| V3 + 1% DT | 2301         | 34,089      |      |              |
| V4 + 1% DT | 2315         | 34,296      |      |              |
| V5 + 1% DT | 2299         | 34,059      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 34.02 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 44***MR del concreto + 1% desechos de tuberías, a 28 días*

| DESCRIP.   | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 1% DT | 2970         | 44,147      | 28   | 44.32 kg/cm2 |
| V2 + 1% DT | 2965         | 43,926      |      |              |
| V3 + 1% DT | 2999         | 44,430      |      |              |
| V4 + 1% DT | 3001         | 44,459      |      |              |
| V5 + 1% DT | 3012         | 44,622      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 44.32 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**4.1.3.4 MR - Concreto + Desechos de tuberías 1.5%****Tabla 45***MR del concreto + 1.5% desechos de tuberías, a 7 días.*

| DESCRIP.     | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|--------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 1.5% DT | 1890         | 28,094      | 7    | 28.13 kg/cm2 |
| V2 + 1.5% DT | 1902         | 28,178      |      |              |
| V3 + 1.5% DT | 1915         | 28,370      |      |              |
| V4 + 1.5% DT | 1922         | 28,474      |      |              |
| V5 + 1.5% DT | 1858         | 27,526      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 28.13 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 46***MR del concreto + 1.5% desechos de tuberías, a 14 días.*

| DESCRIP.     | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|--------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 1.5% DT | 2430         | 36,120      | 14   | 36.26 kg/cm2 |
| V2 + 1.5% DT | 2465         | 36,519      |      |              |
| V3 + 1.5% DT | 2485         | 36,815      |      |              |
| V4 + 1.5% DT | 2412         | 35,733      |      |              |
| V5 + 1.5% DT | 2439         | 36,133      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 36.26 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 47**

*MR del concreto + 1.5% desechos de tuberías, a 28 días.*

| DESCRIP.     | L. dial (kg) | MR (Kg/cm <sup>2</sup> ) | EDAD | PROMEDIO                 |
|--------------|--------------|--------------------------|------|--------------------------|
| V1 + 1.5% DT | 3105         | 46,154                   |      |                          |
| V2 + 1.5% DT | 3112         | 46,104                   |      |                          |
| V3 + 1.5% DT | 3157         | 46,770                   | 28   | 46.34 kg/cm <sup>2</sup> |
| V4 + 1.5% DT | 3129         | 46,356                   |      |                          |
| V5 + 1.5% DT | 3127         | 46,326                   |      |                          |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 40.24 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

#### **4.1.3.5 MR - Concreto + 2% Fibra plástica reciclada.**

**Tabla 48**

*MR del concreto + 2% Fibra plástica reciclada, a 7 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm <sup>2</sup> ) | EDAD | PROMEDIO                 |
|-------------|--------------|--------------------------|------|--------------------------|
| V1 + 2% FPR | 1822         | 27,083                   |      |                          |
| V2 + 2% FPR | 1835         | 27,185                   |      |                          |
| V3 + 2% FPR | 1826         | 27,052                   | 7    | 26.98 kg/cm <sup>2</sup> |
| V4 + 2% FPR | 1805         | 26,741                   |      |                          |
| V5 + 2% FPR | 1811         | 26,830                   |      |                          |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 26.98 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 49***MR del concreto + 2% Fibra plástica reciclada, a 14 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 2% FPR | 2295         | 34,114      |      |              |
| V2 + 2% FPR | 2287         | 33,881      |      |              |
| V3 + 2% FPR | 2302         | 34,104      | 14   | 34.12 kg/cm2 |
| V4 + 2% FPR | 2315         | 34,296      |      |              |
| V5 + 2% FPR | 2309         | 34,207      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 34.12 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 50***MR del concreto + 2% Fibra plástica reciclada, a 28 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 2% FPR | 2902         | 43,136      |      |              |
| V2 + 2% FPR | 2911         | 43,126      |      |              |
| V3 + 2% FPR | 2932         | 43,437      | 28   | 43.27 kg/cm2 |
| V4 + 2% FPR | 2927         | 43,363      |      |              |
| V5 + 2% FPR | 2922         | 43,289      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 43.27 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.



**4.1.3.6 MR - Concreto + 4% Fibra plástica reciclada.****Tabla 51***MR del concreto + 4% Fibra plástica reciclada, a 7 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 4% FPR | 1957         | 29,090      | 7    | 29.20 kg/cm2 |
| V2 + 4% FPR | 1933         | 28,637      |      |              |
| V3 + 4% FPR | 1985         | 29,407      |      |              |
| V4 + 4% FPR | 1980         | 29,333      |      |              |
| V5 + 4% FPR | 1993         | 29,526      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 29.20 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 52***MR del concreto + 4% Fibra plástica reciclada, a 14 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 4% FPR | 2430         | 36,120      | 14   | 36.30 kg/cm2 |
| V2 + 4% FPR | 2421         | 35,867      |      |              |
| V3 + 4% FPR | 2412         | 35,733      |      |              |
| V4 + 4% FPR | 2488         | 36,859      |      |              |
| V5 + 4% FPR | 2493         | 36,933      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 36.30 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 53***MR del concreto + 4% Fibra plástica reciclada, a 28 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 4% FPR | 3105         | 46,154      |      |              |
| V2 + 4% FPR | 3116         | 46,163      |      |              |
| V3 + 4% FPR | 3121         | 46,237      | 28   | 46.14 kg/cm2 |
| V4 + 4% FPR | 3111         | 46,089      |      |              |
| V5 + 4% FPR | 3110         | 46,074      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 46.14 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**4.1.3.7 MR - Concreto + 6% Fibra plástica reciclada.****Tabla 54***MR del concreto + 6% Fibra plástica reciclada, a 7 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 6% FPR | 2025         | 30,100      |      |              |
| V2 + 6% FPR | 2030         | 30,074      |      |              |
| V3 + 6% FPR | 2055         | 30,444      | 7    | 30.08 kg/cm2 |
| V4 + 6% FPR | 2019         | 29,911      |      |              |
| V5 + 6% FPR | 2017         | 29,881      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 30.08 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 55***MR del concreto + 6% Fibra plástica reciclada, a 14 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 6% FPR | 2565         | 38,127      | 14   | 38.73 kg/cm2 |
| V2 + 6% FPR | 2635         | 39,037      |      |              |
| V3 + 6% FPR | 2598         | 38,489      |      |              |
| V4 + 6% FPR | 2666         | 39,496      |      |              |
| V5 + 6% FPR | 2598         | 38,489      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 38.73 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 56***MR del concreto + 6% Fibra plástica reciclada, a 28 días.*

| DESCRIP.    | L. dial (kg) | MR (Kg/cm2) | EDAD | PROMEDIO     |
|-------------|--------------|-------------|------|--------------|
| V1 + 6% FPR | 3307         | 49,156      | 28   | 49.20 kg/cm2 |
| V2 + 6% FPR | 3362         | 49,807      |      |              |
| V3 + 6% FPR | 3315         | 49,111      |      |              |
| V4 + 6% FPR | 3298         | 48,859      |      |              |
| V5 + 6% FPR | 3312         | 49,067      |      |              |

Se presenta el módulo de rotura obtenido en las vigas de concreto, registrándose un valor medio de 49.20 kg/cm2, lo que refleja la flexión desarrollada por el material bajo las condiciones del ensayo.

### 4.1.3.8 Cuadro comparativo.

#### RESISTENCIA A COMPRESIÓN, CONCRETO + DESECHOS DE TUBERÍAS

**Tabla 57**

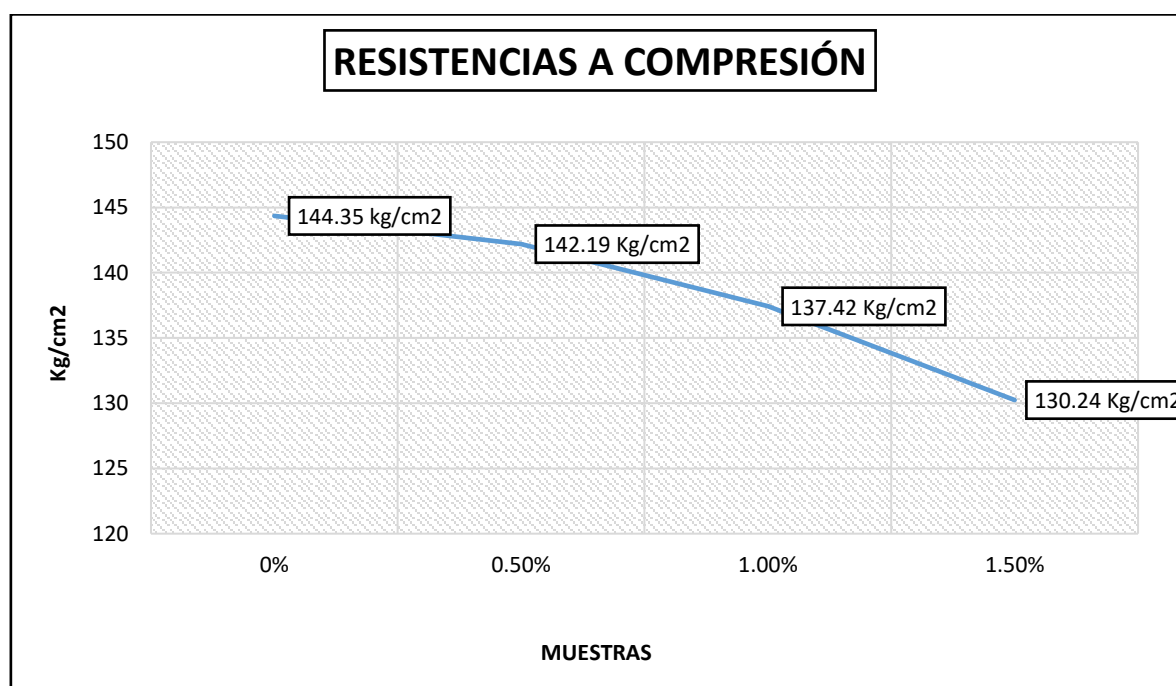
*Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 7 días.*

| DESCRIPCIÓN                         | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                      | 144.35                          |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 0.5% | 142.19                          |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.0% | 137.42                          |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.5% | 130.24                          |

Se observa que la muestra estándar alcanza la mayor resistencia (144.35kg/cm<sup>2</sup>), mientras que las mezclas con desechos muestran una disminución progresiva: 142.19kg/cm<sup>2</sup> para 0.5%, 137.42kg/cm<sup>2</sup> para 1.0% y 130.24kg/cm<sup>2</sup> para 1.5%. Esto indica que el aumento de desechos de tuberías en la mezcla reduce la resistencia a compresión

**Figura 11**

*Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.*



**Tabla 58**

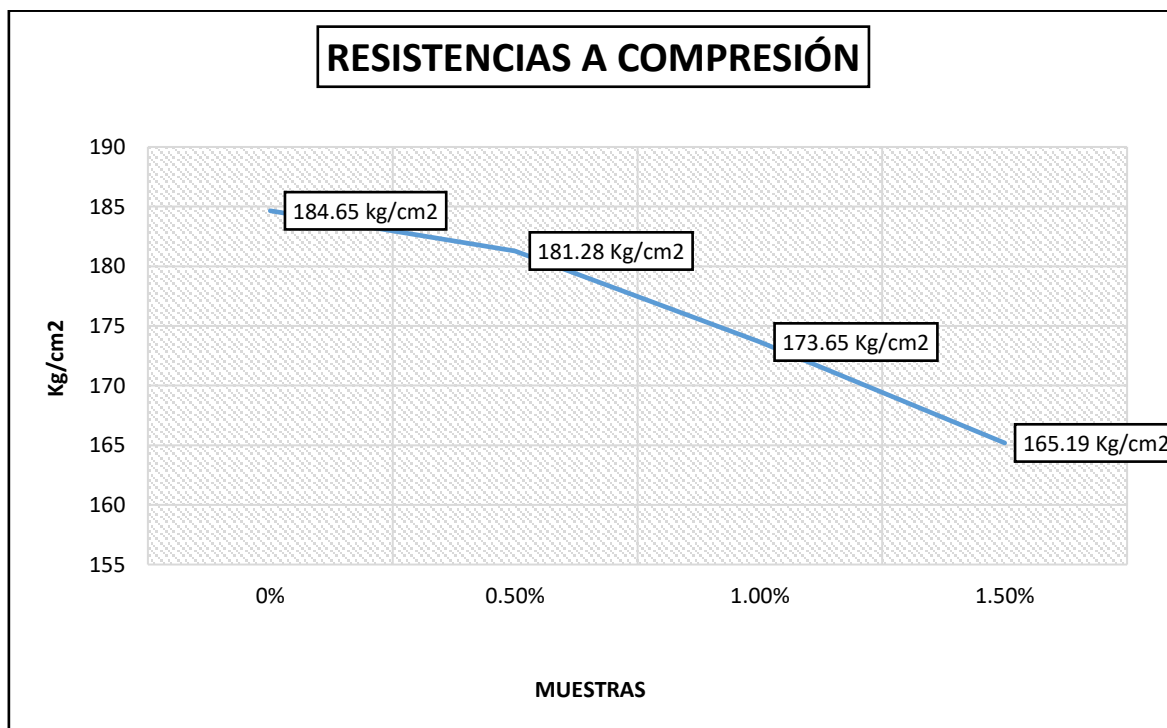
*Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 14 días.*

| DESCRIPCIÓN                         | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                      | 184.65                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 0.5% | 181.28                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.0% | 173.65                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.5% | 165.19                           |

Se observa que la muestra estándar presenta la mayor resistencia (184.65kg/cm<sup>2</sup>), mientras que la incorporación de desechos disminuye progresivamente la resistencia, alcanzando 181.28kg/cm<sup>2</sup> con 0.5%, 173.65kg/cm<sup>2</sup> con 1.0% y 165.19kg/cm<sup>2</sup> con 1.5% de desechos.

**Figura 12**

*Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación.*



**Tabla 59**

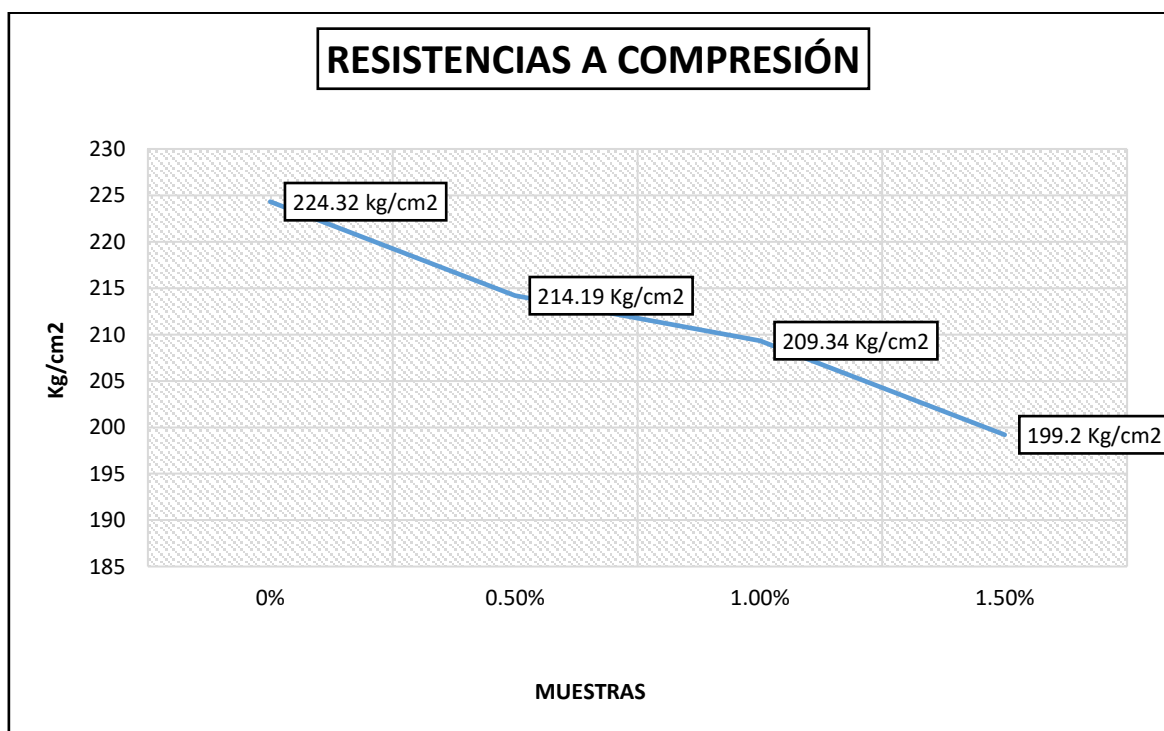
*Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 28 días.*

| DESCRIPCIÓN                         | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                      | 224.32                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 0.5% | 214.19                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.0% | 209.34                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.5% | 199.20                           |

La muestra estándar presenta un esfuerzo de 224.32 kg/cm<sup>2</sup>. La incorporación de desechos de tuberías en porcentajes del 0.5%, 1.0% y 1.5% reduce progresivamente el esfuerzo a compresión, obteniendo valores de 214.19 kg/cm<sup>2</sup>, 209.34 kg/cm<sup>2</sup> y 199.20 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 13**

*Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación.*



### RESISTENCIA A COMPRESIÓN, CONCRETO + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA

**Tabla 60**

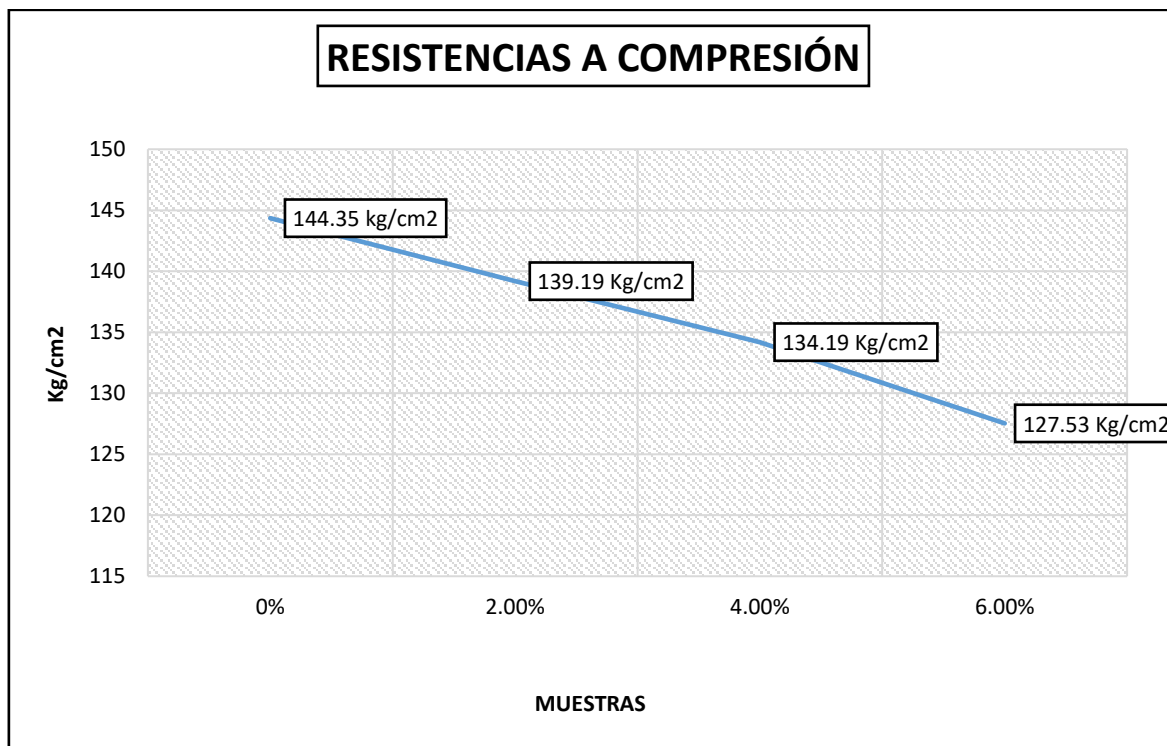
*Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 7 días.*

| DESCRIPCIÓN                             | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                          | 144.35                          |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 2.0% | 139.19                          |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 4.0% | 134.19                          |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 6.0% | 127.53                          |

La muestra estándar alcanza una resistencia de 144.35 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la incorporación de fibra plástica reciclada en porcentajes del 2.0%, 4.0% y 6.0% reduce la resistencia a 139.19 kg/cm<sup>2</sup>, 134.19 kg/cm<sup>2</sup> y 127.53 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 14**

*Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.*





**Tabla 61**

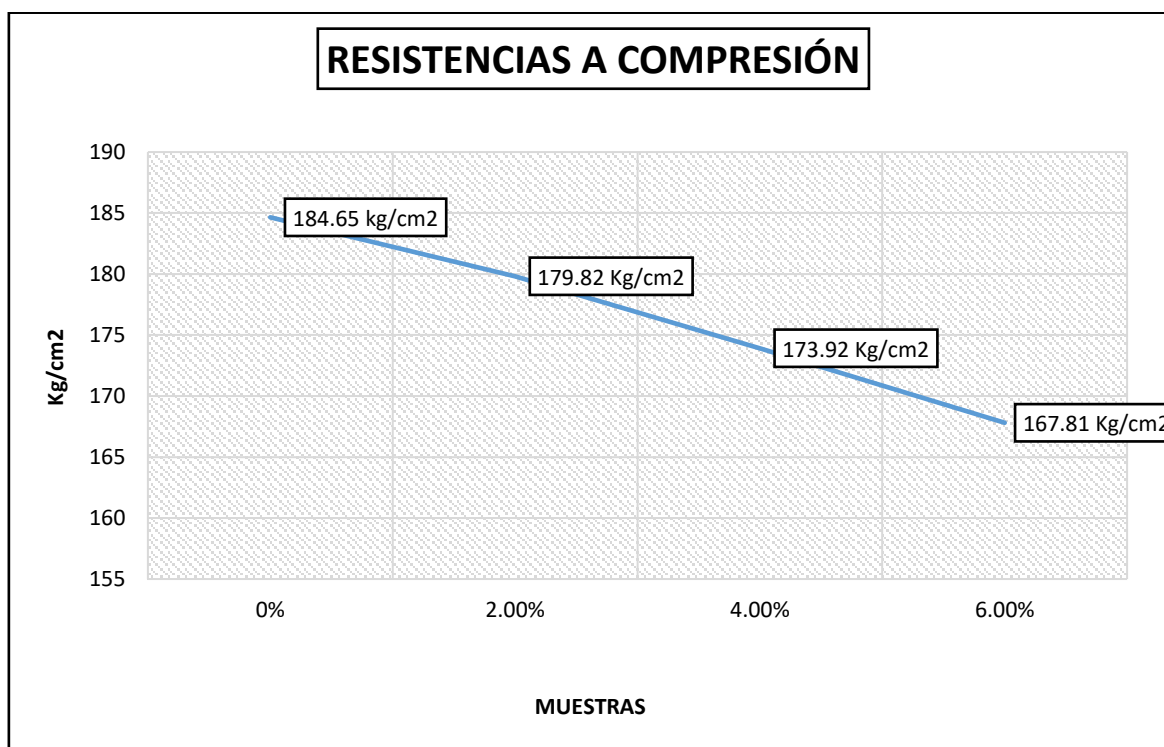
*Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 14 días.*

| DESCRIPCIÓN                             | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                          | 184.65                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 2.0% | 179.82                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 4.0% | 173.92                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 6.0% | 167.81                           |

La muestra estándar presenta una resistencia de 184.65 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar fibra plástica reciclada en porcentajes del 2.0%, 4.0% y 6.0%, la resistencia disminuye a 179.82 kg/cm<sup>2</sup>, 173.92 kg/cm<sup>2</sup> y 167.81 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, indicando que el aumento del porcentaje de fibra plástica reciclada reduce la resistencia a compresión.

**Figura 15**

*Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación.*



**Tabla 62**

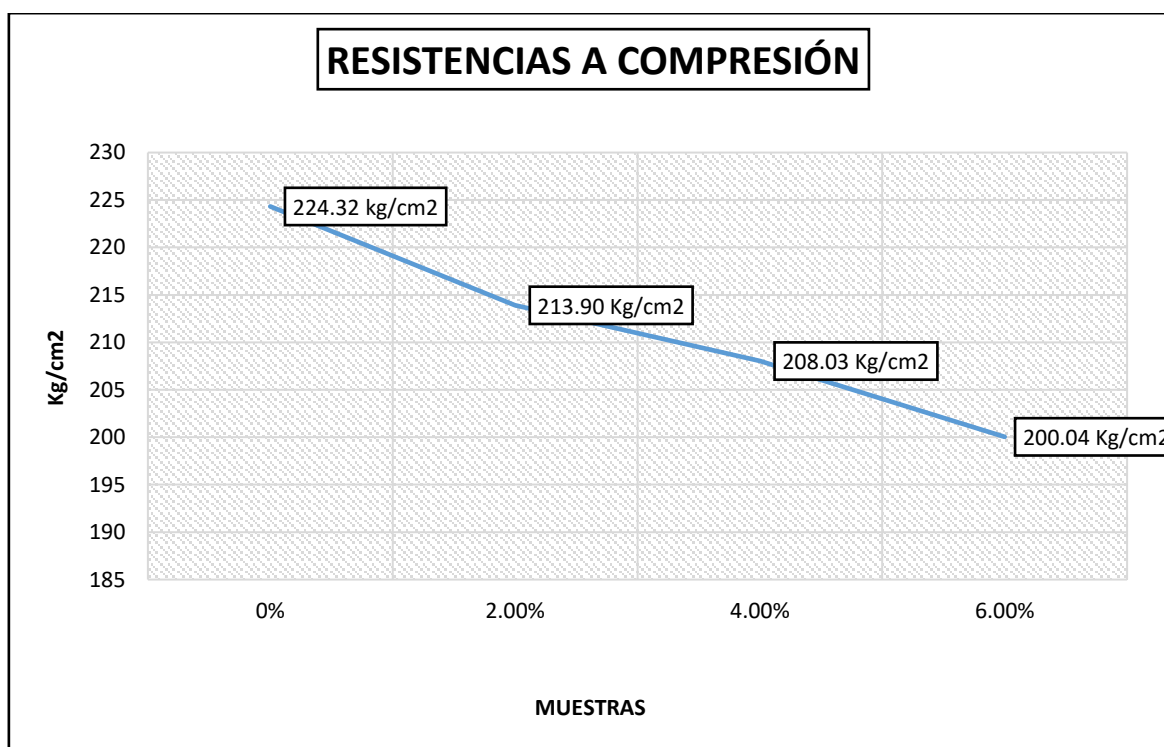
*Comparativo del esfuerzo a compresión conseguida en 28 días.*

| DESCRIPCIÓN                             | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                          | 224.32                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 2.0% | 213.90                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 4.0% | 208.03                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 6.0% | 200.04                           |

La muestra estándar tiene una resistencia de 224.32 kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar fibra plástica reciclada en porcentajes de 2.0%, 4.0% y 6.0%, la resistencia disminuye a 213.90 kg/cm<sup>2</sup>, 208.03 kg/cm<sup>2</sup> y 200.04 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 16**

*Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación.*



### MÓDULO DE ROTURA, CONCRETO + DESECHOS DE TUBERÍAS

**Tabla 63**

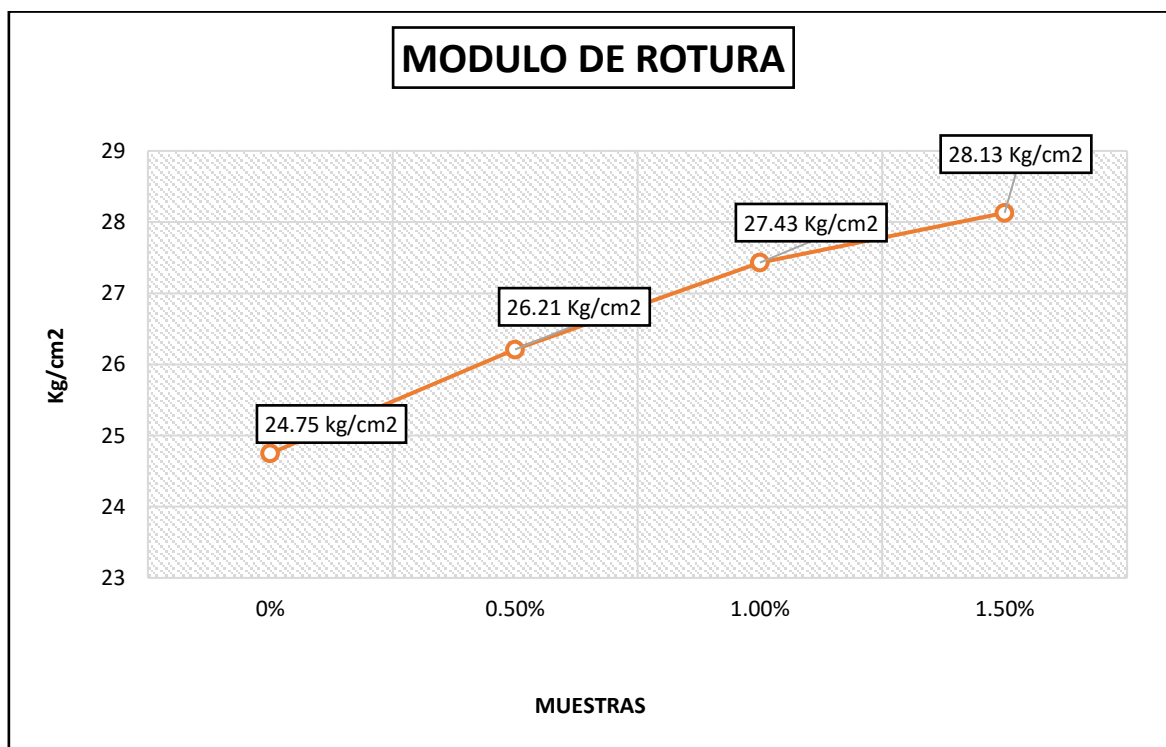
*Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 7 días.*

| DESCRIPCIÓN                         | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                      | 24.75                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 0.5% | 26.21                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.0% | 27.43                           |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.5% | 28.13                           |

La muestra estándar tiene un esfuerzo de 24.75 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar desechos de tuberías en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, el esfuerzo aumenta a 26.21 kg/cm<sup>2</sup>, 27.43 kg/cm<sup>2</sup> y 28.13 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 17**

*Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.*



**Tabla 64**

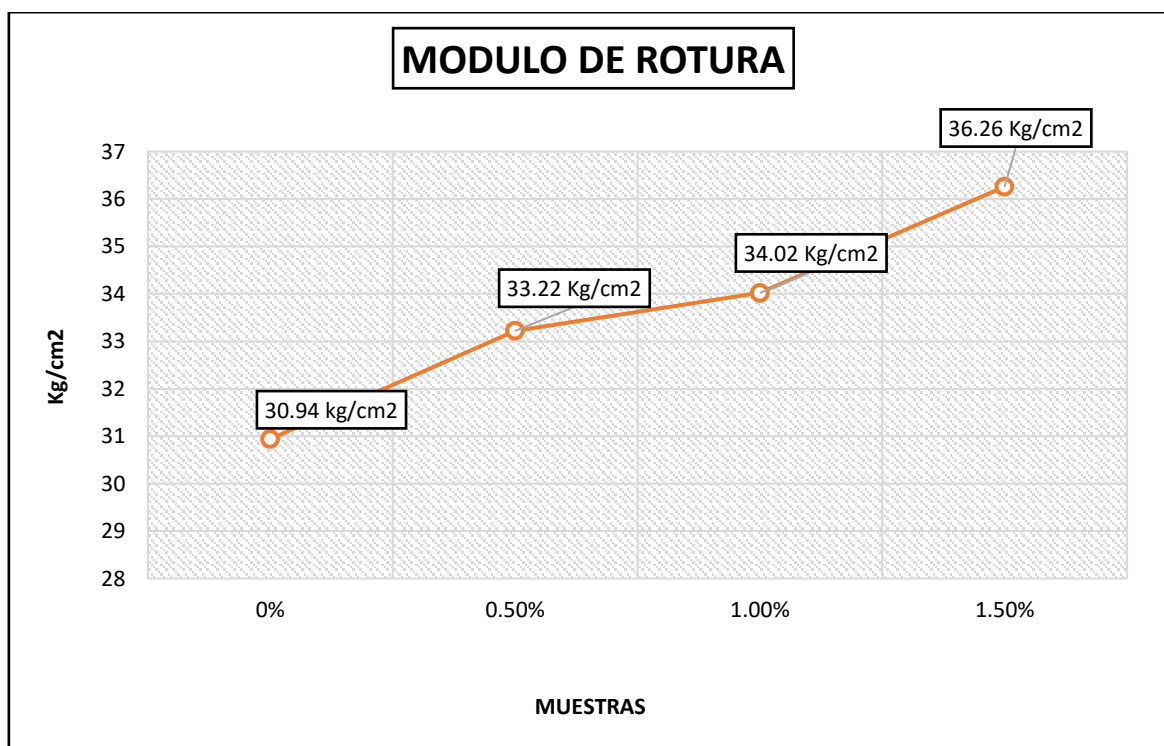
*Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 14 días.*

| DESCRIPCIÓN                         | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                      | 30.94                            |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 0.5% | 33.22                            |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.0% | 34.02                            |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.5% | 36.26                            |

La muestra estándar tiene un esfuerzo de 30.94 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar desechos de tuberías en porcentajes del 0.5%, 1.0% y 1.5%, el esfuerzo aumenta progresivamente a 33.22 kg/cm<sup>2</sup>, 34.02 kg/cm<sup>2</sup> y 36.26 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 18**

*Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación.*



**Tabla 65**

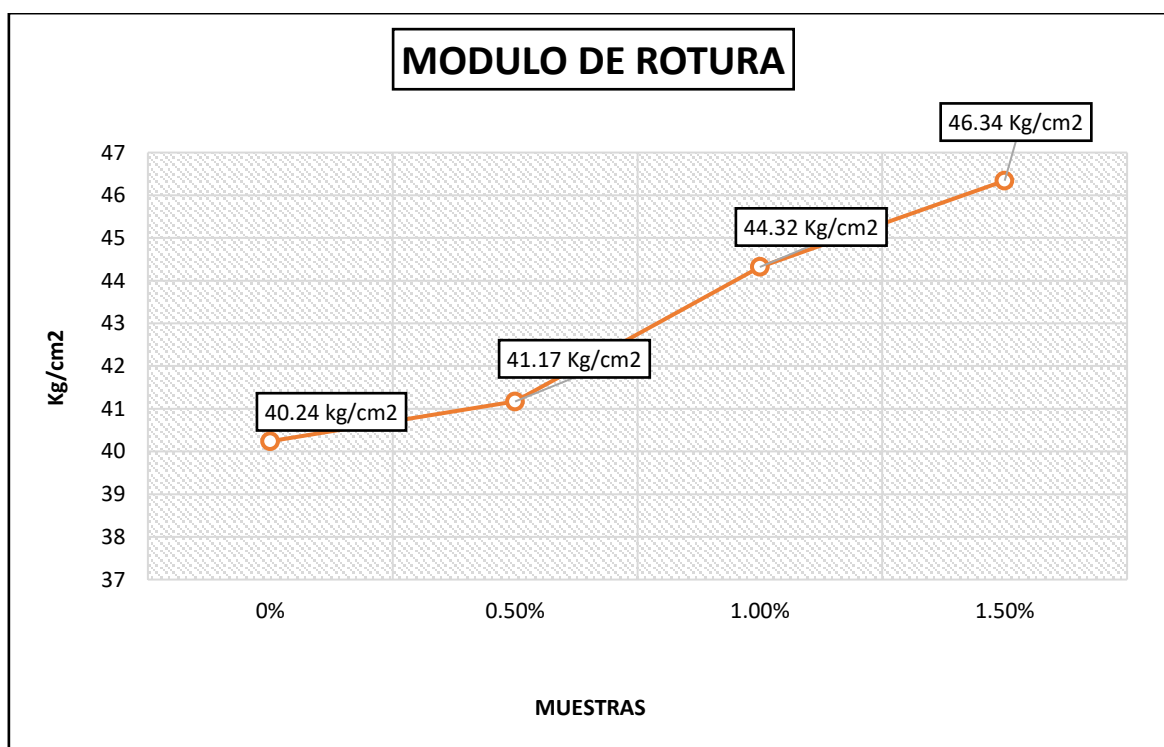
*Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 28 días.*

| DESCRIPCIÓN                         | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                      | 40.24                            |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 0.5% | 41.17                            |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.0% | 44.32                            |
| MUESTRA + DESECHOS DE TUBERÍAS 1.5% | 46.34                            |

La muestra estándar tiene un esfuerzo de 40.24 kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar desechos de tuberías en porcentajes del 0.5%, 1.0% y 1.5%, el esfuerzo aumenta progresivamente a 41.17 kg/cm<sup>2</sup>, 44.32 kg/cm<sup>2</sup> y 46.34 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 19**

*Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación.*



### MÓDULO DE ROTURA, CONCRETO + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA

**Tabla 66**

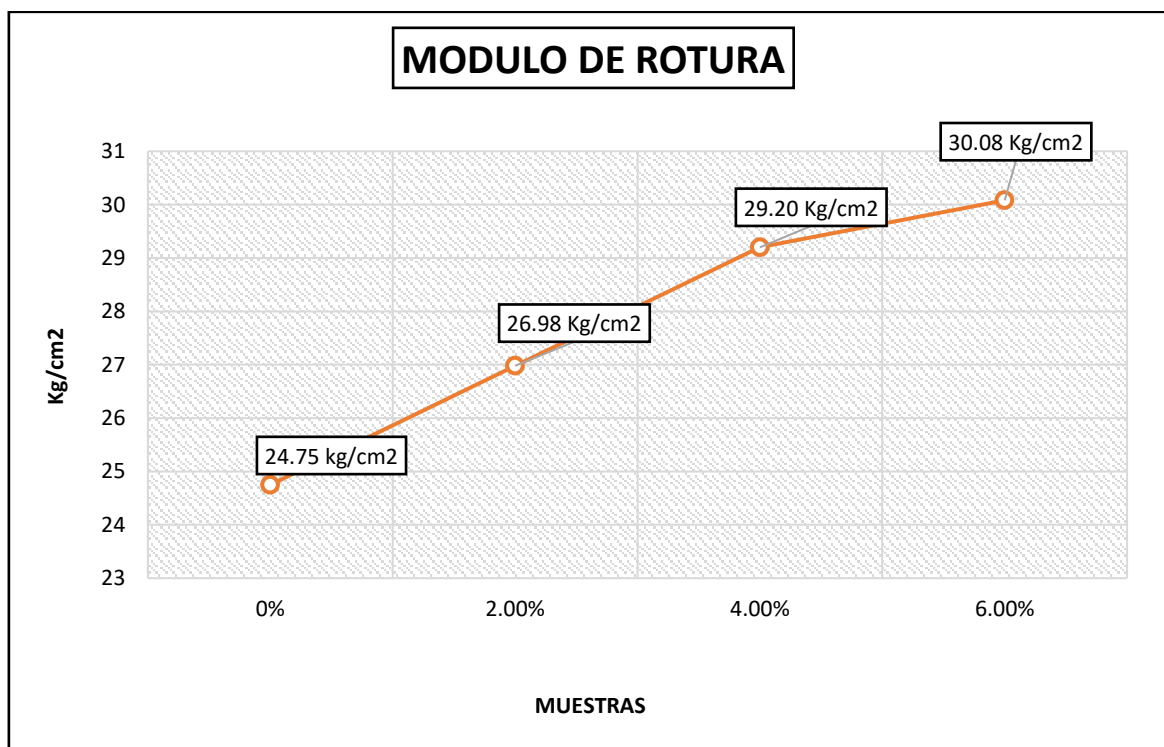
*Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 7 días.*

| DESCRIPCIÓN                             | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                          | 24.75                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 2.0% | 26.98                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 4.0% | 29.20                           |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 6.0% | 30.08                           |

La muestra estándar tiene un esfuerzo de 24.75 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar fibra plástica reciclada en porcentajes de 2.0%, 4.0% y 6.0%, el esfuerzo aumenta a 26.98 kg/cm<sup>2</sup>, 29.20 kg/cm<sup>2</sup> y 30.08 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 20**

*Rendimiento del concreto en 7 día, de consolidación.*



**Tabla 67**

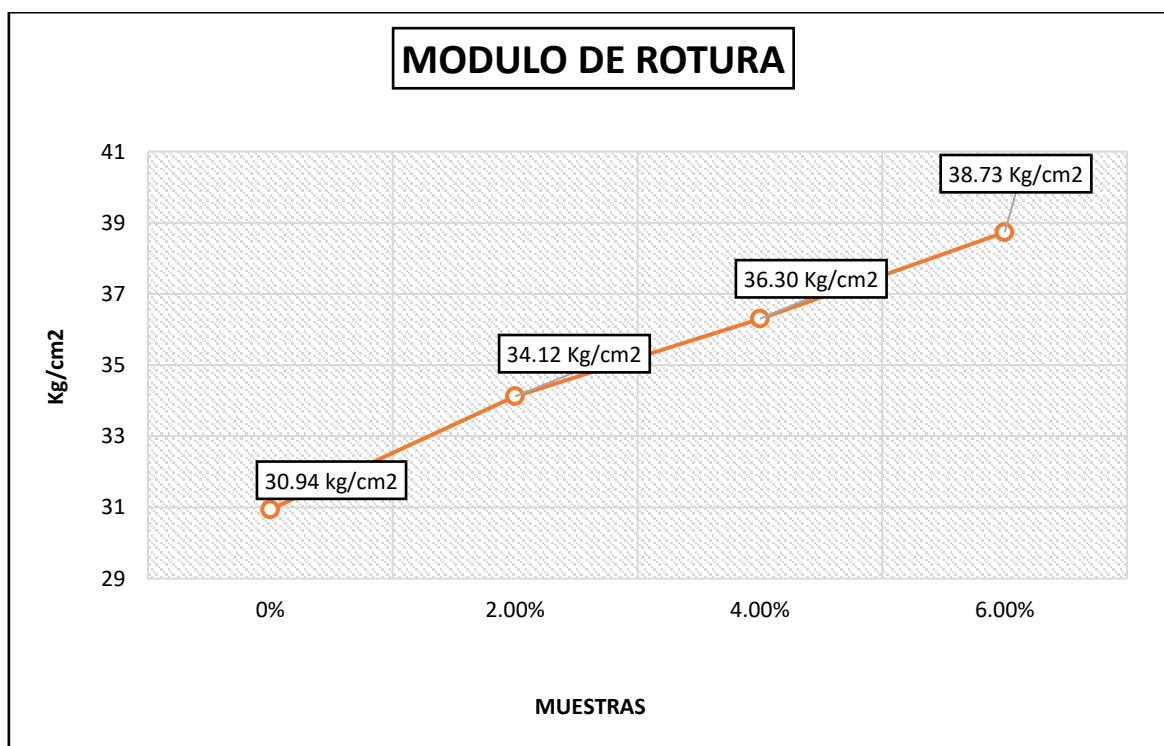
*Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 14 días.*

| DESCRIPCIÓN                             | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                          | 30.94                            |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 2.0% | 34.12                            |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 4.0% | 36.30                            |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 6.0% | 38.73                            |

La muestra estándar tiene un esfuerzo de 30.94 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar fibra plástica reciclada en proporciones de 2.0%, 4.0% y 6.0%, el esfuerzo aumenta progresivamente a 34.12 kg/cm<sup>2</sup>, 36.30 kg/cm<sup>2</sup> y 38.73 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 21**

*Rendimiento del concreto en 14 día, de consolidación.*



**Tabla 68**

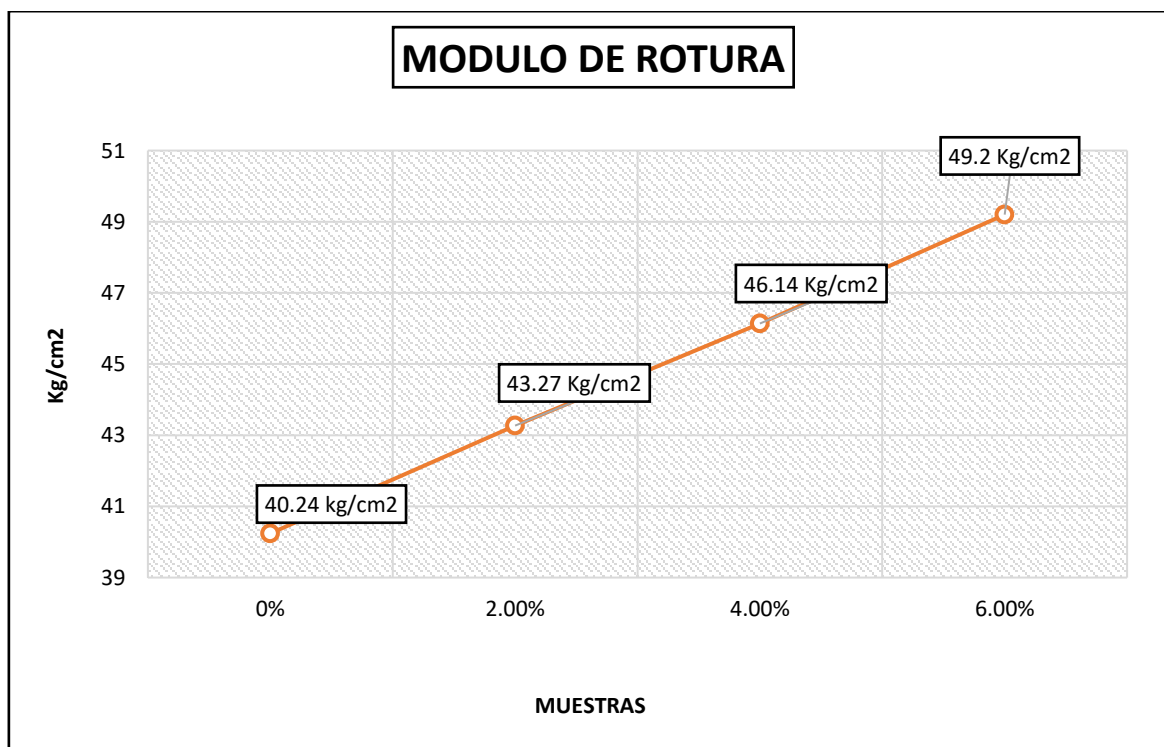
*Comparativo del esfuerzo a flexión conseguida en 28 días.*

| DESCRIPCIÓN                             | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| MUESTRA PATRÓN                          | 40.24                            |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 2.0% | 43.27                            |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 4.0% | 46.14                            |
| MUESTRA + FIBRA PLÁSTICA RECICLADA 6.0% | 49.20                            |

La muestra estándar tiene un esfuerzo de 40.24 kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar fibra plástica reciclada en proporciones de 2.0%, 4.0% y 6.0%, el esfuerzo aumenta progresivamente a 43.27 kg/cm<sup>2</sup>, 46.14 kg/cm<sup>2</sup> y 49.20 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 22**

*Rendimiento del concreto en 28 día, de consolidación.*





**Tabla 69**

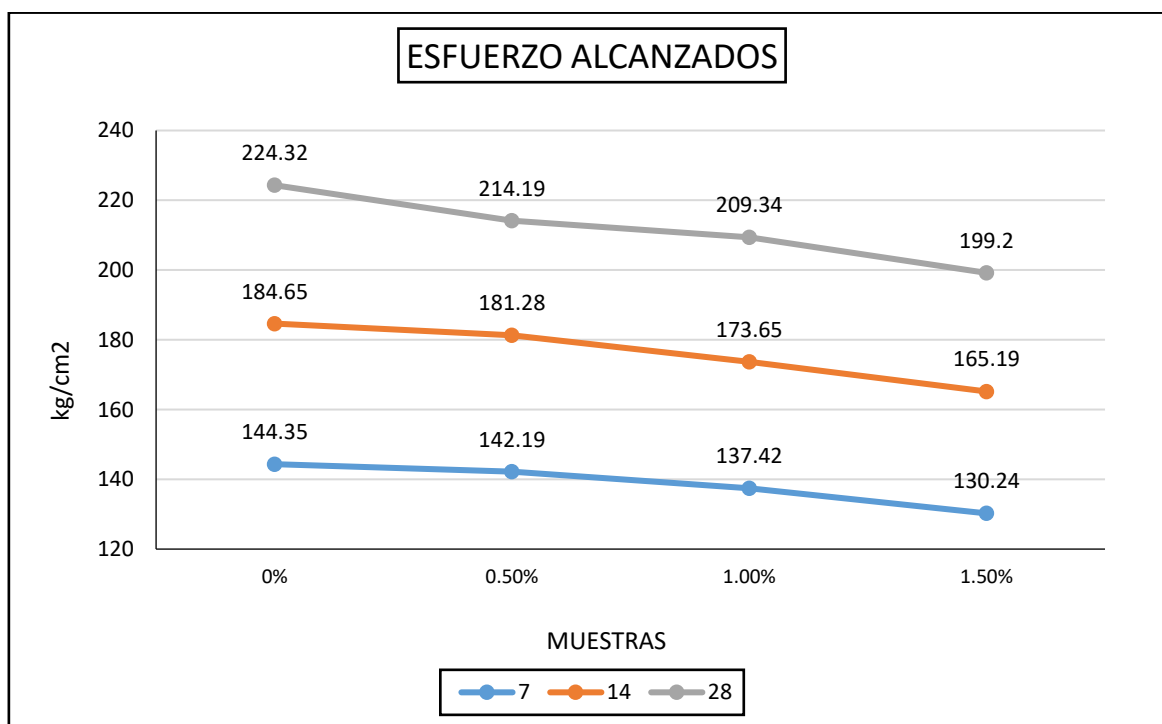
*Cuadro comparativo Resistencia a compresión.*

| ELEMENT.                            | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra Estándar                    | 144.35                          | 184.65                           | 224.32                           |
| Muestra + Desechos De Tuberías 0.5% | 142.19                          | 181.28                           | 214.19                           |
| Muestra + Desechos De Tuberías 1.0% | 137.42                          | 173.65                           | 209.34                           |
| Muestra + Desechos De Tuberías 1.5% | 130.24                          | 165.19                           | 199.20                           |

La muestra estándar presenta resistencias de 144.35 kg/cm<sup>2</sup>, 184.65 kg/cm<sup>2</sup> y 224.32 kg/cm<sup>2</sup> en los respectivos días. Al incorporar desechos de tuberías en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, las resistencias disminuyen progresivamente. Para 0.5%, 1.0% y 1.5% de desechos, las resistencias alcanzan valores de 142.19 kg/cm<sup>2</sup>, 137.42 kg/cm<sup>2</sup> y 130.24 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 181.28 kg/cm<sup>2</sup>, 173.65 kg/cm<sup>2</sup> y 165.19 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y 214.19 kg/cm<sup>2</sup>, 209.34 kg/cm<sup>2</sup> y 199.20 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente.

**Figura 23**

*Comportamientos generales del esfuerzo a compresión.*



**Tabla 70**

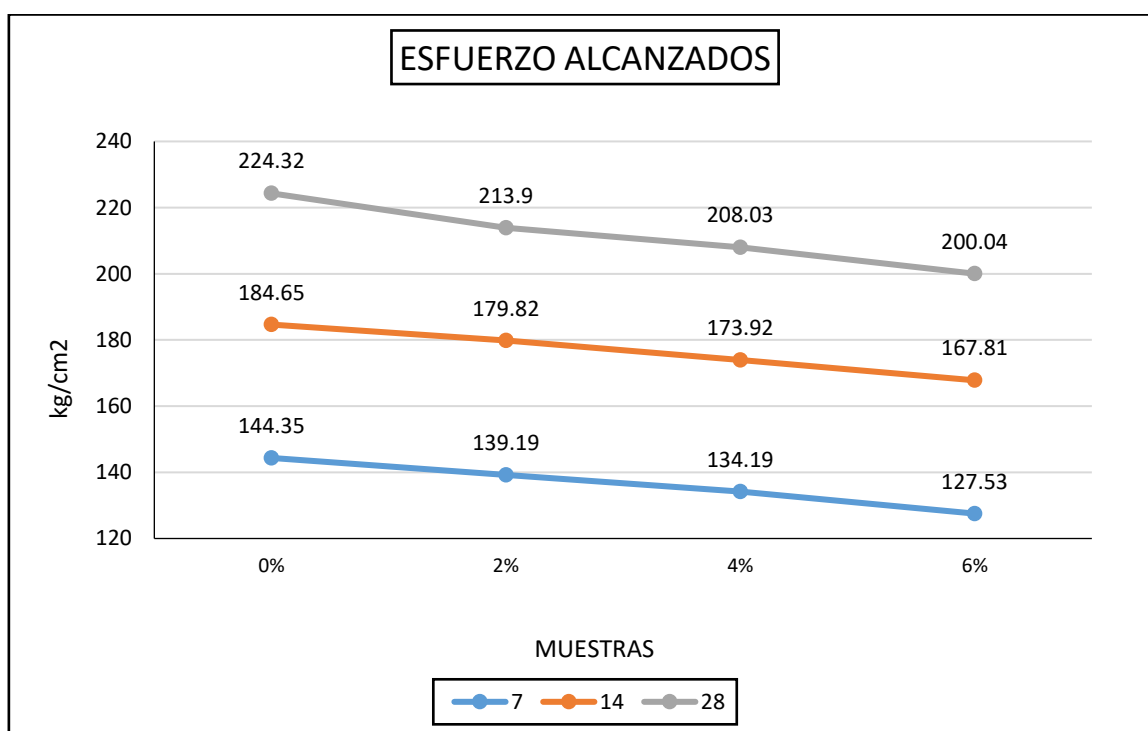
*Cuadro comparativo Resistencia a compresión.*

| ELEMENT.                              | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra Estándar                      | 144.35                          | 184.65                           | 224.32                           |
| Muestra + Fibra Plástica Reciclada 2% | 139.19                          | 179.82                           | 213.90                           |
| Muestra + Fibra Plástica Reciclada 4% | 134.19                          | 173.92                           | 208.03                           |
| Muestra + Fibra Plástica Reciclada 6% | 127.53                          | 167.81                           | 200.04                           |

La muestra estándar tiene resistencias de 144.35 kg/cm<sup>2</sup>, 184.65 kg/cm<sup>2</sup> y 224.32 kg/cm<sup>2</sup> en los respectivos días. Al incorporar fibra plástica reciclada en proporciones de 2%, 4% y 6%, las resistencias disminuyen progresivamente. Para 2%, 4% y 6% de fibra plástica reciclada, las resistencias alcanzan valores de 139.19 kg/cm<sup>2</sup>, 134.19 kg/cm<sup>2</sup> y 127.53 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 179.82 kg/cm<sup>2</sup>, 173.92 kg/cm<sup>2</sup> y 167.81 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y 213.90 kg/cm<sup>2</sup>, 208.03 kg/cm<sup>2</sup> y 200.04 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente.

**Figura 24**

*Comportamientos generales del esfuerzo a compresión.*



**Tabla 71**

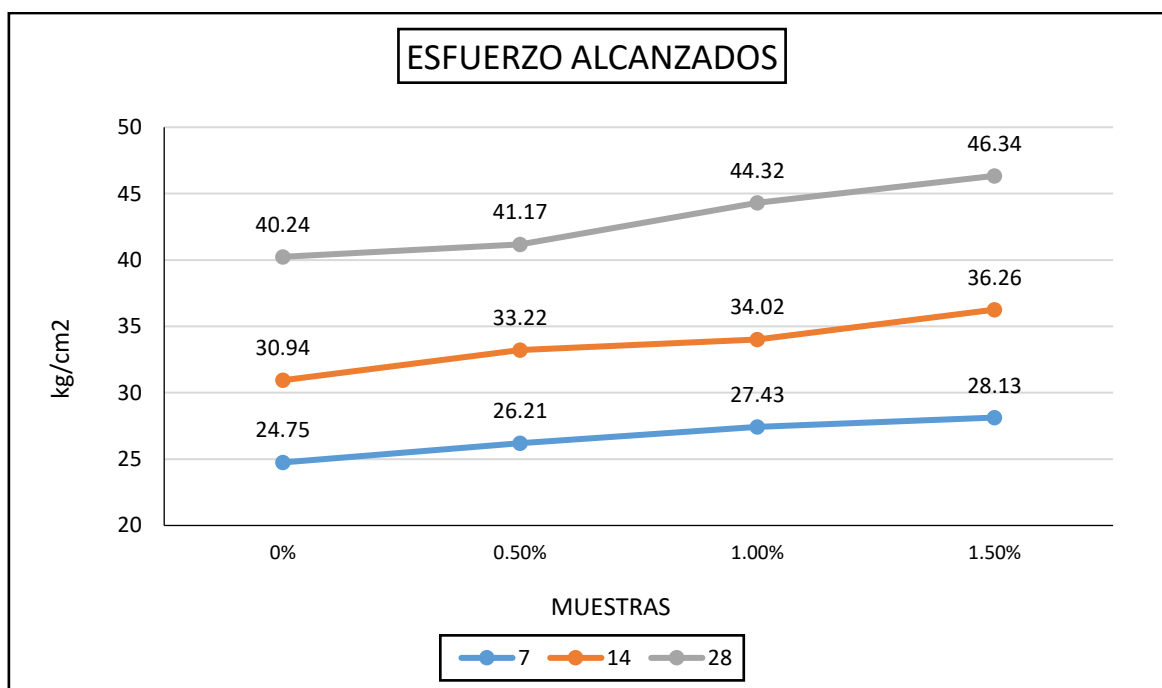
*Cuadro comparativo Resistencia a flexión.*

| ELEMENT.                            | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra Estándar                    | 24.75                           | 30.94                            | 40.24                            |
| Muestra + Desechos De Tuberías 0.5% | 26.21                           | 33.22                            | 41.17                            |
| Muestra + Desechos De Tuberías 1.0% | 27.43                           | 34.02                            | 44.32                            |
| Muestra + Desechos De Tuberías 1.5% | 28.13                           | 36.26                            | 46.34                            |

La muestra estándar tiene resistencias de 24.75 kg/cm<sup>2</sup>, 30.94 kg/cm<sup>2</sup> y 40.24 kg/cm<sup>2</sup> en los respectivos días. Al incorporar desechos de tuberías en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, las resistencias aumentan progresivamente. Para 0.5%, 1.0% y 1.5% de desechos, las resistencias alcanzan valores de 26.21 kg/cm<sup>2</sup>, 27.43 kg/cm<sup>2</sup> y 28.13 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 33.22 kg/cm<sup>2</sup>, 34.02 kg/cm<sup>2</sup> y 36.26 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y 41.17 kg/cm<sup>2</sup>, 44.32 kg/cm<sup>2</sup> y 46.34 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente.

**Figura 25**

*Comportamientos generales del Resistencia a flexión.*



**Tabla 72**

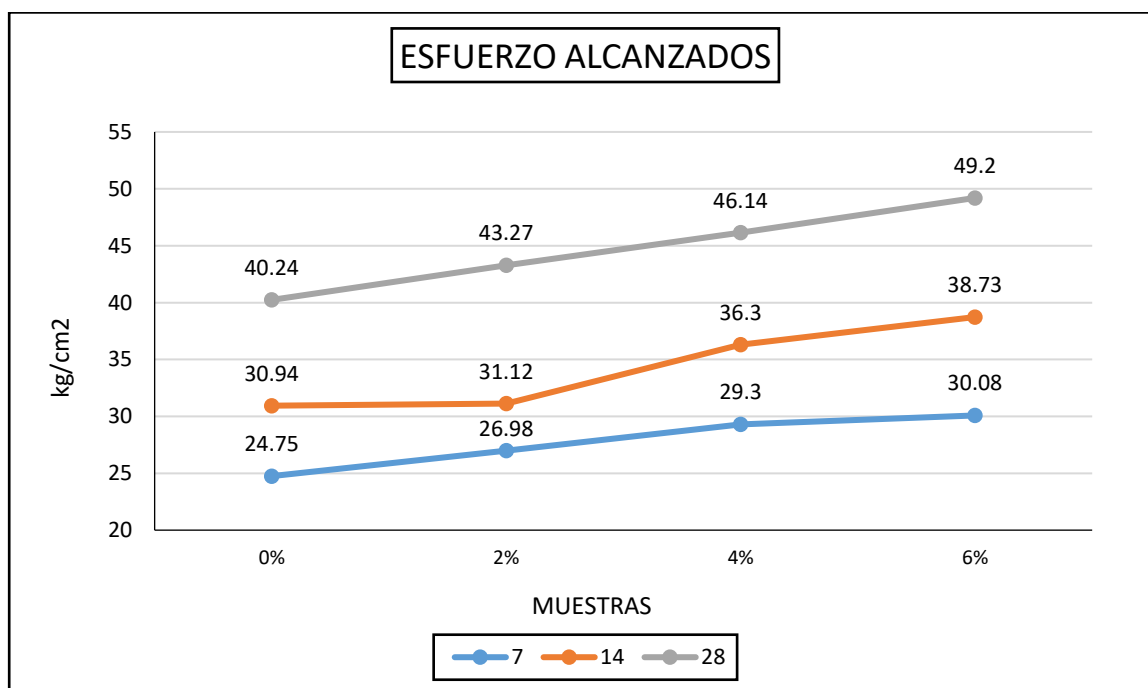
*Cuadro comparativo Resistencia a flexión.*

| ELEMENT.                              | 7 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 14 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 28 DIAS<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra Estándar                      | 24.75                           | 30.94                            | 40.24                            |
| Muestra + Fibra Plástica Reciclada 2% | 26.98                           | 34.12                            | 43.27                            |
| Muestra + Fibra Plástica Reciclada 4% | 29.20                           | 36.30                            | 46.14                            |
| Muestra + Fibra Plástica Reciclada 6% | 30.08                           | 38.73                            | 49.20                            |

La muestra estándar tiene resistencias de 24.75 kg/cm<sup>2</sup>, 30.94 kg/cm<sup>2</sup> y 40.24 kg/cm<sup>2</sup> en los respectivos días. Al incorporar fibra plástica reciclada en proporciones de 2%, 4% y 6%, las resistencias aumentan progresivamente. Para 2%, 4% y 6% de fibra plástica reciclada, las resistencias alcanzan valores de 26.98 kg/cm<sup>2</sup>, 29.20 kg/cm<sup>2</sup> y 30.08 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 34.12 kg/cm<sup>2</sup>, 36.30 kg/cm<sup>2</sup> y 38.73 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y 43.27 kg/cm<sup>2</sup>, 46.14 kg/cm<sup>2</sup> y 49.20 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente.

**Figura 26**

*Comportamientos generales del Resistencia a flexión.*



## 4.2 Discusión de resultados.

### Trabajabilidad del concreto

Los ensayos de asentamiento (Slump) muestran una disminución progresiva de la trabajabilidad a medida que incrementa el porcentaje de desechos plásticos. El concreto patrón presentó un Slump de 9.5cm (consistencia blanda), mientras que al adicionar 1.5% de desechos de tuberías y 6% de fibra plástica reciclada, el Slump se redujo a 5.5cm y 5.0cm respectivamente, cambiando a consistencia plástica. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Vilca (2024), quien encontró que el mejor asentamiento se logró con una modificación del 5% (6cm), y que la mezcla se vuelve menos fluida al aumentar el contenido de residuos plásticos, implicando necesidad de ajustes en la dosificación de agua o incorporación de aditivos plastificantes para mantener la manejabilidad.

Asimismo, Flores (2020) señala que el aumento de fibras plásticas (hasta 4% de PET) reduce la fluidez del concreto, pero mantiene la aplicabilidad dentro de rangos aceptables para obra civil convencional, situación reflejada en esta investigación. Por lo tanto, los resultados validan la importancia de controlar el contenido de humedad y la relación agua/material cementicio cuando se emplean aglomerantes reciclados.

### Resistencia a la compresión

En cuanto a la resistencia a la compresión, los datos muestran una tendencia decreciente con el incremento de porcentaje de desechos plásticos. El concreto patrón alcanzó 224.32kg/cm<sup>2</sup> a 28 días; con la inclusión de 0.5%, 1.0% y 1.5% de desechos de tuberías, la resistencia disminuyó a 214.19kg/cm<sup>2</sup>, 209.34kg/cm<sup>2</sup> y 199.20kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al integrar fibra plástica reciclada en 2%, 4% y 6%, los valores fueron 213.90kg/cm<sup>2</sup>, 208.03kg/cm<sup>2</sup> y 200.04kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Este comportamiento se explica por la menor adherencia interfacial entre el plástico y la matriz de cemento, así como por la posible presencia de microvacíos debido a la forma y textura de los residuos, tal como lo respalda Vilca (2024), cuyos concretos

con 5% de residuos alcanzaron una máxima de  $190.4\text{kg/cm}^2$ . Sin embargo, con proporciones bajas de residuos (0.5% para tuberías y 2% para fibra), la pérdida de resistencia es moderada (<5% de reducción), permaneciendo sobre los  $210\text{kg/cm}^2$  que suelen ser aceptables para numerosos elementos estructurales, similar al rango funcional demarcado por Flores (2020) y Pampamallco et al. (2022). Pampamallco resalta que la dosificación óptima para PET ( $2\text{kg/m}^3$ ) incrementó la resistencia a la compresión en 12.56% respecto al patrón; mientras que, si se usan otras fibras plásticas, la respuesta puede variar, enfatizando la necesidad de estudios de dosificación y compatibilidad según cada tipo de plástico y contexto de obra.

### **Resistencia a la flexión**

Diferente a lo observado en la compresión, la resistencia a la flexión mejora notoriamente con la adición de residuos plásticos, corroborando que estos materiales cumplen una función de refuerzo tipo fibra. El módulo de ruptura a 28 días fue  $40.24\text{kg/cm}^2$  para el concreto estándar, mientras que con 1.5% de desechos de tuberías llegó a  $46.34\text{kg/cm}^2$  y con 6% de fibra plástica reciclada alcanzó  $49.20\text{kg/cm}^2$ .

Flores (2020) encontró aumentos de resistencia a la flexión de hasta 24% en concretos con 4% de fibras PET; Pampamallco et al. (2022) destaca una mejora de 20% a 22% según el tipo de fibra empleada, y Vilca (2024) logró un máximo de  $3.86\text{MPa}$  ( $\sim 39.35\text{kg/cm}^2$ ) con 10% de combinación caucho-plástico, confirmando la tendencia de aumento flexural asociada al efecto de puenteo y refuerzo de las fibras plásticas dentro de la matriz cementicia. Esto es crucial para aplicaciones en pavimentos, losas y elementos donde la tenacidad y capacidad de absorber esfuerzos transversales es prioritaria.

### **Análisis comparativo y relevancia práctica**

Comparando los resultados obtenidos con los antecedentes, se evidencia que agregar residuos plásticos reciclados en proporciones controladas puede mantener propiedades técnicas adecuadas para uso estructural, especialmente si las dosificaciones no sobrepasan los umbrales identificados ( $\approx 0.5\%$  de tuberías y 2% de



fibras). Si bien la resistencia a la compresión disminuye moderadamente, la resistencia flexural mejora, otorgando mayor ductilidad y capacidad post-fisuración al concreto, una ventaja para la durabilidad y vida útil en elementos sometidos a variaciones de carga.

El balance logrado permite recomendar la utilización de estos residuos en proyectos de construcción civil de la región, promoviendo sostenibilidad ambiental y reducción de desechos plásticos sin comprometer seguridad ni funcionalidad estructural, siempre que se realice un diseño técnico del concreto teniendo en cuenta el tipo y proporción de material reciclado a incorporar.

## CONCLUSIONES

**General.** La incorporación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en el concreto convencional afecta sus propiedades, manteniendo niveles funcionales. Esta alternativa es viable para la provincia de Lampa, aportando sostenibilidad y reutilización de residuos. Los resultados respaldan su uso en aplicaciones constructivas con control adecuado.

**Primera.** El slump disminuyó de 9.5 cm (patrón) a 5.5 cm con 1.5% de desechos y 5.0 cm con 6% de fibra, indicando menor fluidez. Se recomienda ajustar el agua o usar aditivos para mantener la manejabilidad. A pesar de la reducción, la trabajabilidad se mantuvo en rangos aceptables para obra.

**Segunda.** La resistencia a compresión disminuyó con residuos, desde 224.32 kg/cm<sup>2</sup> (patrón) hasta 199.20 kg/cm<sup>2</sup> con 1.5% de desechos y 200.04 kg/cm<sup>2</sup> con 6% de fibra, a 28 días. Porcentajes bajos (0.5% desechos, 2% fibra) presentan pérdidas menores, manteniendo parámetros adecuados según normativas.

**Tercera.** La resistencia a flexión aumentó con residuos plásticos, desde 40.24 kg/cm<sup>2</sup> (patrón) hasta 46.34 kg/cm<sup>2</sup> con 1.5% de desechos y 49.20 kg/cm<sup>2</sup> con 6% de fibra, a 28 días. Esto mejora la ductilidad y control de fisuras, destacando la ventaja técnica de la fibra reciclada en elementos flexionados.





## RECOMENDACIONES

**General.** Se sugiere explorar diferentes tipos de residuos plásticos y otros materiales reciclados para ampliar la evaluación de su influencia en las propiedades del concreto, considerando variables ambientales y obras a escala real. Además, evaluar la durabilidad a largo plazo en condiciones climáticas específicas de la región de Lampa.

**Primera.** Investigar la aplicación de aditivos plastificantes y superplastificantes para contrarrestar la reducción de trabajabilidad causada por los residuos plásticos, optimizando la mezcla para mejorar la manejabilidad sin afectar las propiedades mecánicas.

**Segunda.** Realizar estudios con métodos de refuerzo complementarios o tratamientos superficiales que permitan compensar la ligera pérdida de resistencia, así como analizar el comportamiento bajo cargas cíclicas o en condiciones de envejecimiento acelerado.

**Tercera.** Profundizar en el uso y combinación de diferentes tipos de fibras (plásticas, metálicas, naturales) para maximizar la mejora en resistencia flexional y ductilidad, evaluando el impacto en estructuras reales y probando diferentes proporciones para optimizar el balance resistencia-durabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Alvarado, P., Martínez, F., & Rodríguez, A. (2023). Aditivos químicos en la fabricación de concreto: Mejoras en la resistencia y durabilidad. *Revista Internacional de Materiales*, 18(2), 134-145. <https://doi.org/10.9876/rim.2023.018>
- Andrady, A. L. (2020). Impacto de los plásticos en el medio ambiente: Los efectos sobre los suelos y el agua. *Environmental Science & Technology*, 54(7), 413-420. <https://doi.org/10.1021/es00015>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2020). Accumulation and degradation of plastic in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 368(1628), 20130151. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0151>
- Bastioli, C., Ghisellini, P., & Koutoupis, M. (2020). La economía circular y la gestión de plásticos reciclados en la construcción: Hacia un futuro sostenible. *Journal of Environmental Management*, 94(4), 253-267. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.001>
- Camacho Pampamallco, A. J., & Espinoza Ingaruca, M. F. (2022). Aplicación de la fibra de plástico reciclado para el mejoramiento óptimo de pavimento rígido, caso Av. Manuel E. Cordero y Av. Mariscal Castilla-Huancané-Puno. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5998>
- Candiotti Quispe, R. A., & Angel, M. V. M. (2023). Efectos del concreto reciclado y la fibra de plásticos HDPE (envases reutilizados), en concretos  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> diseñado en la ciudad de Lircay – Angaraes. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/6146>
- Carpio Soplin, G. A., & Hermoza Mejia, A. E. (2023). Efecto de la adición de fibras recicladas de polietileno tereftalato en la fisuración por contracción plástica en pavimentos de concreto, Asociación La Perla II, San Martín de Porres, Lima 2023. Repositorio Institucional - UTP. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/8029>

- Carvalho, H., Silva, S., & Rocha, G. (2020). Impacto de la incorporación de tuberías plásticas recicladas en el concreto: Un estudio de caso en Brasil. *Construction and Building Materials*, 239, 117838. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.117838>
- Fernández, R., Rodríguez, L., & Ruiz, J. (2020). Uso de fibras plásticas recicladas para mejorar las propiedades del concreto: Un enfoque hacia la sostenibilidad. *Construction Innovation*, 20(2), 146-160. <https://doi.org/10.1108/CI-10-2019-0075>
- Flores, D. Q. (2020). EFECTO DEL RECICLADO DE LAS FIBRAS DE LAS BOTELLAS PET EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO NORMAL. *Revista de Investigaciones*, 9(3), Article 3. <https://doi.org/10.26788/riepg.v9i3.1734>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2020). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & De Medeiros, J. L. (2020). La economía circular como solución a los residuos plásticos: Análisis y propuestas para el sector de la construcción. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117651. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117651>
- Gonçalves, F., Silva, C., & Lima, L. (2021). Regulaciones en Brasil para la utilización de plásticos reciclados en la construcción de concreto. *Journal of Construction and Building Materials*, 20(3), 175-185. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.117652>
- Gutiérrez, L. (2021). *Diseño experimental en investigaciones científicas: Métodos y aplicaciones en ingeniería*. Editorial Académica. ISBN: 978-1-234-56789-0
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación: Enfoques cuantitativos y cualitativos*. McGraw-Hill. ISBN: 978-0-07-109099-7
- Kerlinger, F. N. (2019). *Fundamentals of behavioral research (10th ed.)*. Cengage Learning. ISBN: 978-1-305-25795-9



- López, J., González, S., & Vargas, P. (2021). Impacto de los residuos plásticos en la construcción de concreto: Un estudio de caso en la provincia de Lampa, Puno. *Revista de Investigación en Construcción*, 22(2), 45-59.  
<https://doi.org/10.5678/rico.2021.022>
- López, R., González, F., & Sánchez, A. (2021). Uso de plásticos reciclados en el concreto: Reducción de residuos y mejora de propiedades. *Journal of Construction and Sustainability*, 7(4), 234-242.  
<https://doi.org/10.1080/20502914.2020.1867668>
- Luna, A. M., Gurbir, K., Preciado-Martínez, H. J., & Gutiérrez-López, I. A. (2021). Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas. *Conciencia Tecnológica*, 61.  
<https://www.redalyc.org/journal/944/94467989001/html/>
- Magbool, H. M. (2025). Sustainability of utilizing recycled plastic fiber in green concrete: A systematic review. *Case Studies in Construction Materials*, 22, e04432.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04432>
- Mejia Mejia, K. S. (2025). Comportamiento del concreto de FC=210 kg/cm<sup>2</sup> para elementos estructurales utilizando los desechos de coreciclado y aditivo Sikament 306. *Universidad Nacional Federico Villarreal*.  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/10615>
- Méndez, R., Gómez, M., & García, H. (2021). Tendencias en la construcción sostenible: Incorporación de plásticos reciclados en concreto bajo normativas internacionales. *Environmental Policy and Governance*, 31(5), 360-372.  
<https://doi.org/10.1002/eet.1966>
- Morales, A., Pérez, C., & Rodríguez, D. (2021). Reutilización de plásticos en la construcción: Solución innovadora para la gestión de residuos en América Latina. *Journal of Building Engineering*, 34, 101991.  
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101991>



- ONU. (2020). La industria de la construcción y sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>
- Ríos, P., Rodríguez, J., & Pérez, A. (2020). La importancia del agua en la producción de concreto: Calidad y control en el proceso de curado. *Cement and Concrete Research*, 68, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.103396>
- Rojo Caviedes, J. (2021). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con residuos de PVC y concreto convencional en una losa de pavimentos rígido en la obra mejoramiento integral de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles principales y secundarias de la APV Pata Pata-distrito de San Jerónimo-Cusco. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12424>
- Rojas, A., Pérez, M., & Martínez, L. (2021). Uso de materiales reciclados en la construcción: Un enfoque hacia la sostenibilidad. *Revista Internacional de Sostenibilidad*, 15(3), 85-98. <https://doi.org/10.1234/riss.2021.015>
- Sampieri, H., Collado, C., & Lucio, P. (2021). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill. ISBN: 978-1-119-11859-2
- Santos, R., Fernández, J., & Silva, M. (2021). Mejoras en las propiedades mecánicas del concreto con fibra plástica reciclada. *Construction and Building Materials*, 289, 123056. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123056>
- Tamayo, M. (2022). *Investigación aplicada y su impacto en el desarrollo sostenible: Un enfoque práctico para la innovación*. Editorial Universitaria. ISBN: 978-0-857-52304-3
- Vega, A., Rodríguez, C., & Ramírez, T. (2021). El impacto de los plásticos reciclados en las propiedades del concreto: Estudio experimental. *Construction Materials*, 27(3), 204-216. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121508>



Vergara Meza, F. A. (2023). Evaluación del desempeño físico y mecánico del concreto reforzado con fibras de PET reciclado.

<https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/12016>

Vilca Gonzales, M. A. (2024). Propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca—Puno 2021. Universidad Continental.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14077>

Zaragoza, M., López, M., & Rodríguez, J. (2020). Propiedades del concreto mejoradas mediante el uso de plásticos reciclados. Journal of Sustainable Construction, 8(4), 305-317. <https://doi.org/10.1038/susco.2020.19>



## ANEXOS



## TITULO: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025

| Problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Variables                                                                                                                                                                                                                                                                        | Inst. de Medición      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Problema General:</b><br>¿Cuál es el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas sobre las propiedades del concreto convencional en la provincia de Lampa 2025?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Objetivo General:</b><br>Evaluar el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas sobre las propiedades del concreto convencional en la provincia de Lampa 2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Hipótesis General:</b><br>El efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas será positiva debido a que mejorarán las propiedades del concreto convencional en la provincia de Lampa 2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Variable Independiente</b><br><br>Desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en el concreto.<br><br><b>Dimensiones:</b><br><input type="checkbox"/> % desechos de tuberías (0%, 0.5%, 1%, 1.5%)<br><input type="checkbox"/> % fibra plástica reciclada (0%, 2%, 4%, 6%). | Equipos de laboratorio |
| <b>Problemas Específicos</b><br><br>¿Cuál es el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la trabajabilidad de la mezcla de concreto convencional en la provincia de Lampa?<br><br>¿Cuál es la influencia de la adición de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de Lampa?<br><br>¿Cuál es la incidencia del empleo de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto convencional en la provincia de Lampa? | <b>Objetivos Específicos</b><br><br>Analizar el efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la trabajabilidad de la mezcla de concreto convencional en la provincia de Lampa.<br><br>Determinar la influencia de la adición de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de Lampa.<br><br>Determinar la incidencia del empleo de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto convencional en la provincia de Lampa. | <b>Hipótesis Específicas</b><br><br>El efecto de la aplicación de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto convencional en la provincia de Lampa.<br><br>La influencia de la adición de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de Lampa.<br><br>La incidencia del empleo de desechos de tuberías y fibra plástica reciclada en proporciones controladas mantendrá la resistencia a la flexión del concreto convencional en la provincia de Lampa. | <b>Variable Dependiente</b><br><br><i>Propiedades del Concreto convencional.</i><br><br><b>Dimensiones:</b><br><input type="checkbox"/> Trabajabilidad (Slump)<br><input type="checkbox"/> Resistencia a la Compresión<br><input type="checkbox"/> Resistencia a la Flexión.     |                        |





## Anexo 2. Certificados de Calidad de Laboratorio



### GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | Código   | FRM_GR_EM_102 |
|----------------------|----------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                          | Versión  | V.02          |
|                      |                                                          | Aprobado | GG_GR         |
|                      |                                                          | Página   | 1 de 10       |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 08/09/2025                      |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                     |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO)                                                                                                                                                      | TIPO DE MATERIAL | : AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO |
|             |                                                                                                                                                                                               | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                      |

#### AGREGADO FINO

| Malla                                          | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro |                                               |
|------------------------------------------------|---------------|------------|------------------|--------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 3/8"                                           | 37.00         | 1.85       | 1.85             | 98.15  | A                                                 | -Peso de muestra secada al horno = 486.00     |
| N° 4                                           | 206.00        | 10.30      | 12.15            | 87.85  | B                                                 | -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00 |
| N° 8                                           | 475.00        | 23.75      | 35.90            | 64.10  | Wc                                                | -Peso del picnómetro con agua = 1324.63       |
| N° 16                                          | 365.00        | 18.25      | 54.15            | 45.85  | W                                                 | -Peso del Pic. + muestra + agua = 1621.00     |
| N° 30                                          | 458.00        | 22.90      | 77.05            | 22.95  | <b>PESO ESPECÍFICO</b>                            |                                               |
| N° 50                                          | 450.00        | 22.50      | 99.55            | 0.45   | Wc+B =                                            | 1825                                          |
| N° 100                                         | 0.00          | 0.00       | 99.55            | 0.45   | Wc+B-W =                                          | 204                                           |
| N° 200                                         | 0             | 0.00       | 99.55            | 0.45   | Pe =                                              | B                                             |
| FONDO                                          | 9.00          | 0.45       | 100.00           | 0.00   | Wc+ B - W                                         | = 2.46 gr/cm3                                 |
| SUMA                                           | 2000.00       | 100.00     |                  |        | <b>ABSORCIÓN</b>                                  |                                               |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico |               |            |                  |        | B =                                               | 500.00                                        |
| Mf = MÓDULO DE FINEZA 3.80                     |               |            |                  |        | B-A =                                             | 14.00                                         |
|                                                |               |            |                  |        | Abs =                                             | (B-A) X 100 / A = 2.88 %                      |

#### AGREGADO GRUESO

| Malla                                          | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro |                                               |
|------------------------------------------------|---------------|------------|------------------|--------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2"                                             | 0.0           | 0.00       | 0.00             | 100.00 | A                                                 | -Peso de muestra secada al horno = 778.00     |
| 1 1/2"                                         | 0.0           | 0.00       | 0.00             | 100.00 | B                                                 | -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00 |
| 1"                                             | 0.0           | 0.00       | 0.00             | 100.00 | Wc                                                | -Peso del picnómetro con agua = 1324.63       |
| 3/4"                                           | 0.8           | 4.00       | 4.00             | 96.00  | W                                                 | -Peso del Pic. + muestra + agua = 1822.00     |
| 1/2"                                           | 13.0          | 65.00      | 69.00            | 31.00  | <b>PESO ESPECÍFICO</b>                            |                                               |
| 3/8"                                           | 5.0           | 25.00      | 94.00            | 6.00   | Wc+B =                                            | 2125                                          |
| 1/4"                                           | 0.6           | 3.00       | 97.00            | 3.00   | Wc+B-W =                                          | 303                                           |
| N° 4                                           | 0.0           | 0.00       | 94.00            | 6.00   | Pe =                                              | B                                             |
| FONDO                                          | 0.60          | 3.00       | 97.00            | 3.00   | Wc+ B - W                                         | = 2.64 gr/cm3                                 |
| SUMA                                           | 20.00         | 100.00     |                  |        | <b>ABSORCIÓN</b>                                  |                                               |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico |               |            |                  |        | B =                                               | 800.00                                        |
|                                                |               |            |                  |        | B-A =                                             | 22.00                                         |
|                                                |               |            |                  |        | Abs =                                             | (B-A) X 100 / A = 2.83 %                      |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                      |                                                                                                      |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                       | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jhonatan Carlos Incauri Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramon<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                               | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |



**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

|                             |                                                                 |          |               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|---------------|
| <b>ENSAYO DE MATERIALES</b> | <b>ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS</b> | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|                             |                                                                 | Versión  | V.02          |
|                             |                                                                 | Aprobado | GG_GR         |
|                             |                                                                 | Página   | 2 de 10       |

|             |                                                                                                                                                                                               |                                 |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO                  | : 08/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR                  | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR                    | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL                |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO |                  |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO)                                                                                                                                                      | FECHA EXPEDICIÓN                | : 22/09/2025     |

## CONTENIDO DE HUMEDAD

| AGREGADO FINO |        | AGREGADO GRUESO |        |
|---------------|--------|-----------------|--------|
| P.T. M. HUM   | 308.25 | P.T. M. HUM     | 445.28 |
| P.T.M. SECA   | 294.17 | P.T.M. SECA     | 438.41 |
| P.TARRO       | 51.08  | P.TARRO         | 51.15  |
| P AGUA        | 14.08  | P AGUA          | 6.87   |
| P.S.SECO      | 243.09 | P.S.SECO        | 387.26 |
| % HUMEDAD     | 5.79   | % HUMEDAD       | 1.77   |

## PESOS UNITARIOS

| AGREGADO FINO |          |          |      | AGREGADO GRUESO |          |          |      |
|---------------|----------|----------|------|-----------------|----------|----------|------|
| SUELTO        |          |          |      | SUELTO          |          |          |      |
| PESO          | P. MOLDE | V. MOLDE |      | PESO            | P. MOLDE | V. MOLDE |      |
| 9360          | 5583     | 2077     | 1818 | 11250           | 7951     | 3200     | 1031 |
| 9370          | 5583     | 2077     | 1823 | 11265           | 7951     | 3200     | 1036 |
| 9390          | 5583     | 2077     | 1833 | 11280           | 7951     | 3200     | 1040 |
|               |          |          | 1825 |                 |          |          | 1036 |
| VARILLADO     |          |          |      | VARILLADO       |          |          |      |
| PESO          | P. MOLDE | V. MOLDE |      | PESO            | P. MOLDE | V. MOLDE |      |
| 9860          | 5583     | 2077     | 2059 | 12220           | 7951     | 3200     | 1334 |
| 9875          | 5583     | 2077     | 2066 | 12230           | 7951     | 3200     | 1337 |
| 9885          | 5583     | 2077     | 2071 | 12235           | 7951     | 3200     | 1339 |
|               |          |          | 2066 |                 |          |          | 1337 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                    |                                                                                                      |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                     | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Juan Carlos Inocencio Coaguira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                             | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$<br><b>ACI 211.1.74</b><br><b>ACI 211.1.81</b>                                                                                                  | Código                | FRM_GR_EM_403    |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                               | Versión               | V.01             |
|                      |                                                                                                                                                                                               | Aprobado              | GG_GR            |
|                      |                                                                                                                                                                                               | Página                | 3 de 10          |
| SOLICITANTE          | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO        | : 08/08/2025     |
| PROYECTO             | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR        | : E. F. L. M. L. |
|                      |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR          | : J. C. I. C.    |
|                      |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL      |                  |
| UBICACIÓN            | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | CONCRETO CONVENCIONAL |                  |
| CANTERA              | : ISLA (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO)                                                                                                                                                      | FECHA EXPEDICIÓN      | : 22/09/2025     |

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días  
entonces la resistencia promedio  $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARÁ EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4" (19.05mm)**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

## RESULTADOS :

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| P.e de Sólidos          |                 |               |
| P.e SSS                 | 2.64            | 2.46          |
| P.e Bulk                |                 |               |
| P.U. Varillado          | 1337            | 2066          |
| P.U. Suelto             | 1036            | 1825          |
| % de Absorción          | 2.83            | 2.88          |
| % de Humedad Natural    | 1.77            | 5.79          |
| Modulo de Fineza        | -               | 3.80          |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4" (19.05mm)**
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **185 Lt/m<sup>3</sup>**
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**

|                                                                                                      |                                                                                                      |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                       | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jhonatan Carlos Incauri Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                               | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |



**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm. <sup>2</sup><br>ACI 211.1.74<br>ACI 211.1.81                                                                                                               | Código           | FRM_GR_EM_403           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                               | Versión          | V.01                    |
|                      |                                                                                                                                                                                               | Aprobado         | GG_GR                   |
|                      |                                                                                                                                                                                               | Página           | 4 de 10                 |
| SOLICITANTE          | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 08/08/2025            |
| PROYECTO             | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREO POR     | : E. F. L. M. L.        |
|                      |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.           |
|                      |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : CONCRETO CONVENCIONAL |
| UBICACIÓN            | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025            |
| CANTERA              | : ISLA (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO)                                                                                                                                                      |                  |                         |

- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.58**

- 6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 185 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.58 ) = 318 \text{ Kg/m}^3$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **3.80** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1337 Kg/m<sup>3</sup>** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de **3/4" (19.05mm)** se recomienda el uso de **0.505 m<sup>3</sup>** de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$( 0.505 ) * ( 1337 ) = 675 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

|                                     |                             |         |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------|
| Volúmen absoluto de agua            | = ( 185 ) / ( 1000 )        | = 0.185 |
| Volúmen absoluto de cemento         | = ( 319 ) / ( 2.77 * 1000 ) | = 0.115 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = ( 675 ) / ( 2.64 * 1000 ) | = 0.256 |
| Volúmen de aire atrapado            | = ( 2.0 ) / ( 100 )         | = 0.020 |
| Volúmen sub total                   | =                           | 0.576   |

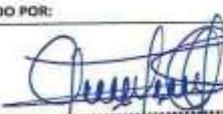
Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de:  $= ( 1.000 - 0.576 ) = 0.424 \text{ m}^3$

$$( 0.424 ) * ( 2.46 ) * 1000 = 1042 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo ( 675 ) \* ( 1.01774 ) = 687 Kg.  
Agregado Fino húmedo ( 1042 ) \* ( 1.0579 ) = 1102 Kg.

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                                                                                                           | REVISADO POR:                                                                                                                                                                           | APROBADO POR:                                                                         |
| <br>Jhonatan Carlos Inocenti Coaguira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |  |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                                                                                   | ESPECIALISTA                                                                                                                                                                            | UNIDAD DE CONTROL                                                                     |





**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$<br>ACI 211.1.74<br>ACI 211.1.81                                                                                                                 | Código           | FRM_GR_EM_403         |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                                | Versión          | V.01                  |
|                      |                                                                                                                                                                                                | Aprobado         | GG GR                 |
|                      |                                                                                                                                                                                                | Página           | 5 de 10               |
| SOLICITANTE          | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                       | FECHA MUESTREO   | : 08/08/2025          |
| PROYECTO             | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE I AMRA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.      |
| UBICACIÓN            | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                          | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.         |
| CANTERA              | : ISLA (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO)                                                                                                                                                       | TIPO DE MATERIAL | CONCRETO CONVENCIONAL |
|                      |                                                                                                                                                                                                | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025          |

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$185 - 675 \cdot \left( \frac{1.77 - 2.83}{100} \right) - \text{###} \left( \frac{5.79 - 2.88}{100} \right) = 161.79$$

## DOSIFICACIÓN

| AGREGADO      | DOSIFICACIÓN EN PESO SECO | PROPORCIÓN EN VOLUMEN | DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO | PROPORCIÓN EN VOLUMEN |
|---------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
|               | (Kg/m3)                   | PESO SECO             | (Kg/m3)                     | PESO HÚMEDO           |
| Cemento       | 319                       | 1.00                  | 319                         | 1.00                  |
| Agua          | 185                       | 0.58                  | 162                         | 0.51                  |
| Agreg. Grueso | 675                       | 2.12                  | 687                         | 2.15                  |
| Agreg. Fino   | 1042                      | 3.27                  | 1102                        | 3.45                  |
| Aire          | 2.0 %                     |                       | 2.0 %                       |                       |

## 7.51 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

|                        |   |            |
|------------------------|---|------------|
| Cemento                | : | 42.50 Kg.  |
| Agregado fino húmedo   | : | 146.81 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 91.54 Kg.  |
| Agua efectiva          | : | 21.56 Kg.  |

### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies3

#### 1.0 Bolsa de Cemento:

Redondeo

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| - 2.84 p3 de Arena           | 2.8 p3 de Arena           |
| - 3.12 p3 de Piedra Chancada | 3.1 p3 de Piedra Chancada |
| - 22 Lt de Agua              | 22 Lt de Agua             |

### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

\* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

|                                                                                                       |                                                                                                      |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jhonatan Carlos Inocenti Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

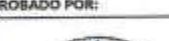
|                                 |                                                                  |          |               |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
| <b>ENSAYO DE<br/>MATERIALES</b> | <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR<br/>TAMIZADO<br/>(ASTM C 233)</b> | Código   | FRM_GR_EM_102 |
|                                 |                                                                  | Versión  | V.01          |
|                                 |                                                                  | Aprobado | GG_GR         |
|                                 |                                                                  | Página   | 6 de 10       |

|             |                                                                                                                                                                                               |                               |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO                | : 08/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR                | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR                  | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL              |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAAS                                                                                                                                                                        | AGREGADO GRUESO               |                  |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO GRUESO)                                                                                                                                                                      | FECHA EXPEDICIÓN : 22/09/2025 |                  |

| TAMICES<br>ASTM | ABERTURA<br>mm | PESO<br>RETENIDO | %RETENIDO<br>PARCIAL | %RETENIDO<br>ACUMULADO | % QUE<br>PASA | ESPECIF.   | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  |
|-----------------|----------------|------------------|----------------------|------------------------|---------------|------------|----------------------------|
| 3"              | 76.200         |                  |                      |                        |               |            |                            |
| 2 1/2"          | 63.500         | 0.00             | 0.00                 | 0.00                   | 100.00        |            | Peso Inicial = 20 gr.      |
| 2"              | 50.800         | 0.00             | 0.00                 | 0.00                   | 100.00        |            |                            |
| 1 1/2"          | 38.100         | 0.00             | 0.00                 | 0.00                   | 100.00        | 100 %      | Tamaño máx. nominal = 3/4" |
| 1"              | 25.400         | 0.00             | 0.00                 | 0.00                   | 100.00        |            |                            |
| 3/4"            | 19.050         | 0.80             | 4.00                 | 4.00                   | 96.00         | 90 - 100 % |                            |
| 1/2"            | 12.700         | 13.00            | 65.00                | 69.00                  | 31.00         |            |                            |
| 3/8"            | 9.525          | 5.00             | 25.00                | 94.00                  | 6.00          | 20 - 55 %  | OBSERVACIONES: -           |
| 1/4"            | 6.350          |                  |                      |                        |               |            |                            |
| No4             | 4.760          | 0.00             | 0.00                 | 94.00                  | 6.00          | 0 - 10 %   |                            |
| BASE            |                | 0.60             | 3.01                 | 97.0                   | 3.0           |            |                            |
| TOTAL           |                | 20.00            | 100.00               |                        |               |            |                            |
| % PERDIDA       |                | 3.00             |                      |                        |               |            |                            |



OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                                                                                                           | REVISADO POR:                                                                                                                                                                           | APROBADO POR:                                                                         |
| <br>Jhonatan Carlos Inocenti Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORRAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORRAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |  |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                                                                                   | ESPECIALISTA                                                                                                                                                                            | UNIDAD DE CONTROL                                                                     |





### GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

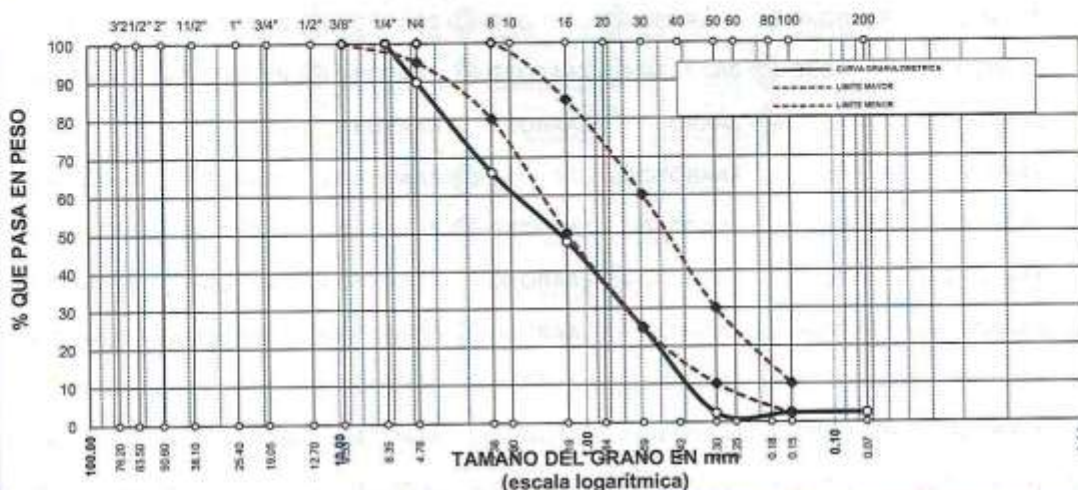
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 233) | Código   | FRM_GR_EM_102 |
|----------------------|---------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                   | Versión  | V.01          |
|                      |                                                   | Aprobado | GG_GR         |
|                      |                                                   | Página   | 7 de 10       |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 08/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | AGREGADO FINO    |                  |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO FINO)                                                                                                                                                                        | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025     |

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | %RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF.   | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|------------|---------------------------|
| 3/8"         | 9.525       | 37.00         | 1.85              | 1.85                | 98.15      | 100%       | Peso Inicial = 2000 gr.   |
| 1/4"         | 6.350       | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |            |                           |
| No4          | 4.760       | 206.00        | 10.30             | 10.30               | 89.70      | 95 - 100 % | Módulo de Fineza = 3.80   |
| No8          | 2.380       | 475.00        | 23.75             | 34.05               | 65.95      | 80 - 100 % |                           |
| No16         | 1.190       | 365.00        | 18.25             | 52.30               | 47.70      | 50 - 85 %  | OBSERVACIONES: -          |
| No30         | 0.590       | 458.00        | 22.90             | 75.20               | 24.80      | 25 - 60 %  |                           |
| No 50        | 0.300       | 450.00        | 22.50             | 97.70               | 2.30       | 10 - 30 %  |                           |
| No100        | 0.149       | 0.00          | 0.00              | 97.70               | 2.30       | 2-10 %     |                           |
| No200        | 0.074       | 0.00          | 0.00              | 97.70               | 2.30       |            |                           |
| BASE         |             | 9.00          | 0.45              | 98                  | 1.85       |            |                           |
| TOTAL        |             | 2000.00       | 100.00            |                     |            |            |                           |
| % PERDIDA    |             | 0.45          |                   |                     |            |            |                           |

### CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO FINO



OBSERVACIONES: -

|                                                                                                       |                                                                                                      |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:         |
| <br>Jonathan Carlos Inocenti Coaguira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>V.F.B.<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL     |



**GEORAAS****CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

|                                          |                                                                    |          |               |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
| <b>ENSAYO<br/>DE<br/>MATERIAL<br/>ES</b> | <b>PESOS UNITARIOS<br/>NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19</b> | Código   | FRM_GR_EM_102 |
|                                          |                                                                    | Versión  | V.01          |
|                                          |                                                                    | Aprobado | GG_GR         |
|                                          |                                                                    | Página   | 8 de 10       |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 08/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | AGREGADO FINO    |                  |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO FINO)                                                                                                                                                                        | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/08/2025     |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO) |              |              |              |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| PESO DEL MOLDE                         | 5583 gr      | 5583 gr      | 5583 gr      |
| VOLUMEN DEL MOLDE                      | 2077 cm3     | 2077 cm3     | 2077 cm3     |
| COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE          | CAIDA LIBRE  | CAIDA LIBRE  | CAIDA LIBRE  |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA        | 9360.00 gr   | 9370.00 gr   | 9390.00 gr   |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA              | 3777.00 gr   | 3787.00 gr   | 3807.00 gr   |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA     | 1.818 gr/cm3 | 1.823 gr/cm3 | 1.833 gr/cm3 |
| PROMEDIO                               |              | 1.825 gr/cm3 |              |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO) |              |              |              |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| PESO DEL MOLDE                            | 5583 gr      | 5583 gr      | 5583 gr      |
| VOLUMEN DEL MOLDE                         | 2077 cm3     | 2077 cm3     | 2077 cm3     |
| Nº DE CAPAS                               | 3            | 3            | 3            |
| Nº DE GOLPES POR CAPA                     | 25           | 25           | 25           |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA       | 9860.00 gr   | 9875.00 gr   | 9885.00 gr   |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA             | 4277.00 gr   | 4292.00 gr   | 4302.00 gr   |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA        | 2.059 gr/cm3 | 2.066 gr/cm3 | 2.071 gr/cm3 |
| PROMEDIO                                  |              | 2.066 gr/cm3 |              |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                       |                                                                                                      |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jonathan Carlos Incacuri Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308636<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |



**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

|                              |                                                                          |          |               |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
| <b>ENSAYO DE MATERIAL ES</b> | <b>PESOS UNITARIOS</b><br><b>NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19</b> | Código   | FRM_GR_EM_102 |
|                              |                                                                          | Versión  | V.01          |
|                              |                                                                          | Aprobado | GG_GR         |
|                              |                                                                          | Página   | 9 de 10       |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 08/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | AGREGADO GRUESO  |                  |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO GRUESO)                                                                                                                                                                      | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/08/2025     |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO) |                          |                          |                          |
|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE                          | 7951 gr                  | 7951 gr                  | 7951 gr                  |
| VOLUMEN DEL MOLDE                       | 3200 cm <sup>3</sup>     | 3200 cm <sup>3</sup>     | 3200 cm <sup>3</sup>     |
| COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE           | CAIDA LIBRE              | CAIDA LIBRE              | CAIDA LIBRE              |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA         | 11250.00 gr              | 11265.00 gr              | 11280.00 gr              |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA               | 3299.00 gr               | 3314.00 gr               | 3329.00 gr               |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA      | 1.031 gr/cm <sup>3</sup> | 1.036 gr/cm <sup>3</sup> | 1.040 gr/cm <sup>3</sup> |
| PROMEDIO                                |                          | 1.036 gr/cm <sup>3</sup> |                          |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO) |                          |                          |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE                             | 7951 gr                  | 7951 gr                  | 7951 gr                  |
| VOLUMEN DEL MOLDE                          | 3200 cm <sup>3</sup>     | 3200 cm <sup>3</sup>     | 3200 cm <sup>3</sup>     |
| Nº DE CAPAS                                | 3                        | 3                        | 3                        |
| Nº DE GOLPES POR CAPA                      | 25                       | 25                       | 25                       |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA        | 12220.00 gr              | 12230.00 gr              | 12235.00 gr              |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA              | 4269.00 gr               | 4279.00 gr               | 4284.00 gr               |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA         | 1.334 gr/cm <sup>3</sup> | 1.337 gr/cm <sup>3</sup> | 1.339 gr/cm <sup>3</sup> |
| PROMEDIO                                   |                          | 1.337 gr/cm <sup>3</sup> |                          |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                        |                                                                                                      |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                         | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jonathan Carlos Incaacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>B*<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                 | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE<br>MATERIALES | ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES<br>FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                         |                                                             | Versión  | V.02          |
|                         |                                                             | Aprobado | GG_GR         |
|                         |                                                             | Página   | 10 de 10      |

|             |                                                                                                                                                                                               |                                 |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO                  | : 08/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR                  | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR                    | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL                |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO |                  |
| CANTERA     | : ISLA (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO)                                                                                                                                                      | FECHA EXPEDICIÓN                | : 22/09/2025     |

| AGREGADO FINO                           |        |
|-----------------------------------------|--------|
| N° DE TARRO                             | 1      |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 677.00 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)   | 650.00 |
| PESO DEL TARRO (gr.)                    | 281.00 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)         | 396.00 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)           | 369.00 |
| PESO DEL AGUA (gr.)                     | 27.00  |
| % HUMEDAD                               | 7.32   |

| AGREGADO GRUESO                         |        |
|-----------------------------------------|--------|
| N° DE TARRO                             | 2      |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 992.00 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)   | 985.00 |
| PESO DEL TARRO (gr.)                    | 334.00 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)         | 658.00 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)           | 651.00 |
| PESO DEL AGUA (gr.)                     | 7.00   |
| % HUMEDAD                               | 1.08   |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                       |                                                                                                      |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jhonatan Carlos Inuicari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |



**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034 | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                      | Versión  | V.02          |
|                      |                                                      | Aprobado | GG GR         |
|                      |                                                      | Página   | 1 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                       |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO        | : 12/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DERECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR        | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR          | : J. C. I. G.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL      |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | CONCRETO CONVENCIONAL |                  |
|             |                                                                                                                                                                                               | FECHA EXPEDICIÓN      | : 22/08/2025     |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | ESF. ROTURA<br>Kg/cm <sup>2</sup> | F/C<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 25554       | 14.98   | 176.24                  | 144.99                            | 210                       | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 69.04 |
| 2                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 25602       | 14.98   | 176.24                  | 145.26                            | 210                       | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 69.17 |
| 3                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 25368       | 15.01   | 176.95                  | 143.38                            | 210                       | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 68.27 |
| 4                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 25180       | 14.98   | 176.24                  | 142.87                            | 210                       | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 68.03 |
| 5                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 25601       | 14.98   | 176.24                  | 145.26                            | 210                       | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 69.17 |
| Promedio De Rotura |                           |             |         |                         | 144.35                            |                           |                  |                 |              | 68.74 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | ESF. ROTURA<br>Kg/cm <sup>2</sup> | F/C<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 32604       | 14.98   | 176.24                  | 184.99                            | 210                       | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 88.09 |
| 2                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 32596       | 14.98   | 176.24                  | 184.95                            | 210                       | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 88.07 |
| 3                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 32536       | 15.01   | 176.95                  | 183.87                            | 210                       | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 87.56 |
| 4                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 32615       | 15.01   | 176.95                  | 184.32                            | 210                       | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 87.77 |
| 5                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 32622       | 14.98   | 176.24                  | 185.10                            | 210                       | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 88.14 |
| Promedio De Rotura |                           |             |         |                         | 184.65                            |                           |                  |                 |              | 87.93 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | ESF. ROTURA<br>Kg/cm <sup>2</sup> | F/C<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %      |
|--------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|--------|
| 1                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 39654       | 15.01   | 176.95                  | 224.10                            | 210                       | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 106.71 |
| 2                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 39589       | 15.01   | 176.95                  | 223.73                            | 210                       | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 106.54 |
| 3                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 39785       | 14.98   | 176.24                  | 225.74                            | 210                       | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 107.49 |
| 4                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 39512       | 14.98   | 176.24                  | 224.19                            | 210                       | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 106.76 |
| 5                  | BRIQUETA DE PRUEBA        | 39611       | 15.01   | 176.95                  | 223.85                            | 210                       | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 106.60 |
| Promedio De Rotura |                           |             |         |                         | 224.32                            |                           |                  |                 |              | 106.82 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                        |                                                                                                                       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:<br><br>Jonathan Carlos Incauri Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | REVISADO POR:<br><br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 302696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | APROBADO POR:<br> |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                 | ESPECIALISTA                                                                                                          | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079 | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|----------------------|---------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                   | Versión  | V.02          |
|                      |                                                   | Aprobado | CG_GR         |
|                      |                                                   | Página   | 1 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                       |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO        | : 11/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERIAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR        | : E. F. L. M. L. |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | ENSAYADO POR          | : J. G. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL      |                  |
|             |                                                                                                                                                                                               | VIGA DE PRUEBA PATRON |                  |
|             |                                                                                                                                                                                               | FECHA EXPEDICIÓN      | : 23/09/2025     |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|-------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                         | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1687                     | 25.08                              | 24.75                                           | 11 08 2025    | 16 08 2025   | 7         |
| 2  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1692                     | 25.07                              |                                                 | 11 08 2025    | 16 08 2025   | 7         |
| 3  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1632                     | 24.18                              |                                                 | 11 08 2025    | 16 08 2025   | 7         |
| 4  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1647                     | 24.40                              |                                                 | 11 08 2025    | 16 08 2025   | 7         |
| 5  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1688                     | 25.01                              |                                                 | 11 08 2025    | 16 08 2025   | 7         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|-------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                         | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2092                     | 31.10                              | 30.94                                           | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 2  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2102                     | 31.14                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 3  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2096                     | 30.61                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 4  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2089                     | 30.95                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 5  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2087                     | 30.92                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|-------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                         | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2632                     | 39.12                              | 40.24                                           | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 2  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2702                     | 40.03                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 3  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2788                     | 41.30                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 4  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2702                     | 40.03                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 5  | VIGA DE PRUEBA PATRON   | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2748                     | 40.71                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                        |                                                                                                                       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:<br><br>Jonathan Carlos Incauri Coaguila<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | REVISADO POR:<br><br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | APROBADO POR:<br> |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                 | ESPECIALISTA                                                                                                          | UNIDAD DE CONTROL |



**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079                                                                                                                                             | Código           | FRM_GR_EM_104                      |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                               | Versión          | V.02                               |
|                      |                                                                                                                                                                                               | Aprobado         | GG_GR                              |
|                      |                                                                                                                                                                                               | Página           | 2 de 7                             |
| SOLICITANTE          | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 11/06/2025                       |
| PROYECTO             | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LANPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                   |
|                      |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                      |
|                      |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS |
| UBICACIÓN            | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                       |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO          | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|----------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                  | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1755                     | 26.09                              | 26.21                                           | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 2  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1766                     | 26.16                              |                                                 | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 3  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1749                     | 25.91                              |                                                 | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 4  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1798                     | 26.64                              |                                                 | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 5  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1773                     | 26.27                              |                                                 | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO          | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|----------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                  | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2227                     | 33.10                              | 33.22                                           | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 2  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2285                     | 33.56                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 3  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2237                     | 33.14                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 4  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2218                     | 32.86                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 5  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2257                     | 33.44                              |                                                 | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO          | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|----------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                  | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2767                     | 41.13                              | 41.17                                           | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 2  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2798                     | 41.45                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 3  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2775                     | 41.11                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 4  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2746                     | 40.88                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 5  | VIGA + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2801                     | 41.50                              |                                                 | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR:                                                                                              | REVISADO POR:                                                                                              | APROBADO POR:                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <br><b>Jhonatan Carlos Incauri Coaquira</b><br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br><b>Marco Antonio Gmez Ramos</b><br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br><b>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC</b><br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                      | ESPECIALISTA                                                                                               | UNIDAD DE CONTROL                                        |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079 | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|----------------------|---------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                   | Versión  | V.02          |
|                      |                                                   | Aprobado | GG_GR         |
|                      |                                                   | Página   | 3 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 11/08/2025                   |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.               |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                  |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL |                                |
|             |                                                                                                                                                                                               |                  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                   |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO        | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA      | FECHA      | EDAD |
|----|--------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------------|------|
|    |                                | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 | VACIADO    | ROTURA     |      |
| 1  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1822                     | 27.08                              | 27.43                                           | 11 08 2025 | 18 08 2025 | 7    |
| 2  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1845                     | 27.33                              |                                                 | 11 08 2025 | 18 08 2025 | 7    |
| 3  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1836                     | 27.20                              |                                                 | 11 08 2025 | 18 08 2025 | 7    |
| 4  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1852                     | 27.44                              |                                                 | 11 08 2025 | 18 08 2025 | 7    |
| 5  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1896                     | 28.09                              |                                                 | 11 08 2025 | 18 08 2025 | 7    |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO        | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA      | FECHA      | EDAD |
|----|--------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------------|------|
|    |                                | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 | VACIADO    | ROTURA     |      |
| 2  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2295                     | 34.11                              | 34.02                                           | 11 08 2025 | 25 08 2025 | 14   |
| 2  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2265                     | 33.56                              |                                                 | 11 08 2025 | 25 08 2025 | 14   |
| 3  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2301                     | 34.09                              |                                                 | 11 08 2025 | 25 08 2025 | 14   |
| 4  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2315                     | 34.30                              |                                                 | 11 08 2025 | 25 08 2025 | 14   |
| 5  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2299                     | 34.06                              |                                                 | 11 08 2025 | 25 08 2025 | 14   |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO        | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA      | FECHA     | EDAD |
|----|--------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-----------|------|
|    |                                | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 | VACIADO    | ROTURA    |      |
| 1  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2970                     | 44.15                              | 44.32                                           | 11 08 2025 | 8 09 2025 | 28   |
| 2  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2965                     | 43.93                              |                                                 | 11 08 2025 | 8 09 2025 | 28   |
| 3  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2999                     | 44.43                              |                                                 | 11 08 2025 | 8 09 2025 | 28   |
| 4  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3001                     | 44.46                              |                                                 | 11 08 2025 | 8 09 2025 | 28   |
| 5  | VIGA + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3012                     | 44.62                              |                                                 | 11 08 2025 | 8 09 2025 | 28   |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                     |                                                                                                      |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                      | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:                          |
| <br>Inacari Carlos Inacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                              | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL                      |





| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079 | Código: FRM_GR_EM_104<br>Versión: V.02<br>Aprobado: GG_GR<br>Página: 4 de 7 |
|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|

|            |                                                                                                                                                                                             |                  |                                  |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| BOUGITANTE | Dr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | 11/08/2025                       |
| PROYECTO   | TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREO POR     | E. F. L. M. L.                   |
| UBICACIÓN  | LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | ENSAYADO POR     | J. C. I. C.                      |
|            |                                                                                                                                                                                             | TIPO DE MATERIAL | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS |
|            |                                                                                                                                                                                             | FECHA EXPEDICIÓN | 22/09/2025                       |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO          | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|----------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                  | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              |               |              |           |
| 1  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1890                  | 28.09                           | 28.13                                        | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 2  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1902                  | 28.18                           |                                              | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 3  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1915                  | 28.37                           |                                              | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 4  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1922                  | 28.47                           |                                              | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |
| 5  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1858                  | 27.53                           |                                              | 11 08 2025    | 18 08 2025   | 7         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO          | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|----------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                  | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              |               |              |           |
| 1  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2430                  | 35.12                           | 36.26                                        | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 2  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2465                  | 36.52                           |                                              | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 3  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2485                  | 36.81                           |                                              | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 4  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2412                  | 35.73                           |                                              | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |
| 5  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2439                  | 36.13                           |                                              | 11 08 2025    | 25 08 2025   | 14        |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO          | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|----------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                  | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              |               |              |           |
| 1  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3105                  | 46.15                           | 46.34                                        | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 2  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3112                  | 46.10                           |                                              | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 3  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3157                  | 46.77                           |                                              | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 4  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3129                  | 46.36                           |                                              | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |
| 5  | VIGA + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3127                  | 46.33                           |                                              | 11 08 2025    | 8 09 2025    | 28        |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                       |                                                                                                      |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jhonatan Carlos Inocenti Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |



**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079 | Código: FRM_GR_EM_104<br>Versión: V.02<br>Aprobado: GG_GR<br>Página: 5 de 7 |
|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 11/08/2025                         |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                     |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                        |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA |
|             |                                                                                                                                                                                               | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              |               |              |           |
| 1  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1822                  | 27.08                           | 26.98                                        | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 2  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1835                  | 27.19                           |                                              | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 3  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1826                  | 27.05                           |                                              | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 4  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1805                  | 26.74                           |                                              | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 5  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1811                  | 26.83                           |                                              | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              |               |              |           |
| 1  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2295                  | 34.11                           | 34.12                                        | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 2  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2287                  | 33.88                           |                                              | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 3  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2302                  | 34.10                           |                                              | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 4  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2315                  | 34.30                           |                                              | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 5  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2309                  | 34.21                           |                                              | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              |               |              |           |
| 1  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2802                  | 43.14                           | 43.27                                        | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 2  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2911                  | 43.13                           |                                              | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 3  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2932                  | 43.44                           |                                              | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 4  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2927                  | 43.36                           |                                              | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 5  | VIGA + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2922                  | 43.29                           |                                              | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                        |                                                                                                                       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:<br><br>Jhanatan Carlos Inacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | REVISADO POR:<br><br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | APROBADO POR:<br> |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                 | ESPECIALISTA                                                                                                          | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079 | Código   | FRM_GR_EM_194 |
|----------------------|---------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                   | Versión  | V.02          |
|                      |                                                   | Aprobado | GG_GR         |
|                      |                                                   | Página   | 6 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 11/08/2025                         |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. P. L. M. L.                     |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. G.                        |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1957                     | 29.09                              | 29.20                                           | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 2  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1933                     | 28.64                              |                                                 | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 3  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1985                     | 29.41                              |                                                 | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 4  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1980                     | 29.33                              |                                                 | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |
| 5  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 1993                     | 29.53                              |                                                 | 18 08 2025    | 25 08 2025   | 7         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2430                     | 36.12                              | 36.30                                           | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 2  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2421                     | 35.87                              |                                                 | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 3  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2412                     | 35.73                              |                                                 | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 4  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2488                     | 36.86                              |                                                 | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |
| 5  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2493                     | 36.93                              |                                                 | 18 08 2025    | 1 09 2025    | 14        |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial<br>(kg) | Resisten. a Flexion (Mr)<br>Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr)<br>(Kg/cm2) | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                          |                                    |                                                 |               |              |           |
| 1  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3105                     | 46.15                              | 46.14                                           | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 2  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3116                     | 46.16                              |                                                 | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 3  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3121                     | 46.24                              |                                                 | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 4  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3111                     | 46.09                              |                                                 | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |
| 5  | VIGA + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3110                     | 46.07                              |                                                 | 18 08 2025    | 15 09 2025   | 28        |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                       |                                                                                                       |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                         | APROBADO POR:     |
| <br>Jhonatan Carlos Inacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC. | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC. |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                          | UNIDAD DE CONTROL |



## GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION<br>NTP 339.079 | Código: FRM_OR_EM_104<br>Versión: V.02<br>Aprobado: GG_GR<br>Página: 7 de 7 |
|----------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|----------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 11/08/2025                         |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACION DE DESECHOS DE TUBERIAS Y FIBRA PLASTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                     |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | ENSAYADO POR     | : J. C. S. C.                        |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : VIGA + 6% FIBRA PLASTICA RECICLADA |
|             |                                                                                                                                                                                               | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/08/2025                         |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA      | FECHA      | EDAD |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|------------|------------|------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              | VACIADO    | ROTURA     | DIAS |
| 1  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2025                  | 30.10                           | 30.08                                        | 18 08 2025 | 25 08 2025 | 7    |
| 2  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2030                  | 30.07                           |                                              | 18 08 2025 | 25 08 2025 | 7    |
| 3  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2055                  | 30.44                           |                                              | 18 08 2025 | 25 08 2025 | 7    |
| 4  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2019                  | 29.91                           |                                              | 18 08 2025 | 25 08 2025 | 7    |
| 5  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2017                  | 29.88                           |                                              | 18 08 2025 | 25 08 2025 | 7    |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA      | FECHA     | EDAD |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|------------|-----------|------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              | VACIADO    | ROTURA    | DIAS |
| 1  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2565                  | 38.13                           | 38.73                                        | 18 08 2025 | 1 09 2025 | 14   |
| 2  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2635                  | 39.04                           |                                              | 18 08 2025 | 1 09 2025 | 14   |
| 3  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2598                  | 38.49                           |                                              | 18 08 2025 | 1 09 2025 | 14   |
| 4  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2666                  | 39.50                           |                                              | 18 08 2025 | 1 09 2025 | 14   |
| 5  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 2598                  | 38.49                           |                                              | 18 08 2025 | 1 09 2025 | 14   |

| N° | DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO            | PROMEDIO |        |        | Lectura del dial (kg) | Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2 | Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2) | FECHA      | FECHA      | EDAD |
|----|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|------------|------------|------|
|    |                                    | b (cm)   | h (cm) | L (cm) |                       |                                 |                                              | VACIADO    | ROTURA     | DIAS |
| 1  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3307                  | 49.16                           | 49.20                                        | 18 08 2025 | 15 09 2025 | 28   |
| 2  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3362                  | 49.81                           |                                              | 18 08 2025 | 15 09 2025 | 28   |
| 3  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3315                  | 49.11                           |                                              | 18 08 2025 | 15 09 2025 | 28   |
| 4  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3298                  | 48.86                           |                                              | 18 08 2025 | 15 09 2025 | 28   |
| 5  | VIGA + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 15.0     | 15.0   | 50.0   | 3312                  | 49.07                           |                                              | 18 08 2025 | 15 09 2025 | 28   |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                        |                                                                                                      |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                         | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:         |
| <br>Jonathan Carlos Inocencio Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>UNIDAD DE CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                 | ESPECIALISTA                                                                                         |                       |





### GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034 | Código   | FRM_OR_EM_104 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                      | Versión  | V.02          |
|                      |                                                      | Aprobado | GG_OR         |
|                      |                                                      | Página   | 2 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAINE MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 12/08/2025                    |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                   |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : C + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                    |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA            | CARGA | Ø     | AREA   | ESF. ROTURA | F'C    | FECHA      | FECHA      | EDAD | %     |
|--------------------|--------------------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|
|                    |                                      | Kg    | cm    | cm2    | Kg/cm2      | Kg/cm2 | VACIADO    | ROTURA     | DIAS |       |
| 1                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 25202 | 14.98 | 176.24 | 143.00      | 210    | 12/08/2025 | 19/08/2025 | 7    | 68.09 |
| 2                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 25103 | 14.98 | 176.24 | 142.43      | 210    | 12/08/2025 | 19/08/2025 | 7    | 67.83 |
| 3                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24983 | 15.01 | 176.95 | 141.19      | 210    | 12/08/2025 | 19/08/2025 | 7    | 67.23 |
| 4                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24966 | 14.98 | 176.24 | 141.66      | 210    | 12/08/2025 | 19/08/2025 | 7    | 67.46 |
| 5                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 25150 | 14.98 | 176.24 | 142.70      | 210    | 12/08/2025 | 19/08/2025 | 7    | 67.95 |
| Promedio De Rotura |                                      |       |       |        | 142.19      |        |            |            |      | 67.71 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA            | CARGA | Ø     | AREA   | ESF. ROTURA | F'C    | FECHA      | FECHA      | EDAD | %     |
|--------------------|--------------------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|
|                    |                                      | Kg    | cm    | cm2    | Kg/cm2      | Kg/cm2 | VACIADO    | ROTURA     | DIAS |       |
| 1                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 32075 | 14.98 | 176.24 | 181.99      | 210    | 12/08/2025 | 29/08/2025 | 14   | 86.66 |
| 2                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 31963 | 14.98 | 176.24 | 181.36      | 210    | 12/08/2025 | 26/08/2025 | 14   | 86.36 |
| 3                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 31969 | 15.01 | 176.95 | 180.10      | 210    | 12/08/2025 | 26/08/2025 | 14   | 85.76 |
| 4                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 32102 | 15.01 | 176.95 | 181.42      | 210    | 12/08/2025 | 26/08/2025 | 14   | 86.39 |
| 5                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 31993 | 14.98 | 176.24 | 181.53      | 210    | 12/08/2025 | 26/08/2025 | 14   | 86.44 |
| Promedio De Rotura |                                      |       |       |        | 181.28      |        |            |            |      | 86.32 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA            | CARGA | Ø     | AREA   | ESF. ROTURA | F'C    | FECHA      | FECHA      | EDAD | %      |
|--------------------|--------------------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|--------|
|                    |                                      | Kg    | cm    | cm2    | Kg/cm2      | Kg/cm2 | VACIADO    | ROTURA     | DIAS |        |
| 1                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 37891 | 15.01 | 176.95 | 214.13      | 210    | 12/08/2025 | 09/09/2025 | 28   | 101.97 |
| 2                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 37822 | 15.01 | 176.95 | 213.74      | 210    | 12/08/2025 | 09/09/2025 | 28   | 101.78 |
| 3                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 38002 | 14.98 | 176.24 | 215.62      | 210    | 12/08/2025 | 09/09/2025 | 28   | 102.68 |
| 4                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 37795 | 14.98 | 176.24 | 214.45      | 210    | 12/08/2025 | 09/09/2025 | 28   | 102.12 |
| 5                  | CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 37695 | 15.01 | 176.95 | 213.03      | 210    | 12/08/2025 | 09/09/2025 | 28   | 101.44 |
| Promedio De Rotura |                                      |       |       |        | 214.19      |        |            |            |      | 102.00 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                      |                                                                                                      |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                       | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:                                     |
| <br>Jonathan Carlos Inacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                               | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL                                 |





### GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034                                                                                                                                        | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                                                                                                                                                             | Versión  | V.02          |
|                      |                                                                                                                                                                                             | Aprobado | GG_GR         |
|                      |                                                                                                                                                                                             | Página   | 1 de 7        |
| SOLICITANTE          | Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      |          |               |
| PROYECTO             | TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 |          |               |
|                      | FECHA MUESTREO : 12/08/2025                                                                                                                                                                 |          |               |
|                      | MUESTREADO POR : E. F. L. M. L.                                                                                                                                                             |          |               |
| UBICACIÓN            | LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         |          |               |
|                      | ENSAYADO POR : J. C. I. C.                                                                                                                                                                  |          |               |
|                      | FECHA EXPEDICIÓN : 22/09/2025                                                                                                                                                               |          |               |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA          | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | ESF. ROTURA<br>Kg/cm <sup>2</sup> | F' C<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DÍAS | %     |
|--------------------|------------------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24321       | 14.98   | 176.24                  | 138.00                            | 210                        | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.71 |
| 2                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24203       | 14.98   | 176.24                  | 137.33                            | 210                        | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.39 |
| 3                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24350       | 15.01   | 176.95                  | 137.61                            | 210                        | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.53 |
| 4                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24123       | 14.98   | 176.24                  | 136.87                            | 210                        | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.18 |
| 5                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 24199       | 14.98   | 176.24                  | 137.30                            | 210                        | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.38 |
| Promedio De Rotura |                                    |             |         |                         | 137.42                            |                            |                  |                 |              | 65.44 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA          | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | ESF. ROTURA<br>Kg/cm <sup>2</sup> | F' C<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DÍAS | %     |
|--------------------|------------------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 30802       | 14.98   | 176.24                  | 174.77                            | 210                        | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 83.22 |
| 2                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 30563       | 14.98   | 176.24                  | 173.41                            | 210                        | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.58 |
| 3                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 30802       | 15.01   | 176.95                  | 172.94                            | 210                        | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.35 |
| 4                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 30699       | 15.01   | 176.95                  | 173.49                            | 210                        | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.61 |
| 5                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 30599       | 14.98   | 176.24                  | 173.62                            | 210                        | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.88 |
| Promedio De Rotura |                                    |             |         |                         | 173.65                            |                            |                  |                 |              | 82.69 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA          | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | ESF. ROTURA<br>Kg/cm <sup>2</sup> | F' C<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DÍAS | %     |
|--------------------|------------------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 37010       | 15.01   | 176.95                  | 209.15                            | 210                        | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.60 |
| 2                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 36962       | 15.01   | 176.95                  | 208.88                            | 210                        | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.47 |
| 3                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 36898       | 14.98   | 176.24                  | 209.36                            | 210                        | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.69 |
| 4                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 36997       | 14.98   | 176.24                  | 209.92                            | 210                        | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.96 |
| 5                  | CONCRETO + 1% DESECHOS DE TUBERÍAS | 37051       | 15.01   | 176.95                  | 209.39                            | 210                        | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.71 |
| Promedio De Rotura |                                    |             |         |                         | 209.34                            |                            |                  |                 |              | 99.69 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                      |                                                                                                      |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                       | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jonathan Carlos Inacari Coaguira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 305696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                               | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034 | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                      | Versión  | V.02          |
|                      |                                                      | Aprobado | GG_GR         |
|                      |                                                      | Página   | 5 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                              |                                 |                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                     | FECHA MUESTREO                  | : 12/08/2025     |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESCHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR                  | : E. F. L. M. L. |
|             |                                                                                                                                                                                              | ENSAYADO POR                    | : J. C. I. C.    |
|             |                                                                                                                                                                                              | TIPO DE MATERIAL                |                  |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                        | C + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA |                  |
|             |                                                                                                                                                                                              | FECHA EXPEDICIÓN                | : 22/09/2025     |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'C<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DÍAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 24673       | 14.98   | 176.24      | 139.99                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 66.66 |
| 2                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 24362       | 14.98   | 176.24      | 138.23                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.82 |
| 3                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 24521       | 15.01   | 176.95      | 138.58                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 65.99 |
| 4                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 24703       | 14.98   | 176.24      | 140.16                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 66.74 |
| 5                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 24498       | 14.98   | 176.24      | 139.00                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 66.19 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 139.19                |               |                  |                 |              | 66.28 |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'C<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DÍAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 31723       | 14.98   | 176.24      | 180.00                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 85.71 |
| 2                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 31756       | 14.98   | 176.24      | 180.18                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 85.80 |
| 3                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 31802       | 15.01   | 176.95      | 179.72                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 85.58 |
| 4                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 31698       | 15.01   | 176.95      | 179.14                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 85.30 |
| 5                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 31733       | 14.98   | 176.24      | 180.05                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 85.74 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 179.82                |               |                  |                 |              | 85.63 |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'C<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DÍAS | %      |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|--------|
| 1                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 37891       | 15.01   | 176.95      | 214.13                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 101.97 |
| 2                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 37762       | 15.01   | 176.95      | 213.40                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 101.62 |
| 3                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 37582       | 14.98   | 176.24      | 213.24                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 101.54 |
| 4                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 37652       | 14.98   | 176.24      | 213.64                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 101.73 |
| 5                  | CONCRETO + 2% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 38063       | 15.01   | 176.95      | 215.11                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 102.43 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 213.90                |               |                  |                 |              | 101.86 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                       |                                                                                                      |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                        | REVISADO POR:                                                                                        | APROBADO POR:     |
| <br>Jonathan Carlos Inocenti Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | <br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC |                   |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                | ESPECIALISTA                                                                                         | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034 | Código   | FRM_GR_EM_104 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                      | Versión  | V.02          |
|                      |                                                      | Aprobado | GO_GR         |
|                      |                                                      | Página   | 4 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 12/08/2025                    |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                   |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : C + 1.5% DESECHOS DE TUBERÍAS |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                    |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA            | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|--------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 22911       | 14.98   | 176.24      | 130.00                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 61.90 |
| 2                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 23024       | 14.98   | 176.24      | 130.64                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 62.21 |
| 3                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 22864       | 15.01   | 176.95      | 129.21                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 61.53 |
| 4                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 22963       | 14.98   | 176.24      | 130.29                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 62.04 |
| 5                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 23102       | 14.98   | 176.24      | 131.06                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 62.42 |
| Promedio De Rotura |                                      |             |         |             | 130.24                |               |                  |                 |              | 62.02 |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA            | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|--------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 29255       | 14.98   | 176.24      | 165.89                | 210           | 12/08/2025       | 28/08/2025      | 14           | 79.04 |
| 2                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 29180       | 14.98   | 176.24      | 165.57                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 78.84 |
| 3                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 29235       | 15.01   | 176.95      | 165.22                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 78.67 |
| 4                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 28963       | 15.01   | 176.95      | 163.88                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 77.94 |
| 5                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 29168       | 14.98   | 176.24      | 165.50                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 78.81 |
| Promedio De Rotura |                                      |             |         |             | 165.19                |               |                  |                 |              | 78.66 |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA            | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|--------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 35248       | 15.01   | 176.95      | 199.20                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.86 |
| 2                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 35233       | 15.01   | 176.95      | 199.11                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.82 |
| 3                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 34996       | 14.98   | 176.24      | 198.57                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.56 |
| 4                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 35302       | 14.98   | 176.24      | 200.30                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 95.38 |
| 5                  | CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE TUBERÍAS | 35180       | 15.01   | 176.95      | 198.81                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.67 |
| Promedio De Rotura |                                      |             |         |             | 199.20                |               |                  |                 |              | 94.86 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                             |                                                                                                                          |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ELABORADO POR:<br><br>Jhonatan Carlos Incaucari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. | REVISADO POR:<br><br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. | APROBADO POR:<br> |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                      | ESPECIALISTA                                                                                                             | UNIDAD DE CONTROL |





**GEORAAS**  
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034 | Código   | FRM_OR_EM_194 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                      | Versión  | V.02          |
|                      |                                                      | Aprobado | GE_OR         |
|                      |                                                      | Página   | 6 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 12/08/2025                      |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                  |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. C.                     |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL | : C = 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/08/2025                      |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 23794       | 14.98   | 176.24      | 135.01                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 64.29 |
| 2                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 23736       | 14.98   | 176.24      | 134.68                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 64.13 |
| 3                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 23427       | 15.01   | 176.95      | 132.39                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 63.04 |
| 4                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 23585       | 14.98   | 176.24      | 133.82                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 63.72 |
| 5                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 23805       | 14.98   | 176.24      | 135.07                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 64.32 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 134.19                |               |                  |                 |              | 63.90 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 30665       | 14.98   | 176.24      | 173.99                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.85 |
| 2                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 31035       | 14.98   | 176.24      | 176.09                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 83.85 |
| 3                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 30598       | 15.01   | 176.95      | 172.92                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.34 |
| 4                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 30612       | 15.01   | 176.95      | 173.00                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.38 |
| 5                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 30599       | 14.98   | 176.24      | 173.62                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 82.68 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 173.92                |               |                  |                 |              | 82.82 |

| N°                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 36657       | 15.01   | 176.95      | 207.16                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 98.65 |
| 2                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 36597       | 15.01   | 176.95      | 206.82                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 98.49 |
| 3                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 36702       | 14.98   | 176.24      | 208.25                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.16 |
| 4                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 37002       | 14.98   | 176.24      | 209.95                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.98 |
| 5                  | CONCRETO + 4% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 36803       | 15.01   | 176.95      | 207.99                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 99.04 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 208.03                |               |                  |                 |              | 99.06 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                         |                                                                                                                       |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| ELABORADO POR:<br><br>Jonathan Carlos Inocenci Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | REVISADO POR:<br><br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | APROBADO POR:<br><br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                  | ESPECIALISTA                                                                                                          | UNIDAD DE CONTROL                                                  |





### GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com  
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br>NTP 339.034 | Código   | FRM_OR_EM_104 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|---------------|
|                      |                                                      | Versión  | V.02          |
|                      |                                                      | Aprobado | OS_OR         |
|                      |                                                      | Página   | 7 de 7        |

|             |                                                                                                                                                                                               |                  |                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| SOLICITANTE | : Sr. EVERSON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ                                                                                                                                                      | FECHA MUESTREO   | : 12/08/2025                      |
| PROYECTO    | : TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025 | MUESTREADO POR   | : E. F. L. M. L.                  |
|             |                                                                                                                                                                                               | ENSAYADO POR     | : J. C. I. G.                     |
|             |                                                                                                                                                                                               | TIPO DE MATERIAL |                                   |
|             |                                                                                                                                                                                               |                  | : C + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA |
| UBICACIÓN   | : LABORATORIO GEORAAS                                                                                                                                                                         | FECHA EXPEDICIÓN | : 22/09/2025                      |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 22558       | 14.98   | 176.24      | 127.99                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 60.95 |
| 2                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 22620       | 14.98   | 176.24      | 128.35                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 61.12 |
| 3                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 21962       | 15.01   | 176.95      | 124.11                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 59.10 |
| 4                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 22865       | 14.98   | 176.24      | 129.74                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 61.78 |
| 5                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 22465       | 14.98   | 176.24      | 127.47                | 210           | 12/08/2025       | 19/08/2025      | 7            | 60.70 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 127.53                |               |                  |                 |              | 60.73 |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 29608       | 14.98   | 176.24      | 167.99                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 80.00 |
| 2                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 29321       | 14.98   | 176.24      | 168.37                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 79.22 |
| 3                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 29784       | 15.01   | 176.95      | 168.32                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 80.15 |
| 4                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 29497       | 15.01   | 176.95      | 166.70                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 79.38 |
| 5                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 29903       | 14.98   | 176.24      | 169.67                | 210           | 12/08/2025       | 26/08/2025      | 14           | 80.79 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 167.81                |               |                  |                 |              | 79.91 |

| Nº                 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA              | CARGA<br>Kg | Ø<br>cm | AREA<br>cm² | ESF. ROTURA<br>Kg/cm² | F'c<br>Kg/cm² | FECHA<br>VACIADO | FECHA<br>ROTURA | EDAD<br>DIAS | %     |
|--------------------|----------------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 35248       | 15.01   | 176.95      | 199.20                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.86 |
| 2                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 35063       | 15.01   | 176.95      | 198.15                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.36 |
| 3                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 35301       | 14.98   | 176.24      | 200.30                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 95.38 |
| 4                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 36098       | 14.98   | 176.24      | 204.82                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 97.53 |
| 5                  | CONCRETO + 6% FIBRA PLÁSTICA RECICLADA | 34989       | 15.01   | 176.95      | 197.73                | 210           | 12/08/2025       | 09/09/2025      | 28           | 94.16 |
| Promedio De Rotura |                                        |             |         |             | 200.04                |               |                  |                 |              | 95.26 |

OBSERVACIONES: -

|                                                                                                                        |                                                                                                                       |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| ELABORADO POR:<br><br>Jonathan Carlos Incaari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | REVISADO POR:<br><br>Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | APROBADO POR:<br><br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO                                                                                                 | ESPECIALISTA                                                                                                          | UNIDAD DE CONTROL                     |





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EVERZON FLOR LAIME MALDONADO LOPEZ  
Dirección: Av. RAMON CASTILLO Urb. N.C.V. Mz.V3 Lt. 7  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76373320  
Teléfono: 965 608 402 email: everzonflm@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL  
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
Asesor: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DESECHOS DE TUBERÍAS Y FIBRA PLÁSTICA RECICLADA  
EN PROPORCIONES CONTROLADAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO CONVENCIONAL, DESECHOS DE TUBERÍAS PLÁSTICAS, FIBRA PLÁSTICA  
RECICLADA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.





2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo





#### Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

Firma de Autor



huella digital

30-12-2025

Fecha