



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del  
pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Huayllani Rodriguez, Artemio (ORCID: 0000-0003-2254-4175)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demétrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi familia, con todo el cariño a mis hijos Adrián y Camila y principalmente a mi esposa, por ser mi fuente de inspiración en mi deseo alcanzar mis más anhelados sueños.

A mis padres, Tomas Huayllani Yucra y Braulia Rodríguez Monzón, por inculcarme siempre la responsabilidad y los deseos de superación, por todo su esfuerzo realizado y nunca haber dejado de creer en mí.

## **Agradecimientos**

A Dios por ser la luz incondicional que ha guiado mi camino. A mi familia, por haberme dado la oportunidad de educarme y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo. A la Universidad Cesar Vallejo por acogerme en sus aulas y en especial al Dr. Omart Tello, principal colaborador que permitió culminar esta investigación.

## Índice de contenidos

|  |           |
|--|-----------|
| Carátula.....  | i         |
| Dedicatoria.....   | ii        |
| Agradecimientos.....                                     | iii       |
| Índice de contenidos.....                                | iv        |
| Índice de tablas.....                                    | v         |
| Índice de figuras.....                                   | vi        |
| Resumen.....   | viii      |
| Abstract.....  | ix        |
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>III. METODOLOGÍA.....</b>                             | <b>19</b> |
| 3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación.....        | 20        |
| 3.2 Variables y operacionalización.....                  | 21        |
| 3.3 Población de estudio, muestra y muestreo.....        | 23        |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 24        |
| 3.5 Procedimientos.....                                  | 24        |
| 3.6 Método de análisis de datos.....                     | 27        |
| 3.7 Aspectos éticos.....                                 | 27        |
| <b>IV. RESULTADOS.....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>V. DISCUSIÓN.....</b>                                 | <b>60</b> |
| <b>VI. CONCLUSIONES.....</b>                             | <b>63</b> |
| <b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>                         | <b>66</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                                  | <b>68</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                       | <b>76</b> |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Valores Recomendados de la Resistencia al Concreto Según Rangos de Trafico ..... | 18 |
| Tabla 2: Resistencia promedio del concreto.....   | 38 |
| Tabla 3: Consistencia del concreto según SLUMP .....                                      | 38 |
| Tabla 4: Volumen unitario de agua .....   | 39 |
| Tabla 5: Contenido de aire atrapado.....  | 39 |
| Tabla 6: Relación agua cemento por resistencia .....                                      | 40 |
| Tabla 7: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....                 | 41 |
| Tabla 8: Dosificación del concreto por bolsa, peso y volumen por m <sup>3</sup> .....     | 44 |
| Tabla 9: Dimensiones y Volumen por tipo de testigo. ....                                  | 44 |
| Tabla 10: Dosificación del concreto con adición de fibras de hojalata reciclada. ....     | 44 |
| Tabla 11: Slump del concreto por cantidad de porcentaje de fibra de hojalata .....        | 49 |
| Tabla 12: Prueba de normalidad de la trabajabilidad.....                                  | 50 |
| Tabla 13: Prueba de correlación de la trabajabilidad .....                                | 51 |
| Tabla 14: Resultados del ensayo de permeabilidad.....                                     | 52 |
| Tabla 15: Resistencia a compresión de briquetas a los 28 días .....                       | 54 |
| Tabla 16: Prueba de normalidad de resistencia a la compresión.....                        | 55 |
| Tabla 17: Prueba de Correlaciones de resistencia a la compresión.....                     | 56 |
| Tabla 18: Resistencia a la flexión de vigas a los 28 días .....                           | 57 |
| Tabla 19: Pruebas de normalidad de resistencia a flexión.....                             | 58 |
| Tabla 20: Prueba de Correlación de resistencia a flexión .....                            | 59 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Envases de Hojalata .....   | 9  |
| Figura 2: Fibras de Envases de Refresco .....   | 10 |
| Figura 3: Diferentes Tipos de macro fibras .....  | 11 |
| Figura 4: Estructura del Pavimento Rígido .....   | 12 |
| Figura 5: Temperatura del Pavimento Rígido y Flexible, por Efectos del Ambiente .....           | 13 |
| Figura 6: Ensayo de Asentamiento del Concreto.....  | 14 |
| Figura 7: Relación entre la porosidad y la resistencia (Kumar & Bhattachrjee, 2003).....        | 15 |
| Figura 8: Ensayo de Compresión con Probetas Cilíndricas .....                                   | 16 |
| Figura 9: Esquemas de los tipos de Fallas .....   | 17 |
| Figura 10: Esquema del equipo para el ensayo de flexión del concreto.....                       | 17 |
| Figura 11: Probetas cilíndricas de concreto.....  | 25 |
| Figura 12: Probetas prismáticas de concreto (vigas) .....                                       | 26 |
| Figura 13: Ubicación del desarrollo de la investigación .....                                   | 29 |
| Figura 14: Acopio de envases de hojalata. ....  | 30 |
| Figura 15: Visita a la cantera de Huillque.....   | 30 |
| Figura 16: Eliminación de Etiquetas.....  | 31 |
| Figura 17: Remojo y lavado de envases. ....   | 32 |
| Figura 18: Procesamiento de fibras de hojalata reciclada.....                                   | 32 |
| Figura 19: Dimensiones de una fibra de hojalata reciclada.....                                  | 33 |
| Figura 20: Bolsa de cemento portlan tipo I. ....  | 33 |
| Figura 21: Características técnicas del cemento Yura (YURA, 2021).....                          | 34 |
| Figura 22: Ubicación de las canteras de Huillque y Huambutio .....                              | 34 |
| Figura 23: Ensayo de peso específico unitario del agregado grueso.....                          | 35 |
| Figura 24: Ensayo de granulometría .....  | 36 |
| Figura 25: Preparación de la mezcla de concreto. ....   | 45 |
| Figura 26: Proceso de elaboración de briquetas .....  | 46 |
| Figura 27: Apisonado por varillado y briquetas con 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada. .... | 46 |
| Figura 28: Proceso de elaboración de Vigas.....   | 47 |
| Figura 29: Apisonado por varillado y vigas con 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada.....      | 47 |
| Figura 30: Codificación de Briquetas y Vigas .....  | 48 |
| Figura 31: Curado de Briquetas y Vigas.....   | 48 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 32: Ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams.....                      | 49 |
| Figura 33: Disminución del Slump por cantidad de porcentaje de fibra de hojalata ..... | 50 |
| Figura 34: Coeficiente de correlación según Spearman (Hernandez Et Al, 2014) .....     | 51 |
| Figura 35: Ensayo de Permeabilidad.....  | 52 |
| Figura 36: Coeficiente de Permeabilidad según dosificación .....                       | 53 |
| Figura 37: Profundidad de Penetración según dosificación .....                         | 53 |
| Figura 38: Ensayo de Resistencia a esfuerzo de compresión.....                         | 54 |
| Figura 39: Resistencia a compresión de briquetas según dosificación de fibra. ....     | 55 |
| Figura 40: Coeficiente de correlación según Spearman (Hernandez Et Al, 2014) .....     | 56 |
| Figura 41: Ensayo de resistencia a la flexión de Vigas.....                            | 57 |
| Figura 42: Resistencia a la flexión de vigas según dosificación.....                   | 58 |
| Figura 43: Coeficiente de correlación según Spearman (Hernandez Et Al, 2014) .....     | 59 |

## Resumen

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo de nivel explicativo y diseño cuasi experimental, y tuvo como objetivo evaluar la influencia de las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , a partir de la adición en una mezcla patrón de fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4% respecto al peso del cemento, y la elaboración de una muestra representativa de 9 mezclas en fresco, 30 probetas cilíndricas y 27 vigas, para someterlas a ensayos de laboratorio correspondiente a la trabajabilidad, permeabilidad, resistencia a esfuerzos de compresión y flexión del concreto. Los resultados obtenidos muestran que la trabajabilidad disminuyó de 79 mm con 0% hasta 33mm con un 4% de fibra, la permeabilidad aumento en 9.79% y 14.87% respecto a la muestra patrón, mientras que la resistencia a esfuerzos de compresión alcanzo 280.6 K/cm<sup>2</sup>, 305.7 Kg/cm<sup>2</sup> y 323.9 Kg/cm<sup>2</sup>, aumentando hasta un 15.44% con un 4% de fibra, y la resistencia a esfuerzos de flexión aumento en un 4.69%y 8.06% para 2% y 4% de fibra respectivamente. Concluyéndose que la dosificación de mayor influencia es 4% de fibra de hojalata reciclada.

**Palabras clave:** Fibra de hojalata reciclada, propiedades físico mecánicos y pavimento rígido.



## Abstract

The present investigation was developed through a quantitative approach of explanatory level and quasi-experimental design, and aimed to evaluate the influence of recycled tinplate fibers on the properties of rigid pavement of  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , from the addition in a standard mixture of recycled tinplate fibers in 2% and 4% with respect to the weight of the cement, and the preparation of a representative sample of 9 fresh mixtures, 30 cylindrical specimens and 27 beams, to submit them to laboratory tests corresponding to the workability, permeability, resistance to compressive stresses and bending of the concrete. The results obtained show that the workability decreased from 79 mm with 0% to 33mm with 4% fiber, the permeability decreased by 9.79% and 14.87% with respect to the standard sample, while the resistance to compressive stress reached 280.6 K. / $\text{cm}^2$ , 305.7 Kg/ $\text{cm}^2$  and 323.9 Kg/ $\text{cm}^2$ , increasing up to 15.44% with 4% fiber, and the resistance to bending efforts increased by 4.69% and 8.06% for 2% and 4% fiber, respectively. Concluding that the most influential dosage is 4% of recycled tinplate fiber.

**Keywords:** Recycled tinplate fiber, physical-mechanical properties and rigid pavement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente el sector de la construcción se encuentra en crecimiento, donde “el concreto es el material de construcción más utilizado a nivel mundial” **(Miller, Horvath y Monteiro, 2018, p.1)**. Por ello, se vienen realizando muchas investigaciones sobre la mejora de las propiedades físico mecánicas del hormigón, mediante la introducción de diferentes materiales como minerales, sintéticos y naturales.

En el mundo las propiedades de las fibras de acero son muy conocidas, y “se diferencian sustancialmente en su rendimiento, forma y actuación con respecto al fraguado del concreto” (Winterberg, 2008, p.1), sin embargo en Europa las fibras sintéticas de polipropileno y fibras de carbono se utilizan ampliamente en la producción de pavimentos rígidos de alta resistencia, por sus características inertes y su larga vida en el concreto. Por su parte Estados Unidos emplea mayormente las fibras de polipropileno en la elaboración del concreto premezclado, debido a su característica hidrófoba por lo que no absorben agua.

En América del Sur, Brasil viene empleando fibras metálicas y fibras de polipropileno, y en Argentina incentivan la adición de fibras de vidrio debido a su alto grado de zirconio (17.1%) que “mejoran la resistencia a los impactos, a la fatiga y mejoran la resistencia a rotura por flexo tracción (Fibratec, 2011, p.1), que las fibras de acero o fibras de polipropileno.

En el Perú, según el informe técnico del INEI correspondiente al mes de setiembre del 2021, “el sector construcción presentó un aumento de 12.63%, donde considera como principales factores, el consumo interno de cemento y los reportes de avance físico de los proyectos” (INEI, 2021, p. 28). Sin embargo “El uso de hormigón reforzado con fibra es muy limitado, porque la información requerida no es suficiente y, al mismo tiempo, se desconocen los requisitos reglamentarios.” Ortiz, (2015, p.xii), por lo que las escasas experiencias emplearon mayormente las fibras de acero por su accesibilidad y menor costo en comparación con las otras alternativas.

Por otra parte el Diagnostico del PDU de la ciudad del Cusco al 2023, la ciudad presenta 470.92 km de vías urbanas, de las cuales 175.31 km presentan pavimento rígido que representan el 37.23% del total, posicionándose como el tipo de pavimento más usado en las obras viales a nivel urbano (MPC, 2013, pp.339, 340 y 341)

Según el ministerio del ambiente (MINAM, 2020, p.1) “cada día se generan 21.000 toneladas de residuos sólidos en todo el Perú”, y de acuerdo al reporte estadístico departamental del Cusco publicado en agosto del año 2021, “la provincia del Cusco genera 354.42 toneladas diariamente, del cual el 24 % corresponde a residuos inorgánicos, y solo el 5.86 % son dispuestos adecuadamente” (MINAM, 2021, p.11).

Así también de acuerdo al Reporte Sectorial N° 08 – setiembre 2016 publicado por la sociedad nacional de industrias (SIN), la importación de hojalata alcanzo el 2015 las 86 878.00 toneladas, y 61 077 toneladas de enero a julio del 2016, destinadas principalmente a la producción de envases de leche evaporada, leche condensada y conservas de pescados.

Finalmente según la ONU-Habitad (2020, p. 102) “Es importante minimizar los desechos y crear conciencia sobre la segregación de los residuos para reciclarlos, reutilizarlos y eliminarlos de manera respetuosa con el medio ambiente”, mientras que “problemas ambientales como el agotamiento de los recursos naturales y la generación de grandes cantidades de desechos, están orientando actualmente a la civilización moderna hacia la construcción sostenible” (Liew y Akbar, 2020, p1),

Por lo expuesto anteriormente es necesario determinar la influencia de las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , por lo que tenemos el siguiente problema:

- ¿Influyen las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022?

Y los siguientes problemas específicos:

- ¿Cómo influyen las fibras de hojalata reciclada en la trabajabilidad del concreto para pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022?
- ¿Cómo influyen las fibras de hojalata reciclada en la permeabilidad del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022?
- ¿Qué efecto tienen las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022?
- ¿Qué efecto tienen las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de flexión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022?

En cuanto a la **justificación práctica**, “la industria de la construcción está directamente vinculada al cemento y el hormigón juega un papel muy importante por su versatilidad, resistencia, accesibilidad y economía” para Singh y Shah (2018, p. 1) por lo que se justifica la incorporación de fibras de hojalata reciclada para reforzar y mejorar las propiedades del pavimento rígido, sin incrementar su costo de producción.

Para Merli, Preziosi, Acampora y Petrucci (2019, p. 363) “las industrias de la construcción y la edificación se encuentran entre las actividades de mayor impacto en el medio ambiente ... por lo que la identificación de estrategias encaminadas a reducir el impacto ambiental es crucial para su ecologización”, ante esto se tiene como **Justificación ambiental**, al reciclaje de hojalata proveniente de los residuos domésticos para disminuir la contaminación del ambiente, mientras que en lo **social** será beneficiada toda la población.

Como objetivo general tenemos: Evaluar la influencia de las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022, y los objetivos específicos son:

- Determinar cómo influye las fibras de hojalata reciclada en la trabajabilidad del concreto para pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022

- Determinar cómo influyen las fibras de hojalata reciclada en la permeabilidad del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022
- Evaluar el efecto de las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022
- Evaluar el efecto de las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de flexión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Por lo tanto, se propone como hipótesis general: Las fibras de hojalata reciclada influyen significativamente en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022, y como hipótesis específicas los siguientes:

- Las fibras de hojalata reciclada disminuyen la trabajabilidad del concreto para pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022
- Las fibras de hojalata reciclada aumentan la permeabilidad del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022.
- Las fibras de hojalata reciclada incrementa la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022.
- Las fibras de hojalata reciclada incrementa la resistencia a esfuerzos de flexión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022

## **II. MARCO TEÓRICO**

El desarrollo de esta investigación requiere considerar las siguientes premisas:

Según Shewalul (2021), en su caso de estudio “Experimental study of the effect of waste steel scrap as reinforcing material on the mechanical properties of concrete”, evaluó el efecto de la chatarra de acero residual como refuerzo del concreto, mediante la adición de chatarra de acero residual en 0.5%, 0.75% y 1.5% del volumen del hormigón, donde el asentamiento se redujo de 65 mm con un contenido de chatarra de acero del 0 % a 12 mm con un contenido de chatarra de acero del 1,5 % y concluyo que con una mayor cantidad de chatarra de desecho, se redujo la trabajabilidad del hormigón fresco. Además Wijatmiko, Wibowo y Nainggolan (2019), en su investigación “Strength Characteristics of Wasted Soft Drinks Can as Fiber Reinforcement in Lightweight Concrete” tuvieron el objetivo de investigar el la cantidad optima de fibras de aluminio y el efecto de la forma de la fibra en la resistencia mecánica del hormigón, a partir de la adición de fibras en 10%, 15% y 20% en volumen del hormigón, teniendo una reducción del slump desde 14.5 cm con 0% hasta 8 cm con 20% de dosificación, y concluyeron que el aumento de la dosificación y concluyeron que la inclusión de fibra, provoca un asentamiento más bajo de la mezcla.

Según Ding, Li y Zhang (2018), en su investigación titulada “Quantitative analysis of macro steel fiber influence on crack geometry and water permeability of concrete”, analizaron la correlación entre las macro fibras y la permeabilidad al agua del hormigón, mediante la prueba de permeabilidad hidráulica de tres especímenes con 25, 35 y 55 kg/m<sup>3</sup> de macro fibras de acero, donde observaron que en comparación con la muestra patrón el coeficiente de permeabilidad disminuyo aproximadamente en 56%, 71% y 84% y la deformabilidad de las muestras mejoro significativamente, por lo que concluyeron que la permeabilidad y el aumento de la dosificación están directamente vinculados.

Según Ekah y Emeruwa (2020) en su investigación denominada “Analysis of the Mechanical Properties of Tin fibers on Concrete”, donde analizaron el efecto de fibras metálicas de estaño sobre las principales propiedades mecánicas del hormigón,



mediante ensayos de compresión y flexotracción de testigos con fibras recicladas en proporciones de 1%, 2%, 3% y 4% respecto al peso de cemento, Después de la prueba de compresión, notó que la resistencia había disminuido de 34.9 Mpa a 27.32 Mpa y 24.51 Mpa, en el caso de las dosificaciones de 0%, 2% y 3%, y donde concluyeron que las fibras de estaño tienen un efecto positivo sobre las resistencias a tracción y a esfuerzo de flexión mientras que la resistencia a esfuerzos de compresión presento un efecto negativo. Sin embargo Malek, Kadela, Terpilowski, Szewczyk, Lasica y Muzolf (2021) en su investigación "Effect of Metal LatheWaste Addition on the Mechanical and Thermal Properties of Concrete", tuvieron el objetivo de analizar el efecto de la adición de residuos metálicos de tornos, en las propiedades mecánicas y térmicas del concreto, donde agregaron residuos metálicos en reemplazo del agregado fino en cantidades del 5%,10% y 15% del peso del cemento, donde observaron que la resistencia a la compresión aumento linealmente en un 13.9%, 20.8% y 36.3% en comparación del concreto simple.

Channa y Saand (2021), en tu investigación titulada "Mechanical Behavior of Concrete Reinforced with Waste Aluminium Strips",Donde evaluaron los efectos de la adición de residuos metálicos., como desecho de aluminio, Fibras de Estaño para Bebidas Gaseosas (SDTF) o latas blandas para incrementar la resistencia mecánica del hormigón, mediante la elaboración de testigos con fibras de aluminio y estaño reciclados, donde concluyeron que la adición de fibras de estaño de un 4% en el hormigón, la resistencia a la tracción indirecta aumenta en un 15,40% y la resistencia a la flexión aumenta en un 18,50%. Así también Muwashee, Al-Jameel y Jabal (2018), en su "Investigating the Behavior of Concrete and Mortar Reinforced with Aluminum Waste Strips", tuvieron la finalidad de evaluar concretos y morteros reforzados con chatarra de aluminio., mediante 117 muestras ensayadas tanto para hormigos y como para mortero, obteniendo resultados favorables en las propiedades mecánicas como el incremento del 22% en la resistencia a la compresión e incremento de la resistencia a la flexion de 3.31 MPa a 11.20 MPa al añadir fibras de aluminio en un 2.5% respecto al volumen del concreto.

Todo trabajo de investigaciones requiere conocer de ciertos conocimientos previos, por lo cual Teorías necesarias para esta investigación son las siguientes:

### **Hojalata**

Según la guía de envases y embalajes publicada por MINCETUR (2009, p. 20) “La hojalata es una delgada capa de acero (dulce) de bajo contenido de carbono recubierto de estaño aplicado por medio de electro-deposición”, y se clasifican por su forma en cilíndrico, rectangular u oval, y según su construcción de 02 piezas o 03 piezas, las cuales son muy apreciadas, principalmente por la industria láctea y pesquera.

Según Muñoz Et Al (2021, p. 122) las Características de los envases son:

- El espesor expresado en mm. varía de 0.20 a 0.36 mm.
- El temple representa a un conjunto de propiedades mecánicas y se evalúa por la dureza del material. Contenedor 55-60°R (Rockwell) y fondo de aspersion 65-66°R
- Su cobertura mide la cantidad de estaño depositado por unidad de superficie (gr/m<sup>2</sup>).

Actualmente estos envases de hojalata son usados una sola vez y después son desechados a la basura, sin embargo estos tienen gran potencial de reciclaje.



*Figura 1: Envases de Hojalata*

### **Fibras de hojalata reciclada.**

Según Oan (2019, p.1) “los desechos industriales en particular se consideraban un problema, y posteriormente se descubrió que los desechos son de gran utilidad en muchas aplicaciones, como aumentar la resistencia de las estructuras de hormigón y encontrar material rentable”.

Para la Real Academia Española reciclar es “Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar”. Por lo tanto en este estudio se entenderá como fibras de hojalata reciclada, a aquellas pequeñas y delgadas tiras de hojalata, resultado del proceso del lavado, desinfectado y cortado de las latas provenientes de los residuos domésticos, con la intención de añadirlo al concreto para mejorar sus propiedades mecánicas.



*Figura 2: Fibras de Envases de Refresco*

### **Fibras de refuerzo**

Según Polo y Risco, (2018, p. 16), “son filamentos de pequeñas dimensiones, que al dispersarse en el concreto quedan plasmadas en todas las direcciones, dando como un producto resistente a la tracción, flexión, impacto, fatiga y figuración”, “Con las

características necesarias para dispersarse aleatoriamente en una mezcla de hormigón en estado fresco empleando metodologías de mezclado tradicionales” (FLOR Et Al, 2019, p. 4), es decir que estos filamentos son incluidos al concreto como de refuerzo secundario ante esfuerzos y pueden clasificarse por

### Material:

- Fibras metálicas hechas de acero generalmente bajo en carbón.
- Fibras sintéticas de acrílico, carbón, polipropileno, polietileno, nylon entre otras.
- Fibras de vidrio compuesto por filamentos cerámicos resistentes al álcali.
- Fibras de origen natural derivados de la caña de azúcar, bambú y coco

### Geometría:

- Microfibras mayormente producidas con polipropileno (0.023 mm a 0.050 mm de diámetro).
- Macrofibras metálicas o sintéticas ( 0.05 mm a 2.00 mm de diámetro)

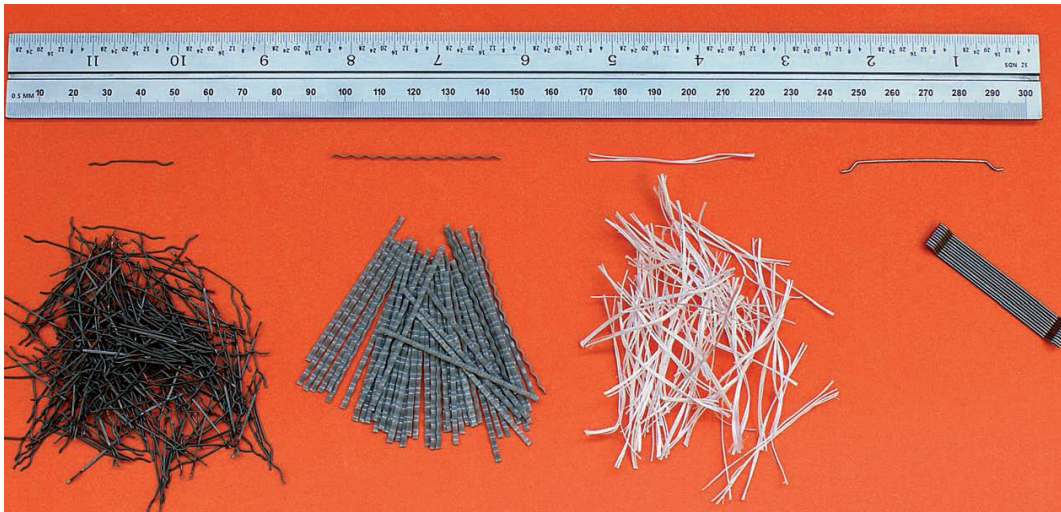


Figura 3: Diferentes Tipos de macro fibras

## Pavimento Rígido

Según la American Concrete Institute – ACI (2015, p. 3) “la estructura de pavimento es la combinación de sub base, base, losa rígida y otras capas diseñadas para trabajar juntas para proporcionar un soporte uniforme y duradero para las cargas de tráfico impuestas y distribución de cargas a la sub rasante. Mientras que El manual de Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, describe en el capítulo XIV que “los pavimentos de concreto reciben el apelativo de rígidos debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye” (MTC, 2014, P. 224),

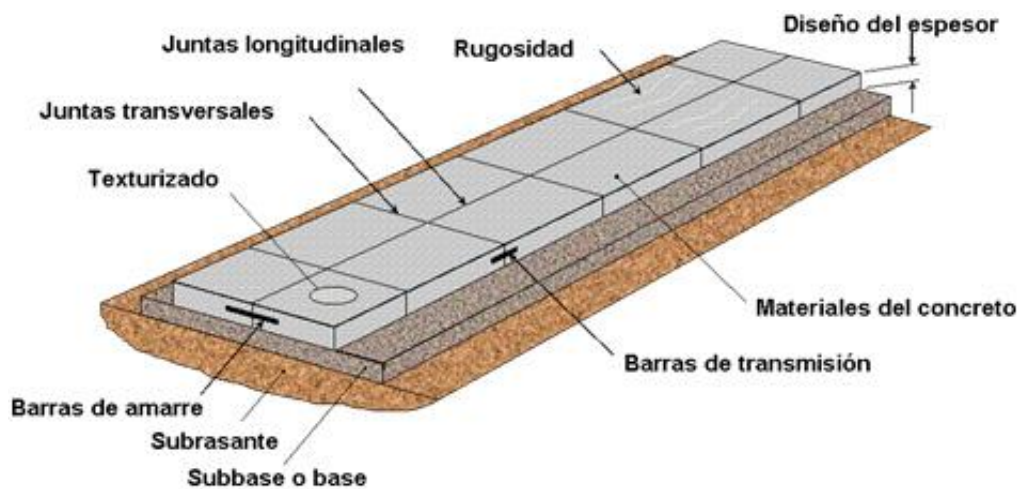


Figura 4: Estructura del Pavimento Rígido

Los pavimentos de concreto por su rigidez, absorben casi en su totalidad los esfuerzos generados por la repetición y el peso de los vehículos, por el cual transmiten mínimamente estos esfuerzos sobre la base y subrasante; y se clasifican en:

- Pavimento rígido Simple con juntas
- Pavimento rígido Reforzado con juntas
- Pavimento rígido Continuamente reforzados

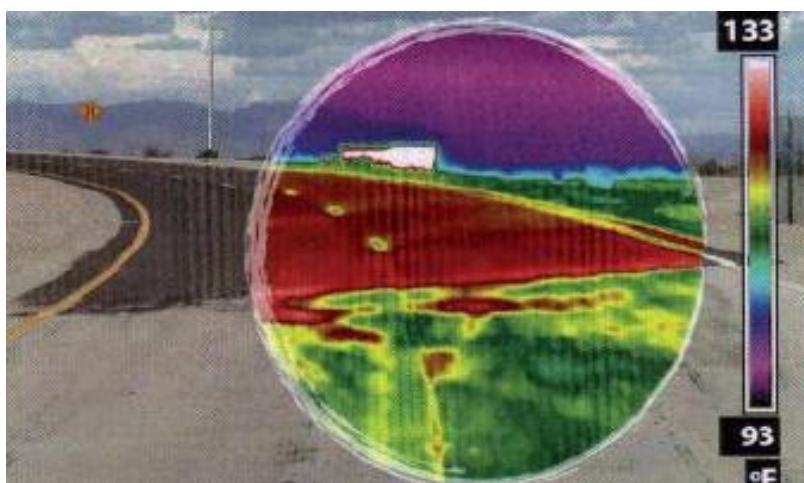
En la actualidad, los pavimentos rígidos con juntas es el más aplicado en el Perú, por su óptimo desempeño durante su período de servicio, pues es una alternativa que brinda mayores ventajas en comparación a otro tipo de pavimentos.

La ventaja más importante es que hoy en día el costo inicial de la construcción de pavimento rígido puede ser igual que la construcción de pavimento flexible, y tomando en cuenta los bajos costos de operación y mantenimiento durante su periodo de servicio, da como resultado un ahorro del 30% a 40% en comparación con los pavimentos flexibles.

### **Ventajas del Pavimento Rígido**

Los pavimentos rígidos presentan diversas ventajas como:

- Reducido tiempo de interrupción del tránsito por trabajos de mantenimiento.
- Por su color claro presenta 30% de flujo luminoso superior a las superficies de asfalto, además que genera menor de calor
- Su composición permite resistir al fuego
- Mejor estabilidad referente al Índice de Regularidad (IRI)
- Mayor adherencia (Grip) en pavimentos cubiertos de agua, evitando la pérdida de tracción de los neumáticos o hidropneumático



*Figura 5: Temperatura del Pavimento Rígido y Flexible, por Efectos del Ambiente*

## Propiedades del Pavimento rígido

### Propiedades Físicas

#### Trabajabilidad.

La trabajabilidad del concreto según Rascón, Omar, Rodríguez (2001, p. 47) es “la propiedad que determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de mezcla de concreto fresco, Sin riesgo significativo de segregación durante el transporte, apilamiento, compactación y acabado”, y está vinculada a la cohesividad y principalmente a la consistencia de la mezcla, mientras que para Khajuria y Sharma (2019, p. 4409) la Trabajabilidad del hormigón se define como “la facilidad para trabajar con él, sin segregación, por lo que la trabajabilidad del hormigón es un factor importante propiedad del hormigón fresco”.

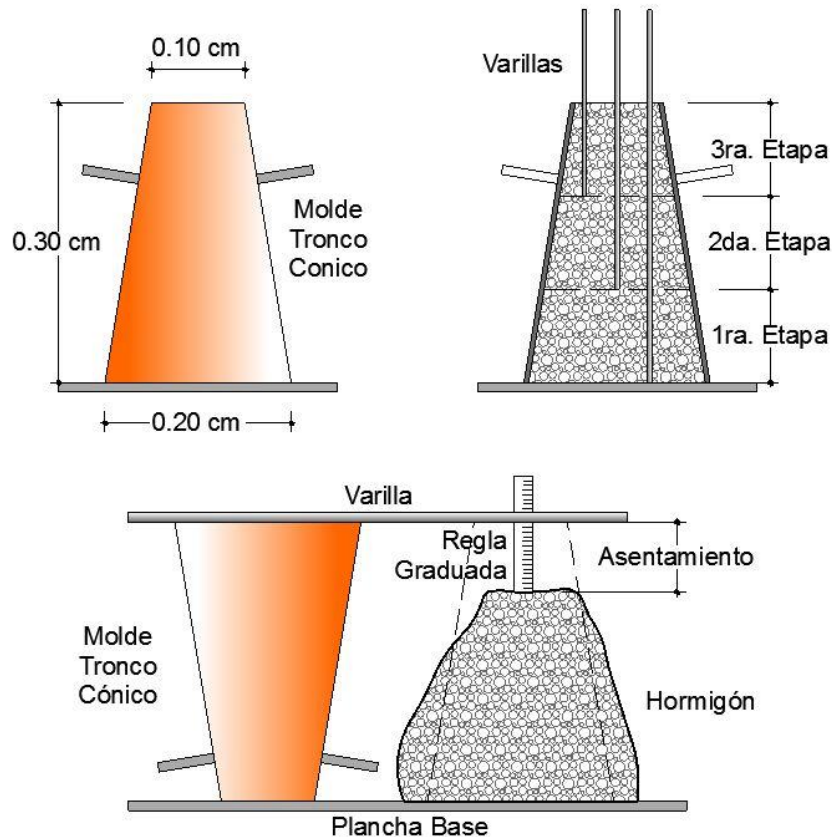


Figura 6: Ensayo de Asentamiento del Concreto

La consistencia está determinada por el nivel la fluidez de la mezcla y depende directamente del agua y cemento, lo que genera una determinada consistencia: seca, plástica y fluida; y se mide a través del ensayo de asentamiento del concreto – SLUMP.

## Permeabilidad

Para Velez (2010, p.5) “La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo”, y es el producto de la porosidad, la hidratación, exudación, temperatura y la aparición de huecos y grietas debido a la contracción de la mezcla durante el endurecimiento.

El grado de permeabilidad del pavimento está directamente relacionado con la cantidad de agua y el tamaño máximo de los agregados, requeridos en la preparación del hormigón ya que crean una continuidad de huecos capilares y grietas pequeñas en el área de transición entre el agregado grueso y el cemento.

Además según Li Et Al (2021, p.1) “la porosidad interconectada juega un papel importante en la permeabilidad al agua”, cuando el concreto comprende suficientes vacíos continuos para permitir que el agua pase de la superficie a las capas subyacentes (ACI, 2011, p.3) y no solo afecta la capacidad de absorción del pavimento, sino que también afecta su resistencia, es decir que cuanto más poroso es el concreto menos resistencia tendrá, como se muestra en siguiente gráfico.

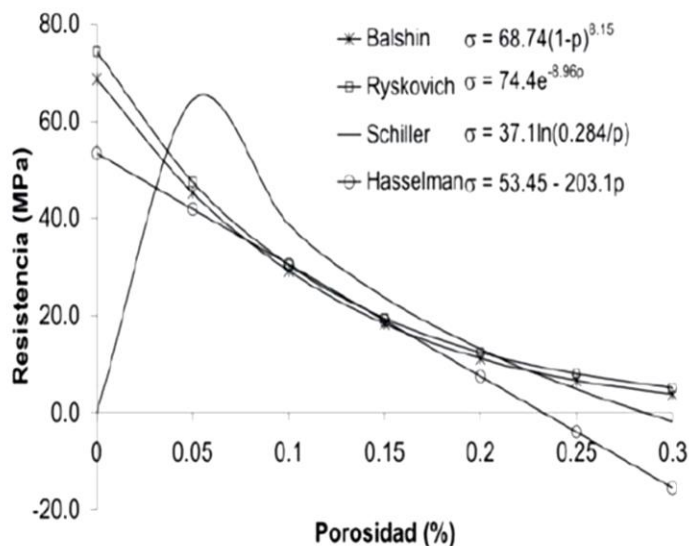


Figura 7: Relación entre la porosidad y la resistencia (Kumar & Bhattacharjee, 2003)



## **Propiedades Mecánicas**

Según Dutta, Samui y Kim (2018, p. 463) “La resistencia del concreto es considerada como su más crucial propiedad determinada por diferentes factores” como: la relación de agua/cemento, porosidad, influencia de los agregados, tiempo de fraguado, tipo de curado y edad de la muestra.

Sin embargo, una de las principales deficiencias del hormigón está relacionada con su naturaleza quebradiza causada por su constituyente cementoso, que se caracteriza por su escasa resistencia a la formación de grietas, baja resistencia a la tracción y baja capacidad de deformación (Mohsen Et Al, 2019, p. 1)

## **Resistencia a la Compresión**

La resistencia a esfuerzos de compresión es la principal propiedad mecánica del concreto, definido como: “la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi)” (CEMEX, 2019)



*Figura 8: Ensayo de Compresión con Probetas Cilíndricas*

La resistencia a esfuerzos de compresión, se determina mediante la aplicación progresiva de una carga axial de compresión sobre probetas cilíndricas a la edad de 28 días, hasta la aparición de fallas, según el método de ensayo de la NTP 339.034 HORMIGON.

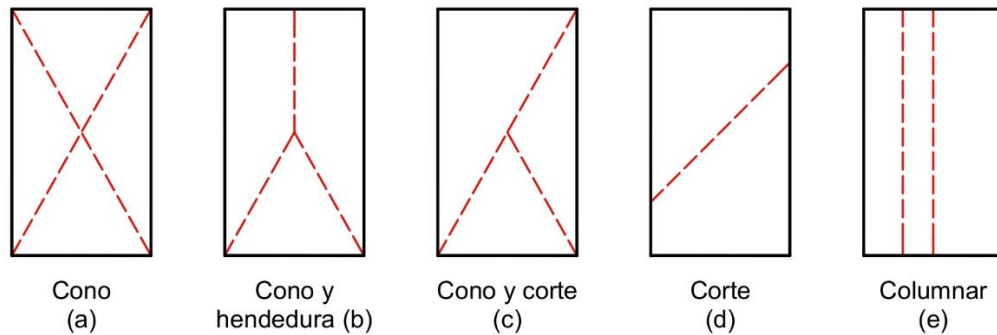


Figura 9: Esquemas de los tipos de Fallas

### Resistencia a la Flexión

Según Masías (2018, p.18) “La resistencia a la flexión podría considerarse una medida indirecta de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la capacidad de rotura instantánea de una viga o losa de hormigón simple. La resistencia a la flexión es un factor decisivo en la calidad del hormigón para pavimentos rígidos, debido al tráfico vehicular y condiciones medioambientales.

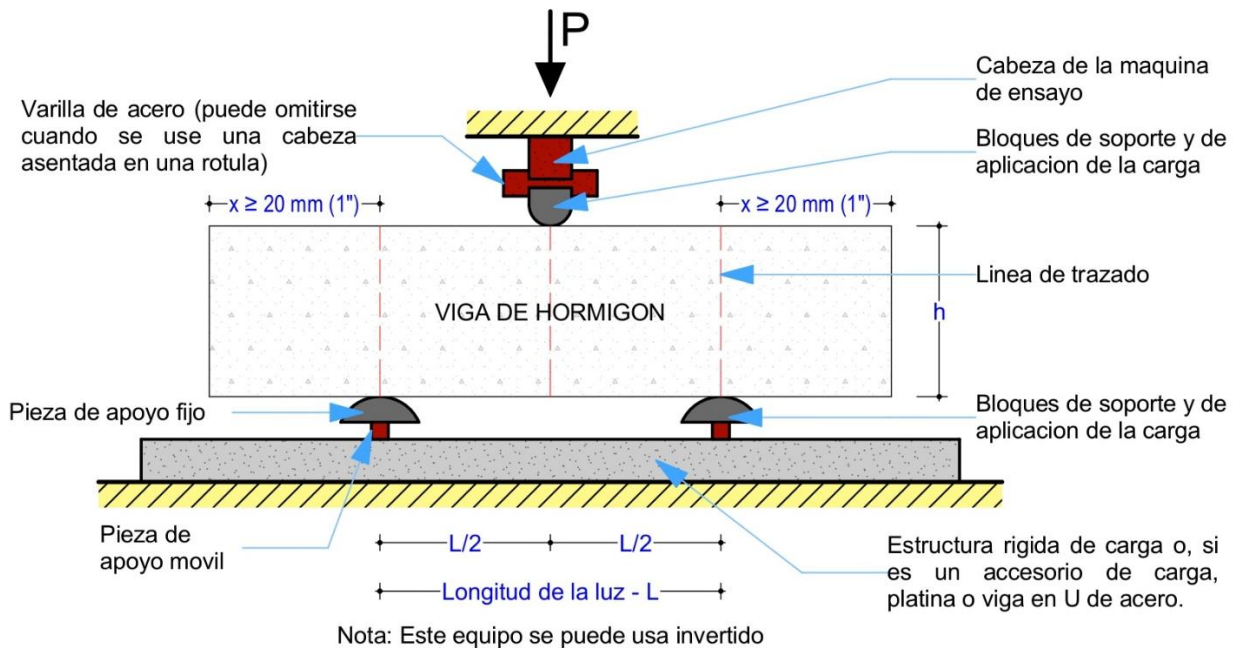


Figura 10: Esquema del equipo para el ensayo de flexión del concreto

Los pavimentos rígidos trabajan principalmente a flexión, y es representado por el módulo de rotura (MR), que varían del 10% al 20% de la resistencia a esfuerzos de compresión, y el cual se obtiene según el ensayo NTP 339.059 HORMIGÓN, sobre vigas de concreto a los 28 días.

Según la normatividad de suelos y pavimentos, los valores recomendados de resistencia del concreto varían de acuerdo a lo siguiente.

*Tabla 1: Valores Recomendados de la Resistencia al Concreto Según Rangos de Trafico*

| Rangos de Trafico Pesado expresado en E.E. | Resistencia Minima a la Flexotraccion del Concreto (MR) | Resistencia Minima Equivalente a la compresion del concreto (F'c) |
|--|---|---|
| ≤ 5'000,000 EE                             | 40 Kg/cm <sup>2</sup>                                   | 280 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| > 5'000,000 EE<br>≤ 15'000,000 EE          | 42 Kg/cm <sup>2</sup>                                   | 300 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| > 15'000,000 EE                            | 45 Kg/cm <sup>2</sup>                                   | 350 Kg/cm <sup>2</sup>  |

*Fuente: Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014.*

### **III. METODOLOGIA**

### **3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación**

#### **3.1.1 Tipo de investigación.**

Por enfoque, para Hernández (2014, p.4) una investigación cuantitativa “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”; entonces considerando que esta investigación presenta variables con indicadores numéricos, podemos considerarla como una investigación cuantitativa.

Por propósito, para Garces (2000, p. 70) la “investigación aplicada tiene por objeto, modificar algo de la realidad; es decir, utiliza el conocimiento científico en algo material, modificándolo o cambiándolo”, debido a que esta investigación utiliza conocimientos previos del concreto y modifica su composición para mejorar sus propiedades, podemos decir que es una investigación aplicada.

#### **3.1.2 Nivel de investigación**

Es importante mencionar que esta investigación es de nivel explicativo o causal, de acuerdo a Bernal (2016, p.148) que afirma que “en la investigación explicativa se analizan causas y efectos de la relación entre variables”, debido a que tiene como objeto evaluar el efecto de las fibras de hojalata recicladas sobre las propiedades del pavimento rígido.

#### **3.1.3 Diseño de la investigación.**

Referente al diseño, de acuerdo a Arias (2012, p. 34) que define a “la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”, es experimental debido a que manipulara la cantidad de hojalata reciclada en la composición del pavimento rígido, para observar y analizar qué efectos tienen las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento

rígido, y debido a que la muestra (testigos de concreto ) no son elegidos al azar esta es cuasi experimental.

### **3.2 Variables y operacionalización**

#### **3.2.1 Variables de estudio**

Para Arias (2012, p. 57) la “Variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación”, además por el tipo de investigación cuantitativa y en base a la función de las variables se tienen las siguientes:

##### **3.2.1.1 Variable independiente**

La presente investigación tiene como variable independiente a las “Fibras de Hojalata Reciclada”, las cuales serán analizadas de acuerdo a las siguientes dimensiones:

###### **3.2.1.1.1 Características técnicas:**

- Dimensiones de la fibra

De acuerdo a las norma, las fibras deben de tener una longitud de 2.5 veces del agregado grueso, y según la norma deberán tener una relación de: 1 a 20 – 100, por lo que se plantea emplear fibras de hojalata de 50x4 milímetros.

- Resistencia a la tensión

Según las características técnicas de los envases, estos poseen una fluencia de 34.09 kg/mm<sup>2</sup> y ruptura de 42.5 kg/mm<sup>2</sup>.

###### **3.2.1.1.2 Dosificación.**

Para esta investigación se considera añadir fibras de hojalata reciclada de acuerdo al peso del concreto según la siguiente dosificación:

- Dosificación 1 : 0% (Base)

- Dosificación 2 : 2%
- Dosificación 3 : 4%

### **3.2.1.2 Variable dependiente**

Esta investigación tiene como variable dependiente a las “Propiedades del Pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ” en las siguientes dimensiones:

#### **3.2.1.2.1 Propiedades Físicas.**

Para este caso se desarrollaran las principales propiedades físicas del pavimento rígido como:

- Trabajabilidad (cm)
- Permeabilidad (um/s)

#### **3.2.1.2.2 Propiedades Mecánicas.**

Las propiedades evaluadas en esta investigación son:

- Resistencia del pavimento rígido a la Compresión ( $\text{kg/m}^2$ )
- Resistencia del pavimento rígido a la flexiotraccion ( $\text{kg/m}^2$ )

### **3.2.2 Operacionalizacion.**

La operacionalizacion es el “proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores, y que por lo general se representa en un cuadro” Arias (2012, p. 62)

Por lo anterior se realizó una matriz de operacionalizacion donde se definen las variables independiente y dependiente, de forma operacional y conceptualmente, especificando las dimensiones e indicadores de estos y finalmente la escala de medición de cada indicador, como se muestra en el anexo 2.

### **3.3 Población de estudio, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población.**

Para Arias (2012, p. 81) la población “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”, es así que esta investigación, presenta una población infinita, debido a que el concreto se utiliza en los diferentes campos de la construcción civil y no se cuenta con un registro que permita calcular la cantidad de concreto que se elabora diariamente en el país, y más aún, se desconoce la cantidad de pavimento rígido reforzado con fibras metálicas, sintéticos o naturales, por consiguiente la población de la investigación no puede ser cuantificado.

#### **3.3.2 Muestra y muestreo.**

Según Arias (2012, p.83) “La muestra es un subconjunto representativo y finito”, además que según la norma E.060 CONCRETO ARMADO (2020, p. 44), especifica que “cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos” es igual a  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Por lo anterior, la muestra establecida para esta investigación está compuesta por lo siguiente:

- 10 probetas cilíndricas de dosificación 1: 0% de fibra.
- 10 probetas cilíndricas de dosificación 2: 2% de fibra.
- 10 probetas cilíndricas de dosificación 3: 4% de fibra.

Haciendo un total de 30 probetas cilíndricas, para los diferentes ensayos realizados en diferentes periodos de tiempo (7, 14, 28 días).

Además debido al requerimiento y tipo de ensayo se elaboró 27 probetas prismáticas (vigas), para los diferentes ensayos realizados en diferentes periodos de tiempo (7, 14, 28 días), como se detalla a continuación:

- 9 probetas de dosificación 1: 0% de fibra.
- 9 probetas de dosificación 2: 2% de fibra.



- 9 probetas de dosificación 3: 4% de fibra.

Referente al muestreo, la investigación desarrolla un muestreo no probabilístico de tipo intencional, debido a que las probetas serán elaboradas y escogidas de acuerdo a la necesidad de la investigación y los requerimientos técnicos de los ensayos de laboratorio, para la determinación y cálculo de los indicadores de cada dimensión.

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

Esta investigación requiere recolectar información cuantitativa por lo que se aplicara la observación como técnica de investigación, pues esta técnica “consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad” Arias (2012, p. 69).

Además que esta técnica se caracteriza por la aplicación de herramientas de recolección de datos adecuadas como fichas, cuadros, inventarios y otros instrumentos técnicos, que nos permite clasificar, organizar y procesar la información acorde a los objetivos que se pretende alcanzar; es así que el instrumento aplicado en esta investigación es la ficha técnica, donde se consolidara toda la información generada y procesada en los laboratorios.

### **3.5 Procedimientos**

Toda investigación requerirá de una secuencia de acciones según sus objetivos, por lo cual esta investigación seguirá el siguiente proceso:

#### **3.5.1 Materiales y herramientas**

Se comienza con la recolección y acopio de latas de hojalata provenientes de los residuos domésticos, los cuales pasaran por un proceso de lavado y desinfección, y finalmente la preparación de las fibras de hojalata según los requerimientos técnicos normativos.

Seguidamente se adquirirá y acopiara los insumos necesarios para la elaboración de la mezcla que alcance una resistencia de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  o  $MR=40 \text{ Kg/cm}^2$ , como agregados grueso y fino, cemento y agua.

Además se adquirirá y alquilara todas las herramientas e instrumentos necesarios para la preparación del concreto y la elaboración de los especímenes.

### **3.5.2 Preparación de especímenes.**

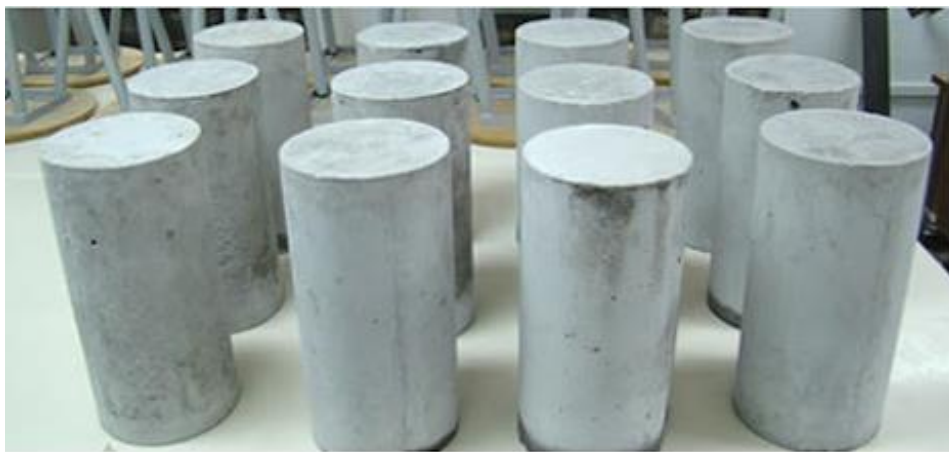
Esta etapa es la más importante de todo el procedimiento, pues la calidad de los especímenes influirá en los resultados finales.

Primeramente se diseñara la dosificación de la mezcla de concreto que alcance un  $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia.

Seguidamente se realizara la preparación de la mezcla y la elaboración de las probetas, como se detalla a continuación:

30 probetas cilíndricas, moldeadas con dimensiones de 150 mm de diámetro y 300 mm de alto.

- 10 probetas cilíndricas de dosificación 1: 0% de fibra.
- 10 probetas cilíndricas de dosificación 2: 2% de fibra.
- 10 probetas cilíndricas de dosificación 3: 4% de fibra.



*Figura 11: Probetas cilíndricas de concreto.*



*Figura 12: Probetas prismáticas de concreto (vigas)*

27 vigas elaboradas en moldes prismáticos de 150 mm de ancho, 500 mm de largo y 150 mm de alto.

- 09 probetas de dosificación 1: 0% de fibra.
- 09 probetas de dosificación 2: 2% de fibra.
- 09 probetas de dosificación 3: 4% de fibra.

Posteriormente del desencofrado, realizar el curado de los mismos conforme a lo establecido en la normatividad.

### **3.5.3 Ensayos de laboratorio**

Es uno de los pasos más determinantes en la investigación debido a que la información generada en los ensayos, deben de ser los más precisos y confiables posibles; los siguientes ensayos se desarrollaran en diferentes periodos de tiempo como se muestra a continuación:

- NTP 339.035 HORMIGON, Método de ensayo que determina el asentamiento del concreto, el cual nos determinara la fluidez de concreto y por ende la trabajabilidad del mismo.
- NTP 339.232.2010. Ensayo que permite analizar el coeficiente de absorción de agua en el concreto, para determinar la permeabilidad del pavimento rígido.

- NTP 339.034:2008 (2013). Ensayo para calcular la resistencia del pavimento rígido a esfuerzos a la compresión a los 7, 14 y 28 días.
- NTP 339.079:2012. Ensayo para calcular la resistencia del pavimento rígido a esfuerzos de flexión en vigas prismáticas a los 7,14 y 28 días.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para Gallardo (2017, p. 81) “El análisis y la interpretación de datos son dos procesos que están ligados pero que son completamente diferentes”. Esta investigación por enfoque es de tipo cuantitativo, Por lo tanto, se aplica el análisis estadístico mediante procedimientos aritméticos, correlaciones, cálculos y prueba de significancia.

Así también, para Bernal (2016, p. 189) “Uno de los aspecto importantes relacionados con la hipótesis es el procedimiento estadístico que debe seguirse para verificar o realizar una prueba de hipótesis”; la presente investigación es de nivel explicativo o causal, por lo que se aplicara pruebas de hipótesis mediante métodos estadísticos de correlación como  $r$  de Pearson o  $Rho$  de Spearman.

### **3.7 Aspectos éticos**

Esta investigación, surge como respuesta al mejoramiento de las propiedades del pavimento rígido en beneficio de la población, utilizando fibras de hojalata reciclada para disminuir la contaminación del ambiente; además el procedimiento planteado, no contiene procedimientos peligros que afecten a la población, los colaboradores ni al medio ambiente.

La información utilizada es obtenida de fuentes autorizadas, respetando los procedimientos éticos del uso adecuado de los datos y respetando la propiedad intelectual de los referentes; realizando adecuadamente las citas y referencias bibliográficas de acuerdo a la norma internacional de estilo ISO, el cual se verificará mediante la utilizando el software “Turnitin” y de acuerdo a las indicaciones de la “Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis” de la Universidad Cesar Vallejo UCV (2020, pp. 20-32).

#### **IV. RESULTADOS**

#### 4.1 Caracterización y diseño de mezcla

Esta investigación sobre la "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , CUSCO – 2022", se desarrolló en la ciudad de Cusco, de la provincia y departamento del mismo nombre.

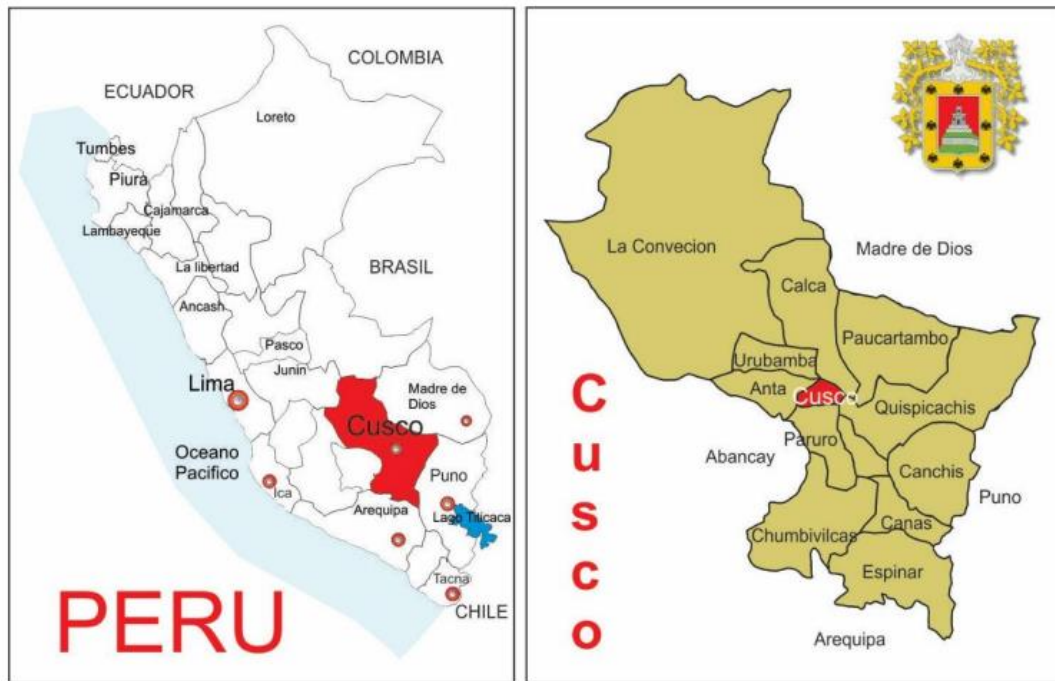


Figura 13: Ubicación del desarrollo de la investigación

Donde se realizó una secuencia de actividades organizadas en etapas para alcanzar los objetivos, y obteniendo los siguientes resultados:

##### 4.1.1 Acopio de materiales.

Esta etapa corresponde al acopio y acumulación de los materiales necesarios para realizar este estudio, de los cuales tenemos:

- **Envases de hojalata.-** Los cuales fueron obtenidos como resultado de la segregación de residuos sólidos domésticos, donde se separó y acumulo un total de 8.00 kilogramos de envases de hojalata.



*Figura 14: Acopio de envases de hojalata.*

- **Cemento.-** El cemento portland tipo I (cemento Yura de 42.5Kg), fue adquirido en una ferretería local y presenta una fecha de fabricación de 18 de enero del 2022.



*Figura 15: Visita a la cantera de Huillque*

- **Agregado Fino.-** correspondiente a la arena gruesa, se obtuvo directamente mediante la visita a la cantera de Huambutio, y transportada al laboratorio para su caracterización.
- **Agregado grueso.-** Correspondiente a la piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ ", se obtuvo directamente mediante la visita a la cantera de Huillque y transportada al laboratorio para su caracterización.
- **Agua.-** el agua potable necesaria para realizar la mezcla se obtuvo de la red domiciliaria de agua potable de la ciudad del Cusco.

#### 4.1.2 Preparación de materiales.

Esta etapa corresponde principalmente al procesamiento de las fibras de hojalata reciclada, obtenida mediante las siguientes actividades:

- Separación manual en seco, de las etiquetas de los envases.



*Figura 16: Eliminación de Etiquetas*

- Destapado, remojo y lavado de los envases.





Figura 17: Remojo y lavado de envases.

- Corte manual de hojalata y procesamiento en fibras de hojalata, con tijera de aviación con dimensiones de 2 x 45 mm.



Figura 18: Procesamiento de fibras de hojalata reciclada

### 4.1.3 Caracterización de materiales

#### 4.1.3.1 Fibras de hojalata reciclada.

Según la publicación de la empresa SIKA (2011, p. 11) “Concreto reforzado con fibras”, las macrofibras de acero presentan una relación entre diámetro y longitud que va desde 20 hasta 100 veces, por lo anterior las fibras obtenidas tienen dimensiones de 2 mm de ancho y 45mm de largo, además presenta en el borde pequeñas ondulaciones de 1 mm.

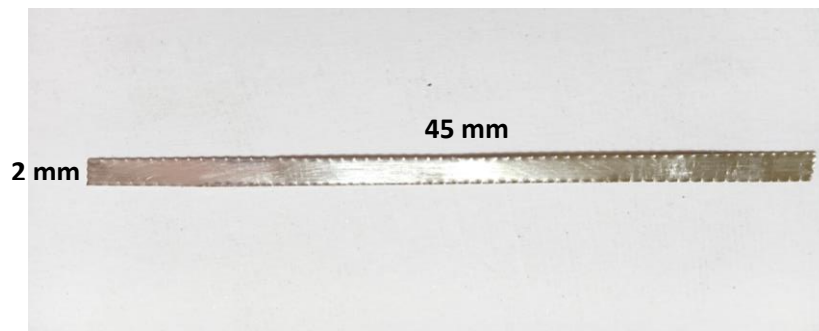


Figura 19: Dimensiones de una fibra de hojalata reciclada

Además según Cabrera (2013, p. 45) la hojalata presenta una fluencia de 34.09 kg/mm<sup>2</sup> y ruptura de 42.5 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 4.1.3.2 Cemento.

El tipo de cemento utilizado es el portland tipo I de la clasificación ASTM C 150 para usos generales donde el concreto no posee propiedades especiales.



Figura 20: Bolsa de cemento portlan tipo I.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| REQUISITOS                            | CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP |             | REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595 |            | REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I) |            |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------|---|------------|--|------------|
| <b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>            |                                      |             |   |            |  |            |
| MgO (%)                               |                                      |             | 6.00 Máx.                               |            |  |            |
| SO <sub>3</sub> (%)                   | 1.5 a 3.0                            |             | 4.00 Máx.                               |            |  |            |
| Pérdida por ignición (%)              | 1.5 a 4.0                            |             | 5.00 Máx.                               |            |  |            |
| <b>REQUISITOS FÍSICOS</b>             |                                      |             |   |            |  |            |
| Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.75 a 2.85                          |             | -                                       |            |  |            |
| Expansión en autoclave (%)            | 0.07 a 0.03                          |             | -0.20 a 0.80                            |            |  |            |
| Fraguado Vicat inicial (minutos)      | 170 a 270                            |             | 45 a 420                                |            |  |            |
| Contenido de aire                     | 2.5 a 8.0                            |             | 12 Máx                                  |            |  |            |
| <b>Resistencia a la compresión</b>    | <b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>            | <b>MPa</b>  | <b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>               | <b>MPa</b> | <b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>                                | <b>MPa</b> |
| 3 días                                | 175 a 200                            | 17.1 a 19.6 | 133 Mín                                 | 13         | 122 Mín  | 12Mín      |
| 7 días                                | 225 a 255                            | 22 a 25     | 204 Mín                                 | 20         | 194 Mín  | 19 Mín     |
| 28 días                               | 306 a 340                            | 30 a 33.3   | 255 Mín                                 | 25         | -  | -          |
| <b>Resistencia a los sulfatos</b>     | <b>%</b>                             |             | <b>%</b>                                |            |  |            |
| % Expansión a los 6 meses             | < 0.04                               |             | 0.05 Máx                                |            |  |            |
| % Expansión a 1 año                   | < 0.05                               |             | 0.10 Máx                                |            |  |            |

Figura 21: Características técnicas del cemento Yura (YURA, 2021)

### 4.1.3.3 Agregados

Los agregados empleados para el desarrollo de esta investigación fueron obtenidos de canteras de Huillque y Huambutio, ubicadas próximas a la ciudad del Cusco.



Figura 22: Ubicación de las canteras de Huillque y Huambutio

- **El agregado grueso.-** Se obtuvo de la cantera de Huilque que se encuentra en el Km 917 + 200 de la carretera Cusco – Abancay, al lado izquierdo de la vía.

Esta cantera se caracteriza por la extracción de grava angulosa, y presenta una potencia de aproximadamente de 20 000 m<sup>3</sup>, actualmente la explotación se realiza mediante la utilización de maquinaria pesada y procesado mediante la utilización de chancadoras y zarandas.

La caracterización de la piedra chancada de ¾” mediante ensayos de laboratorio obtuvo los siguientes resultados:

**Características físicas:**

- Tamaño máximo nominal : ¾”
- P. E. de la masa : 2.66 gr/cm<sup>3</sup>
- P.U. compactado (seco) : 1474 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad : 0.71 %
- Absorción : 1.11 %



Figura 23: Ensayo de peso específico unitario del agregado grueso

- **El Agregado fino.-** la arena gruesa fue obtenida de la cantera de Huambutio, del distrito de Lucre, ubicada a 29.8Km al Este de la ciudad del Cusco.

Esta cantera es un yacimiento de tipo sedimentario, del cual se extraen material de canto rodado, el cual está depositado en unos bancos en la montaña, y produce agregados gruesos (piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ " ) y agregados finos (arena); este último fue analizado y caracterizado mediante ensayos de laboratorio:

#### **Características físicas:**

- Peso específico de la masa : 2.67 gr/cm<sup>3</sup>
- P.U. compactado (Seco) : 1797 Kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad : 8.15%
- Absorción : 2.68 %
- Módulo de fineza : 3.07



*Figura 24: Ensayo de granulometría*

#### 4.1.4 Diseño de mezcla.

##### 4.1.4.1 Especificaciones:

Para esta investigación se requiere calcular la cantidad y/o proporción de los materiales necesarios para una mezcla de concreto y elaborar probetas que serán evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días. Con las siguientes características

- La resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  o  $MR = 40 \text{ Kg/cm}^2$ .
- La mezcla tendrá una consistencia plástica.

##### 4.1.4.2 Materiales:

- **Cemento:**

El cemento utilizado es el portland tipo I (Cemento Yura), con un peso específico de 2.75-2.85 g/cm<sup>3</sup>.

- **AGUA.**

Agua potable, tomado de la red pública de la ciudad del Cusco.

- **AGREGADO GRUESO**

- Tamaño máximo nominal :  $\frac{3}{4}$ "
- P. E. de la masa : 2.66 gr/cm<sup>3</sup>
- P.U. compactado (seco) : 1474 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad : 0.71 %
- Absorción : 1.11 %

- **AGREGADO FINO**

- Peso específico de la masa : 2.67 gr/cm<sup>3</sup>
- P.U. compactado (Seco) : 1797 Kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad : 8.15%
- Absorción : 2.68 %
- Módulo de fineza : 3.01

#### 4.1.4.3 Procedimiento:

- **Determinación de la resistencia promedio requerida.**

Debido a que no contamos con registro de ensayos anteriores y no cuenta con la desviación estándar, utilizamos la siguiente tabla.

Tabla 2: Resistencia promedio del concreto

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

Fuente: ACI 211.1, 2002

$$f'c=280 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f'cr=280 + 84$$

$$f'cr=364 \text{ kg/cm}^2.$$

- **Selección del tamaño máximo nominal.**

A la granulometría del agregado grueso le corresponde un **TMN=3/4"**

- **Selección del asentamiento.**

Según las especificaciones de este estudio, se requiere que la mezcla de concreto tenga una consistencia "Plástica" y trabajable, con un asentamiento de 3" a 4" de SLUMP.

Tabla 3: Consistencia del concreto según SLUMP

| Consistencia | SLUMP   | Trabajabilidad  | Método de compactacion    |
|--------------|---------|-----------------|---------------------------|
| Seca         | 0" a 2" | Poco Trabajable | Vibracion Normal          |
| Plástica     | 3" a 4" | Trabajable      | Vibracion Ligera Chuseado |
| Fluida       | > 5"    | Muy Trabajable  | Chuseado                  |

Fuente: ACI 211.1, 2002

- **Volumen unitario de agua.**

Tabla 4: Volumen unitario de agua

| Asentamiento | Agua, en Lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados |      |      |     |        |     |     |     |
|--------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|              | 3/8"   | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
|              | Concreto sin aire incorporado  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"      | 207  | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"      | 228  | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"      | 243  | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | --  |

Fuente: ACI 211.1, 2002

Según la tabla anterior, la cantidad agua necesaria para elaborar una mezcla de concreto sin aire incorporado, con asentamiento o SLUMP de 3" a 4", cuyo agregado es de 3/4" de TMN, **es de 205 Lt/m<sup>3</sup>**.

- **Contenido de Aire.**

Tabla 5: Contenido de aire atrapado

| Tamaño Máximo Nominal | Aire Atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8"                  | 3.0%          |
| 1/2"                  | 2.5%          |
| 3/4"                  | 2.0%          |
| 1"                    | 1.5%          |
| 1 1/2"                | 1.0%          |
| 2"                    | 0.5%          |
| 3"                    | 0.3%          |
| 6"                    | 0.2%          |

Fuente: ACI 211.1, 2002

Según la figura anterior se obtiene que el aire atrapado en una mezcla para un agregado de tamaño máximo nominal de 3/4", **es igual al 2 %**.



- **Relación A/C (Agua – Cemento)**

La relación A/C o Agua - cemento se establece únicamente por la resistencia del concreto, a causa de ausencia de problemas por intemperismo, por sulfatos u otros que puedan dañar el hormigón.

*Tabla 6: Relación agua cemento por resistencia*

| F'cr (28 días)<br>Kg/cm2 | Relación Agua – Cemento de<br>diseño en peso |                                  |
|--------------------------|--|----------------------------------|
|                          | Concreto sin<br>aire incorporado             | concreto con<br>aire incorporado |
| 150                      | 0.8  | 0.71                             |
| 200                      | 0.7  | 0.61                             |
| 210                      | 0.68   | 0.59                             |
| 250                      | 0.62   | 0.53                             |
| 280                      | 0.57   | 0.48                             |
| 300                      | 0.55   | 0.46                             |
| 350                      | 0.48   | 0.4                              |
| <b>364</b>               | <b>Y</b>                                     | <b>---</b>                       |
| 400                      | 0.43   | ---                              |
| 420                      | 0.41   | ---                              |

*Fuente: ACI 211.1, 2002*

Si tenemos **f'cr=364 kg/cm2**.

Mediante la fórmula:

$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

X<sub>0</sub>    Y<sub>0</sub>

X        Y<sub>x</sub>

X<sub>1</sub>    Y<sub>1</sub>

350    0.48

**364**    **Y**

400    0.43

$$Y = 0.48 + [(364-350) / (400-350)]*(0.43-0.48)$$

$$Y = 0.48 + [14/ 50]*(-0.05)$$

$$Y = 0.48 + (0.28)*(-0.05)$$

$$Y = 0.48 - 0.014$$

$$Y = 0.466$$

Para una resistencia de  $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$ , se obtiene una **relación de agua / cemento  $A/C= 0.466$**  por interpolación.

- **Factor Cemento**

Factor cemento = Volumen unitario de agua/ relación agua cemento.

$$\text{Factor cemento} = 205 / 0.466 = 439.91 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 439.91/42.5 = 10.35 \text{ bolsas / m}^3$$

- **Contenido de Agregado Grueso**

*Tabla 7: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino |      |      |      |
|---|--|------|------|------|
|   | Modulo de fineza del agregado fino   |      |      |      |
|   | 2.40   | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8"                                      | 0.5  | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2"                                      | 0.59   | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4"                                      | 0.66   | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1"  | 0.71   | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2"                                    | 0.76   | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2"  | 0.78   | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3"  | 0.81   | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6"  | 0.87   | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

*Fuente: ACI 211.1, 2002*

Si tenemos **Modulo de Fineza = 3.01**, entonces El volumen de agregado grueso (AG) seco compactado = **0.60**

El peso del AG seco = (volumen de AG seco compactado) x (peso unitario seco compactado) =  $(0.60) \cdot (1474) = 884.40 \text{ Kg/m}^3$

- **Calculo de Volúmenes Absolutos.**

**Cemento**

Cemento = factor cemento / peso específico del cemento

$$\text{Cemento} = 439.91/2.8 \cdot 1000 = 0.157 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.157 \text{ m}^3$$

## Agua

Agua = volumen unitario del agua/ peso específico del agua.

$$\text{Agua} = 205/1 \cdot 1000 = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

## Aire 2%

$$\text{Aire} = 0.02 \text{ m}^3$$

## Agregado grueso

Agregado grueso = peso del agregado grueso seco / peso específico del agregado grueso.

$$\text{Agregado grueso} = 884.40 / 2.66 \cdot 1000$$

$$\text{Agregado grueso} = 0.332 \text{ m}^3$$

## Agregado Fino

Sumatoria de volúmenes absolutos conocidos =  
 $0.157 + 0.205 + 0.02 + 0.332 = 0.714$

$$\text{Agregado fino} = 1 - 0.714 = 0.286 \text{ m}^3.$$

Peso del agregado fino en estado seco = volumen absoluto del agregado fino x peso específico de masa.

$$\text{Peso del agregado fino en estado seco} = 0.286 \times 2.67 \times 1000 = 763.62 \text{ kg/m}^3$$

- **Valores de diseño de mezcla.**

- **CEMENTO** : 439.91 Kg/m<sup>3</sup>
- **AGUA** : 205 Lt/m<sup>3</sup>
- **AGREGADO FINO HUMEDO** : 763.62 kg/m<sup>3</sup>
- **AGREGADO GRUESO HUMEDO** : 884.40. Kg/m<sup>3</sup>

- **Corrección por humedad del agregado**

## Agregado fin

Calculamos el 8.15 % del valor de diseño del agregado fino =  
 $(8.15\%)*(763.62 \text{ kg/m}^3) = 62.23 \text{ Kg/m}^3$

Peso húmedo del agregado fino =  $763.62 + 62.23$

**Peso húmedo del agregado fino = 825.85 kg/m<sup>3</sup>**

**Agregado grueso:**

Calculamos el 0.71 % del valor de diseño del agregado grueso =  
 $(0.71\%)*(884.40 \text{ kg/m}^3) = 6.28 \text{ Kg/m}^3$ .

Peso húmedo del agregado grueso =  $884.40 + 6.28$

**Peso húmedo del agregado grueso = 890.68 kg/m<sup>3</sup>**

**Humedad superficial de los agregados:**

- Humedad superficial del agregado fino =  $8.15\% - 2.68\% = 5.47\%$
- Humedad superficial del agregado grueso =  $0.71\% - 1.11\% = -0.4\%$

**Aporte de humedad de los agregados:**

- Aporte de humedad agregado fino :  $763.62*5.47\% = 41.77 \text{ Lt/m}^3$
- Aporte de humedad agregado grueso:  $884.40*(-0.4\%) = -3.54 \text{ Lt/m}^3$

Aporte de humedad de los agregados **= 38.23 Lt/m<sup>3</sup>**

**Agua efectiva:**  $205.00 \text{ Lt/m}^3 - 38.23 \text{ Lt/m}^3 = 166.77 \text{ Lt/m}^3$

Los pesos de los materiales corregidos por humedad del agregado serán:

- **CEMENTO** : **439.91 Kg/m<sup>3</sup>**  $\approx 440 \text{ Kg/m}^3$
- **A.F. HUMEDO** : **825.85 kg/m<sup>3</sup>**  $\approx 825 \text{ Kg/m}^3$
- **A.G. HUMEDO** : **890.68 Kg/m<sup>3</sup>**  $\approx 890 \text{ Kg/m}^3$
- **AGUA** : **166.77 Lt/m<sup>3</sup>**  $\approx 167 \text{ Lt/m}^3$
  
- **Proporción en peso**
  - **CEMENTO** :  $440/440 = 1$  .....  $1*42.50 = 42.50 \text{ Kg/saco}$
  - **A. FINO.** :  $825/440 = 1.87$  .....  $1.87*42.5 = 79.47 \text{ Kg/saco}$
  - **A. GRUESO** :  $890/440 = 2.02$  .....  $2.02*42.5 = 85.85 \text{ Kg/saco}$
  - **AGUA** :  $167/10.35 = 16.13$  .....  $= 16.13 \text{ Lt/m}^3$

Finalmente se obtuvo la siguiente tabla con la dosificación en diferentes unidades.

*Tabla 8: Dosificación del concreto por bolsa, peso y volumen por m3*

| Materiales      | Bolsas    | Peso (Kg/m3) | Volumen (m3) |
|-----------------|-----------|--------------|--------------|
| Cemento         | 42.5 Kg   | 440          | 0.16         |
| Agregado Fino   | 79.47 Kg  | 825          | 0.29         |
| Agregado Grueso | 85.85 Kg  | 890          | 0.33         |
| Agua            | 16.13 Lt. | 167 Lt.      | 0.20         |

#### 4.1.4.4 Cantidad de materiales para los testigos.

Para la elaboración de los especímenes se requiere el cálculo de materiales de acuerdo al volumen de cada tipo de testigos, de acuerdo al siguiente cuadro:

*Tabla 9: Dimensiones y Volumen por tipo de testigo.*

| Tipo de Especimen     | Dimensiones (m) |               |      | Volumen (m3) |
|-----------------------|-----------------|---------------|------|--------------|
|                       | Largo           | Ancho / Radio | Alto |              |
| Cilindrico (Briqueta) | 0               | 0.075         | 0.3  | 0.00530      |
| Prismatico (viga)     | 0.5             | 0.15          | 0.15 | 0.01125      |

La cantidad de materiales utilizados se calculó de acuerdo al volumen de cada espécimen incluyendo como se muestra en la siguiente tabla, donde se detalla la cantidad de materiales requeridos en kilogramos por testigo cilíndrico y viga, así como la cantidad de fibra de hojalata reciclada del 2% y 4% referente al peso del cemento.

*Tabla 10: Dosificación del concreto con adición de fibras de hojalata reciclada.*

| Tipo de Especimen | Volumen + 10% (m3) | Cantidad de Materiales (Kg) |         |       |         |                   |       |       |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|---------|-------|---------|-------------------|-------|-------|
|                   |                    | A. Grueso                   | A. Fino | Agua  | Cemento | Fibra de hojalata |       |       |
|                   |                    |                             |         |       |         | 0%                | 2%    | 4%    |
| Cilindrico        | 0.00583            | 5.187                       | 4.809   | 0.973 | 2.565   | 0.000             | 0.051 | 0.103 |
| Prismatico        | 0.01238            | 11.014                      | 10.209  | 2.067 | 5.445   | 0.000             | 0.109 | 0.218 |

## 4.2 Elaboración de Especímenes.

### 4.2.1 Preparación de la mezcla.

Primeramente se realizó el pesaje de los materiales de acuerdo a la dosificación, y se batió los materiales hasta lograr una mezcla base homogénea, posteriormente se añadió las fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4% respecto al peso del cemento, y se mezcló entre 3 a 5 min hasta lograr una mezcla homogénea; finalmente se realizó el ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams, según la NTP 339.035 HORMIGON, para mezclas con 0%, 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada.



a. Pesaje de materiales

b. Batido de la mezcla



c. Adición de Fibra

d. Ensayo de asentamiento

*Figura 25: Preparación de la mezcla de concreto.*

#### 4.2.2 Elaboración de especímenes cilíndricos.

La elaboración de briquetas, se realizó según lo dispuesto en la NTP 339.183 CONCRETO, primeramente se realizó la mezcla manual del concreto con un 10% de residuo, después de verificar el asentamiento, se colocó en moldes metálicos de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, en 3 capas y apisonado por varillado de 25 golpes por cada capa, después de la compactación se efectuó el acabado de la superficie con un badilejo y se ubicó en un lugar de superficie rígida, horizontal y libre de vibraciones.

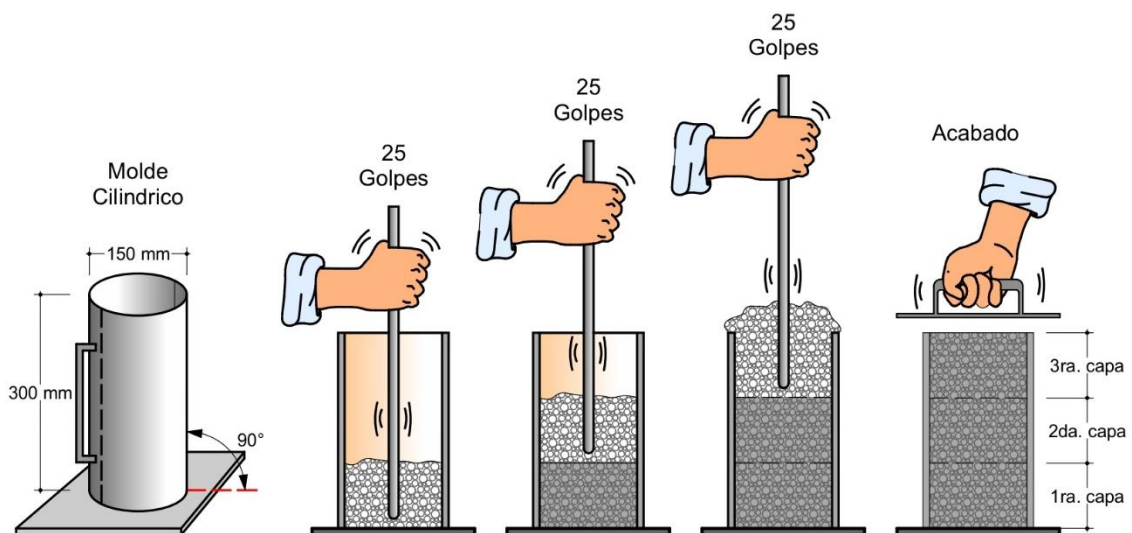


Figura 26: Proceso de elaboración de briquetas



Figura 27: Apisonado por varillado y briquetas con 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada.

### 4.2.3 Elaboración de especímenes prismáticos.

La elaboración de las vigas, se realizó según lo dispuesto en la NTP 339.183 CONCRETO, primeramente se realizó la mezcla manual del concreto con un 10% de residuo, después de verificar el asentamiento, se colocó en moldes impermeables de 500 mm de largo, 150 mm de ancho y 150 mm de altura, en 2 capas y apisonado por varillado de 53 golpes por cada capa, después de la compactación se efectuó el acabado de la superficie con un badilejo, finalmente se ubicó en un lugar de superficie rígida, horizontal y libre de vibraciones.

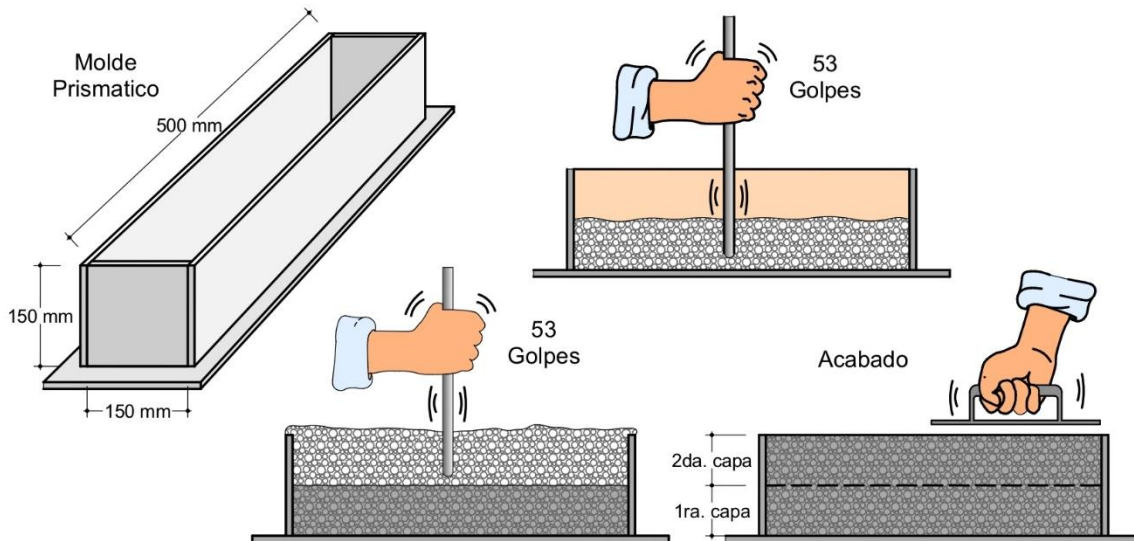


Figura 28: Proceso de elaboración de Vigas



Figura 29: Apisonado por varillado y vigas con 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada



#### 4.2.4 Curado de especímenes.

Posterior al endurecimiento del concreto se realiza la clasificación de los especímenes mediante la asignación de un código de espécimen, fecha de elaboración, Resistencia de diseño y dosificación.



Figura 30: Codificación de Briquetas y Vigas

La extracción de las muestras se realizó 24 horas después de realizar el acabado de la muestras e inmediatamente se realizó la inmersión de los especímenes en agua, evitando condiciones de goteo o corrientes de agua.

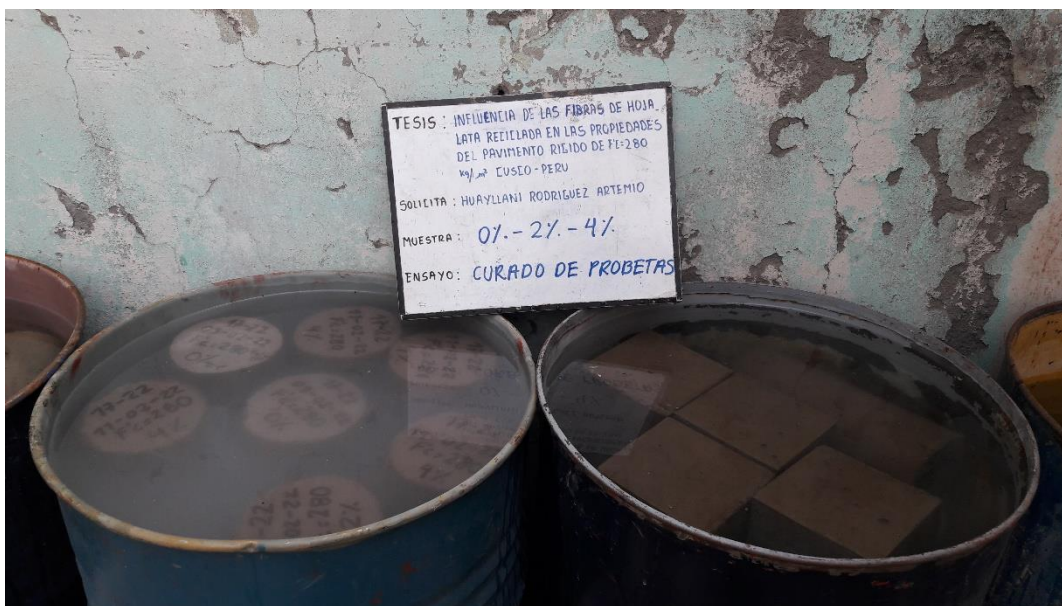


Figura 31: Curado de Briquetas y Vigas

## 4.3 Resultados

### 4.3.1 Trabajabilidad.

Este ensayo se desarrolló durante la preparación de especímenes, donde se elabora la mezcla y se realiza el ensayo de trabajabilidad mediante el ensayo del Cono de Abrams – SLUMP, según la NTP 339.035 HORMIGON, obteniendo los siguientes resultados:



Figura 32: Ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams

Tabla 11: Slump del concreto por cantidad de porcentaje de fibra de hojalata

| MUESTRA  | DOSIFICACION |             |             |       |
|----------|--------------|-------------|-------------|-------|
|          | 0% de Fibra  | 2% de Fibra | 4% de Fibra |       |
| M 1      | 3            | 2.625       | 1.175       |       |
| M 2      | 3.25         | 2.875       | 1.625       |       |
| M 3      | 3.125        | 2.375       | 1.125       |       |
| PROMEDIO | in           | 3.125       | 2.625       | 1.308 |
|          | mm           | 79          | 67          | 33    |

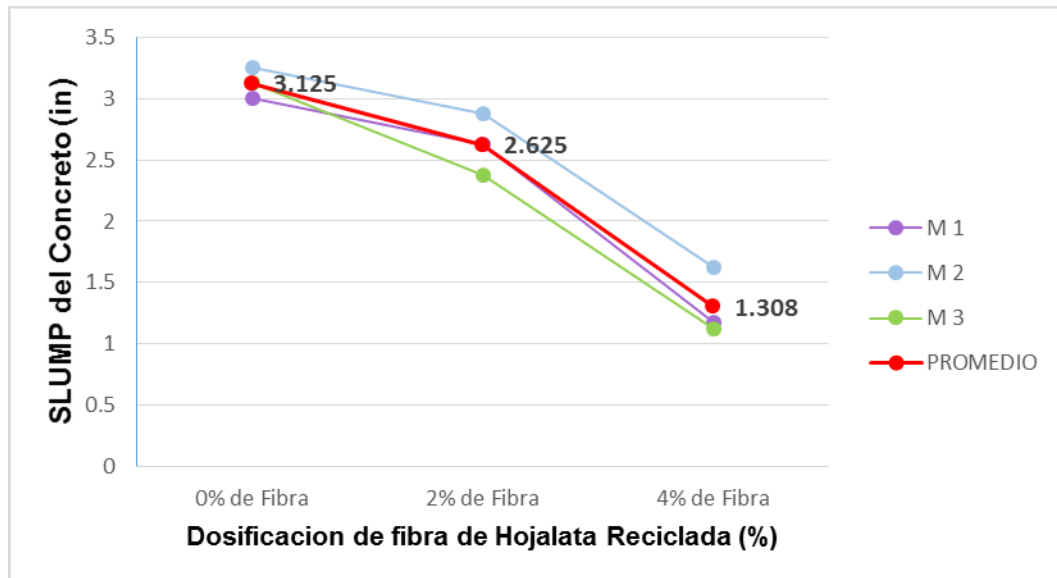


Figura 33: Disminución del Slump por cantidad de porcentaje de fibra de hojalata

De acuerdo a la tabla 11, la muestra base presenta un SLUMP promedio de 3.125", al cual se le añade fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4%, lo que genera la reducción progresiva de la trabajabilidad de la mezcla, en un 16.00% y 42.11% respectivamente. La figura 33, muestra la tendencia de disminución del SLUMP de acuerdo al aumento del porcentaje de fibra de hojalata reciclada.

#### 4.3.1.1 Contrastación de hipótesis.

Primeramente realizamos la prueba de normalidad a los datos de la tabla 11 mediante el test de Shapiro-Wilk, debido a que tenemos 9 registros y según la tabla 12 el grado de significancia de la dosificación es menor al 5% y del SLUMP es mayor al 5%, por lo que se aplicó una prueba de correlación no paramétrica debido a que los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 12: Prueba de normalidad de la trabajabilidad.

|              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |      |
|--------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
|              | Estadístico                     | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig. |
| DOSIFICACION | ,209                            | 9  | ,200 <sup>*</sup> | ,823         | 9  | ,037 |
| SLUMP        | ,183                            | 9  | ,200 <sup>*</sup> | ,868         | 9  | ,117 |

Seguidamente planteamos las siguientes hipótesis:

- H0: las fibras de hojalata no influyen en la trabajabilidad de la mezcla de concreto.
- H1: las fibras de hojalata si influyen en la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

Procesamos los registros a través de la prueba no paramétrica de Rho de Spearman y se obtiene que el nivel de significancia bilateral o P valor es menor al 0.05 o 5%, por tanto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 13: Prueba de correlación de la trabajabilidad

|                 |                               | DOSIFICACION | SLUMP   |
|-----------------|-------------------------------|--------------|---------|
| Rho de Spearman | Coefficiente de correlación   | 1,000        | -,949** |
|                 | DOSIFICACION Sig. (bilateral) | .            | ,000    |
|                 | N                             | 9            | 9       |
|                 | Coefficiente de correlación   | -,949**      | 1,000   |
|                 | SLUMP Sig. (bilateral)        | ,000         | .       |
|                 | N                             | 9            | 9       |

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Finalmente según la tabla 13, con un nivel de confianza del 99 %, el coeficiente de correlación de Spearman es **Rho= – 0.949**, y según la figura 34 podemos afirmar que dichas variables presentan una correlación negativa muy fuerte, por lo que queda demostrado que las fibras de hojalata reciclada disminuyen la trabajabilidad del concreto para pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022.

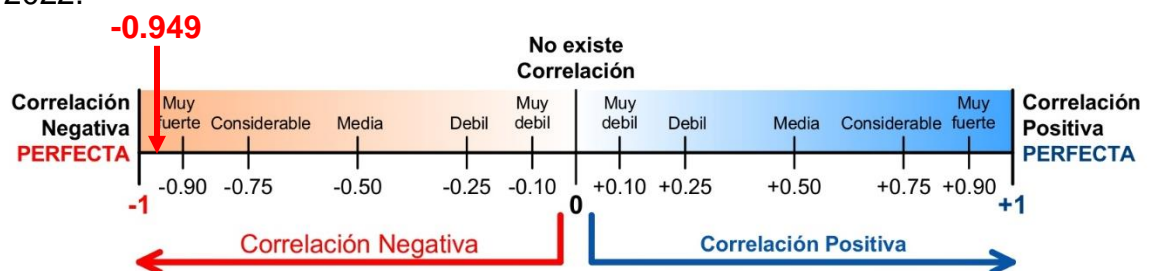


Figura 34: Coeficiente de correlación según Spearman (Hernandez Et Al, 2014)

### 4.3.2 Permeabilidad

Este ensayo se desarrolló en 3 testigos cilíndricos con dosificación de 0%, 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada, a los 28 días después de su elaboración, mediante el ensayo de permeabilidad del concreto al agua bajo la norma NTC 4483 Obteniendo lo siguientes resultados:

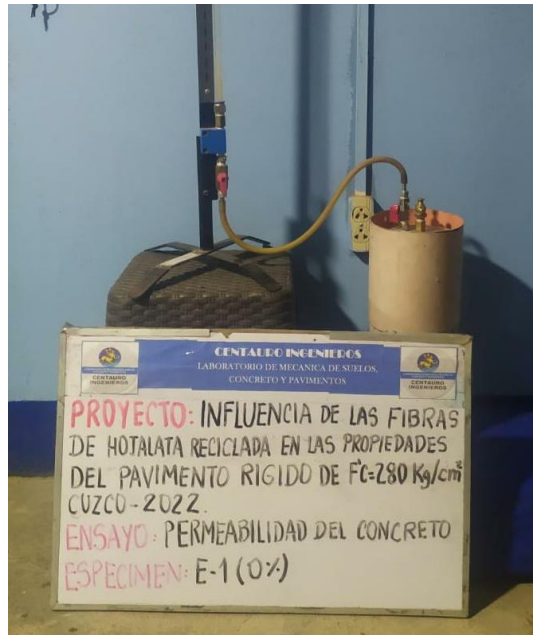


Figura 35: Ensayo de Permeabilidad

Tabla 14: Resultados del ensayo de permeabilidad

| DOSIFICACION | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (m/s) | PROFUNDIDAD DE PENETRACION (mm) |
|--------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 0% de fibra  | 8.27E-11                           | 10.2                            |
| 2% de fibra  | 9.08E-11                           | 11.2                            |
| 4% de fibra  | 9.50E-11                           | 12.4                            |

De acuerdo a la tabla 14, la muestra base presenta un coeficiente de permeabilidad de 8.27E-11 m/s, al cual se le añade fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4%, lo que genera el incremento progresivo de la permeabilidad, en un 9.79% y 14.87% respectivamente, además que la profundidad de penetración aumenta en 9.8% para 2% y 21.57% para 4% de fibra.

Las figuras 37 y 38, muestran la tendencia de incremento del coeficiente de permeabilidad y profundidad de penetración de acuerdo al aumento del porcentaje de 0% a 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada.

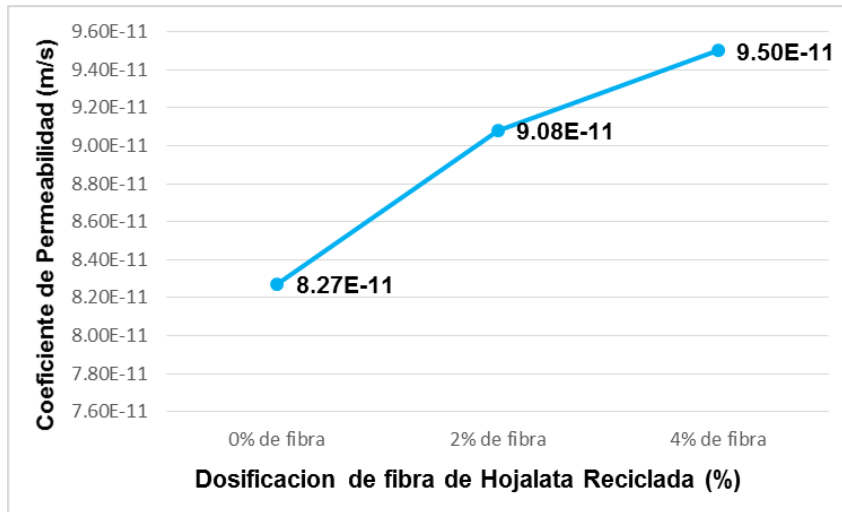


Figura 36: Coeficiente de Permeabilidad según dosificación

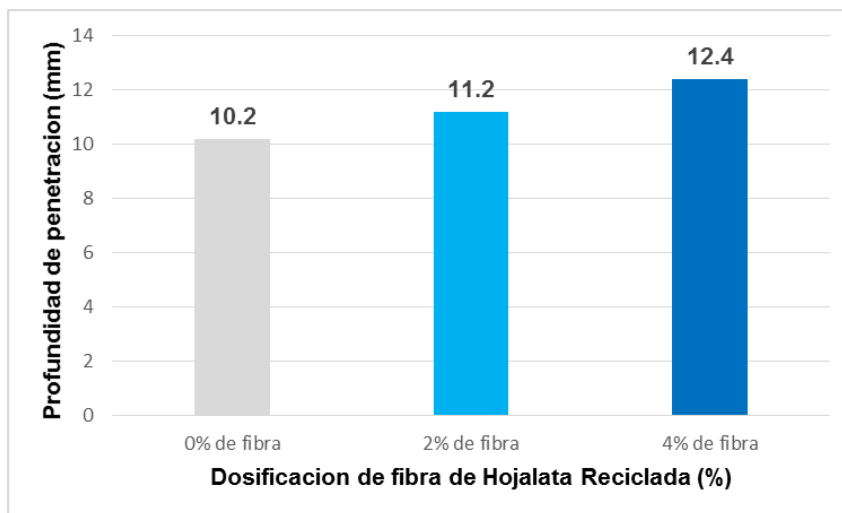


Figura 37: Profundidad de Penetración según dosificación

#### 4.3.2.1 Contrastación de Hipótesis.

Los resultados muestran que la permeabilidad incrementa progresivamente de acuerdo al aumento de la adición de fibra en 2% y 4%, por lo que queda demostrado que las fibras de hojalata reciclada incrementan la permeabilidad del concreto para pavimento rígido de  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022.

### 4.3.3 Resistencia a la compresión

Esta prueba se aplicó en 27 testigos cilíndricos, en un periodo de 7, 14 y 28 días después de su elaboración, aplicando el ensayo de compresión simple de acuerdo a lo dispuesto en la NTP 339.034:2008 (2013) HORMIGON, obteniendo los siguientes resultados:



Figura 38: Ensayo de Resistencia a esfuerzo de compresión

Tabla 15: Resistencia a compresión de briquetas a los 28 días

| BRIQUETA | PORCENTAJE % | RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup> | PROMEDIO Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------|--------------|--------------------------------|-----------------------------|
| B1       | 0 % de fibra | 287                            | 280.6                       |
| B2       | 0 % de fibra | 283                            |                             |
| B3       | 0 % de fibra | 271.7                          |                             |
| B4       | 2 % de fibra | 285.6                          | 305.7                       |
| B5       | 2 % de fibra | 330.5                          |                             |
| B6       | 2 % de fibra | 300.9                          |                             |
| B7       | 4 % de fibra | 333.5                          | 323.9                       |
| B8       | 4 % de fibra | 317.1                          |                             |
| B9       | 4 % de fibra | 321.1                          |                             |

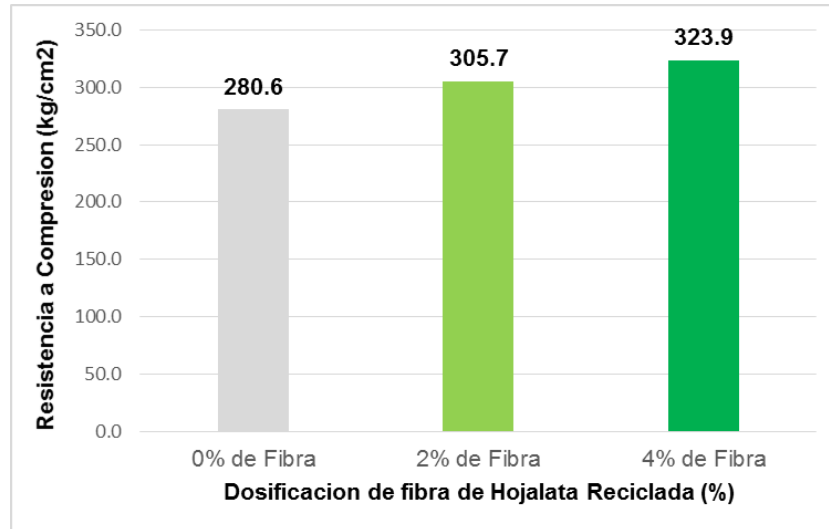


Figura 39: Resistencia a compresión de briquetas según dosificación de fibra.

De acuerdo a la tabla 15, las probetas base presenta aproximadamente 280.6 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, y añadiéndole 2% y 4% de fibra de hojalata reciclada, genera el aumento progresivo de la resistencia, de 8.95% con la adición de 2% de fibras de hojalata reciclada hasta 15.44% con la adición de 4% de fibras de hojalata reciclada. La figura 39, muestra la tendencia de crecimiento proporcional de la resistencia a esfuerzos de compresión de acuerdo al aumento del porcentaje de fibra de hojalata reciclada.

#### 4.3.3.1 Contratación de hipótesis.

Primeramente realizamos la prueba de normalidad a los datos de la tabla 15 mediante el test de Shapiro-Wilk, debido a que tenemos 9 registros, según la tabla 16 el grado de significancia de la dosificación es menor al 5% y de la resistencia a la compresión es mayor al 5%, por lo que los datos no siguen una distribución normal y aplicaremos una prueba de correlación no paramétrica.

Tabla 16: Prueba de normalidad de resistencia a la compresión

|                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| DOSIFICACION      | ,209                            | 9  | ,200* | ,823         | 9  | ,037 |
| RESIST_COMPRESION | ,208                            | 9  | ,200* | ,916         | 9  | ,358 |



Seguidamente planteamos las siguientes hipótesis:

- H0: las fibras de hojalata no influyen en la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto
- H1: las fibras de hojalata si influyen en la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto.

Procesamos los registros a través de la prueba no paramétrica de Rho de Spearman y se obtiene que el nivel de significancia o P valor es menor al 0.05 o 5%, por tanto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 17: Prueba de Correlaciones de resistencia a la compresión

|                 |                   |                             | DOSIFICACION | RESIST_COMPRESION |
|-----------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|
| Rho de Spearman |                   | Coefficiente de correlación | 1,000        | ,791*             |
|                 | DOSIFICACION      | Sig. (bilateral)            | .            | ,011              |
|                 |                   | N                           | 9            | 9                 |
|                 | RESIST_COMPRESION | Coefficiente de correlación | ,791*        | 1,000             |
|                 |                   | Sig. (bilateral)            | ,011         | .                 |
|                 |                   | N                           | 9            | 9                 |

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Finalmente según la tabla 17, con un nivel de confianza de 98%, el coeficiente de correlación de Spearman es **Rho= 0.791**, y según la figura 40 podemos afirmar que dichas variables presentan una correlación positiva fuerte, por lo que queda demostrado que Las fibras de hojalata reciclada incrementa la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022.

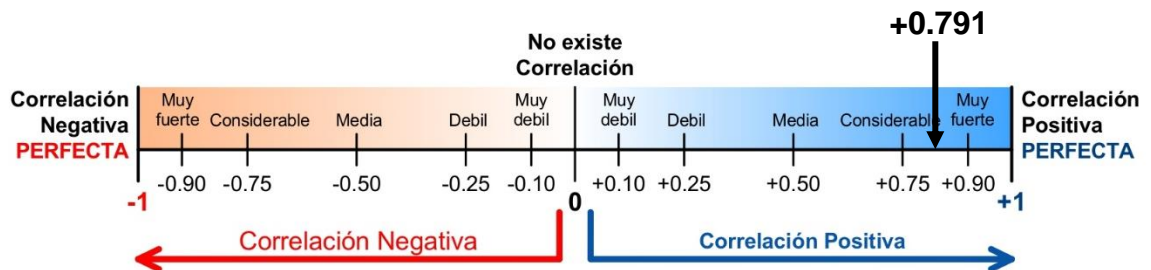


Figura 40: Coeficiente de correlación según Spearman (Hernandez Et Al, 2014)

#### 4.3.4 Resistencia a la flexión

Este ensayo se aplicó en 27 vigas, en un periodo de 7, 14 y 28 días después de su elaboración, mediante el ensayo de resistencia a la flexión del concreto de acuerdo a la norma NTP 339.059 HORMIGÓN. Obteniendo lo siguientes resultados:



Figura 41: Ensayo de resistencia a la flexión de Vigas

Tabla 18: Resistencia a la flexión de vigas a los 28 días

| VIGA | DISIFICACION | RESISTENCIA A FLEXION (MR) |      | PROMEDIO (Mpa) |
|------|--------------|----------------------------|------|----------------|
|      |              | Kg/cm2                     | Mpa  |                |
| V1   | 0% de fibra  | 42.35                      | 4.15 | 4.26           |
| V2   | 0% de fibra  | 45.53                      | 4.47 |                |
| V3   | 0% de fibra  | 42.35                      | 4.15 |                |
| V4   | 2% de fibra  | 43.94                      | 4.31 | 4.46           |
| V5   | 2% de fibra  | 46.63                      | 4.57 |                |
| V6   | 2% de fibra  | 45.76                      | 4.49 |                |
| V7   | 4% de fibra  | 45.07                      | 4.42 | 4.60           |
| V8   | 4% de fibra  | 47.37                      | 4.65 |                |
| V9   | 4% de fibra  | 48.19                      | 4.73 |                |

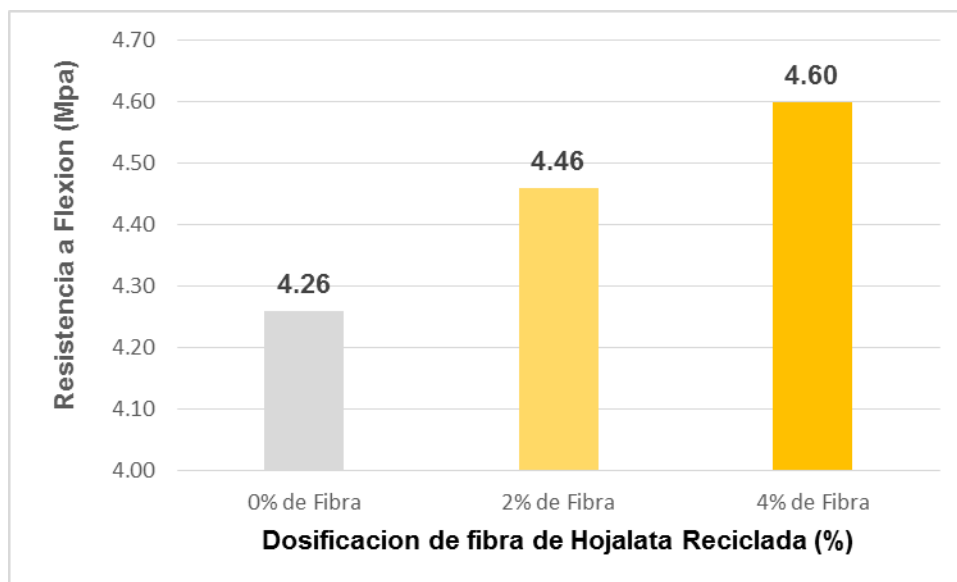


Figura 42: Resistencia a la flexión de vigas según dosificación

De acuerdo a la tabla 18, las probetas base presenta una resistencia a la flexión de 4.26 Mpa, al cual se le añade fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4%, lo que genera el aumento progresivo de la resistencia a la flexión, en un 4.69% con la adición de 2% de fibras de hojalata reciclada, y en un 8.06% con la adición de 4% de fibras de hojalata reciclada. La figura 42, muestra la tendencia de mejoramiento de la resistencia a la flexión de manera proporcional de acuerdo al aumento del porcentaje de fibra de hojalata reciclada.

#### 4.3.4.1 Contrastación de hipótesis.

Primeramente realizamos la prueba de normalidad a los datos de la tabla 18 mediante el test de Shapiro-Wilk, debido a que tenemos 9 registros, según la tabla 10, el grado de significancia de la dosificación es menor al 5% y del SLUMP es mayor al 5%, por lo que los datos no siguen una distribución normal y aplicaremos una prueba de correlación no paramétrica.

Tabla 19: Pruebas de normalidad de resistencia a flexión.

|               | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|---------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|               | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| DOSIFICACION  | ,209                            | 9  | ,200* | ,823         | 9  | ,037 |
| RESIS_FLEXION | ,143                            | 9  | ,200* | ,945         | 9  | ,634 |

Seguidamente planteamos las siguientes hipótesis:

- H0: las fibras de hojalata no influyen en la resistencia a la flexión del concreto.
- H1: las fibras de hojalata si influyen en la resistencia a la flexión del concreto.

Procesamos los registros a través de la prueba no paramétrica de Rho de Spearman y se obtiene que el nivel de significancia bilateral o P valor es menor al 0.05 o 5%, por tanto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 20: Prueba de Correlación de resistencia a flexión

|                 |               |                            | DOSIFICACION      | RESIS_FLEXION     |
|-----------------|---------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Rho de Spearman | DOSIFICACION  | Coeficiente de correlación | 1,000             | ,688 <sup>*</sup> |
|                 |               | Sig. (bilateral)           | .                 | ,040              |
|                 |               | N                          | 9                 | 9                 |
|                 | RESIS_FLEXION | Coeficiente de correlación | ,688 <sup>*</sup> | 1,000             |
|                 |               | Sig. (bilateral)           | ,040              | .                 |
|                 |               | N                          | 9                 | 9                 |

Finalmente según la tabla 20, con un nivel de confianza de 96%, el coeficiente de correlación de Spearman es **Rho= 0.688**, y según la figura 43 podemos afirmar que dichas variables presentan una correlación positiva considerable, por lo que queda demostrado que las fibras de hojalata reciclada incrementa la resistencia a esfuerzos de flexión del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco – 2022.

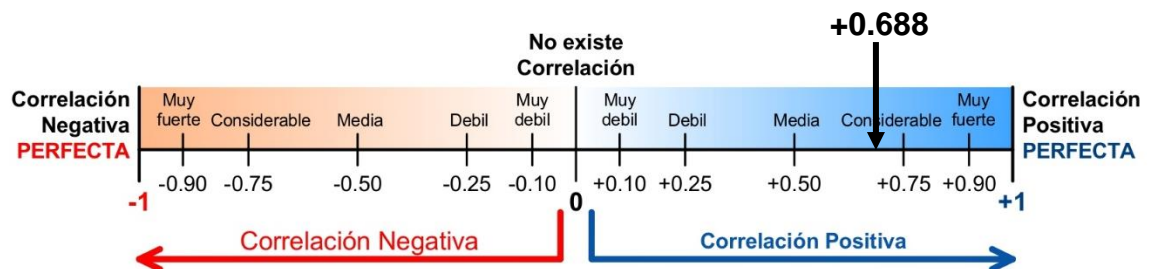


Figura 43: Coeficiente de correlación según Spearman (Hernandez Et Al, 2014)

## **V. DISCUSSION**

### **5.1 Trabajabilidad.**

Shewalul (2021), en su artículo **“Experimental study of the effect of waste steel scrap as reinforcing material on the mechanical properties of concrete”**. Realizo el ensayo de asentamiento y determino la trabajabilidad del concreto utilizando un modelo de regresión lineal, lo que resultó en una reducción del SLUMP de 65mm a 12 mm añadir 0% y 1.5% de chatarra de acero. Mientras tanto, en este estudio se obtuvieron resultados similares y se demostró que el asentamiento se redujo gradualmente al adicionar fibra de hojalata reciclada, generando que disminuya de 79 mm con 0% a fibra a 67 mm con 2% de fibra y a 33mm con un 4% de fibra, entonces la disminución del SLUMP es producido por las características físico mecánicas de las fibras de hojalata reciclada, reduciendo la trabajabilidad de la mezcla.

### **5.2 Permeabilidad.**

Ding, Li y Zhang (2018), en su investigación titulada **“Quantitative analysis of macro steel fiber influence on crack geometry and water permeability of concrete”**, analizaron 3 muestras con 25, 35 y 55 kg/m<sup>3</sup>, a través de la prueba de permeabilidad, para evaluar la correlación entre la permeabilidad del concreto y las macro fibras de acero, obteniendo que el coeficiente de permeabilidad disminuyo aproximadamente en 56%, 71% y 84% respecto a la muestra base. No obstante, en esta investigación, la muestra base presenta un coeficiente de permeabilidad de 8.27E-11 m/s, al cual se le añade fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4%, lo que genera el incremento progresivo de la permeabilidad, en un 9.79% y 14.87% con la adición de 2% y 4% de fibras de hojalata reciclada y consecuentemente se observa que la profundidad de penetración aumenta en 9.8% para 2% y 21.57% para 4% de fibra.

### **5.3 Resistencia a la compresion.**

Ekah, Emeruwa (2020) en su artículo Experimental **“Analysis of the Mechanical Properties of Tin fibers on Concrete”** Después de una prueba

de compresión, notó que la resistencia a la compresión disminuyó de 34.9 Mpa a 27.32 Mpa y 24.51 Mpa, en el caso de las dosificaciones de 0%, 2% y 3%. Por otra parte Malek Et Al (2021) en la investigación "Effect of Metal Lathe Waste Addition on the Mechanical and Thermal Properties of Concrete", tuvieron el objetivo de analizar la influencia de añadir residuos metálicos de tornos, en las propiedades mecánicas y térmicas del concreto, donde agregaron residuos metálicos en reemplazo del agregado fino en cantidades del 5%, 10% y 15% respecto al cemento, donde sus resultados mostraron el aumento lineal de 13.9%, 20.8% y 36.3% de la resistencia a la compresión en comparación del concreto simple. Similarmente, los resultados de esta investigación mostraron el incremento que la resistencia a la compresión. Obteniendo resistencias de 280.6, 305.7 y 323.9 Kg/cm<sup>2</sup> para dosificaciones de 0%, 2% y 4%, aumentando hasta un 15.44% con un 4% de fibra. Esto se debe al aumento de tenacidad del concreto y la adherencia de las fibras de hojalata reciclada.

#### **5.4 Resistencia A La Flexión.**

Channa y Saand (2021), en su investigación "Mechanical Behavior of Concrete Reinforced with Waste Aluminium Strips", evaluaron el comportamiento mecánico del concreto con adición de residuos de aluminio, mediante ensayos de resistencia a la tracción y flexión de 18 testigos cilíndricos y 18 testigos prismáticos, y obtuvieron resultados donde la flexión aumenta óptimamente hasta 18.50% con 4% de residuos de aluminio y con una dosificación de 5% la resistencia disminuye. Paralelamente esta investigación obtuvo resultados semejantes, donde el concreto con 2% de fibra de hojalata reciclada alcanza una resistencia de 4.69% y el concreto con 4% de fibra de hojalata reciclada aumenta en 8.06% por encima del concreto patrón. Estos resultados se deben a la adherencia entre el concreto y las fibras mejorando la resistencia a la flexión lo que evita la aparición de grietas sobre el tramo de corte desde ambos lados de la viga.

## **VI. CONCLUSIONES**



- En esta investigación se determinó que la adición de fibra de hojalata reciclada influye negativamente en la trabajabilidad del concreto, los resultados muestran la respuesta del Slump ante la adición de fibra de hojalata reciclada y manifiesta una importante pérdida de trabajabilidad, disminuyendo de 79 mm hasta 33 mm de Slump con el 4 % de fibra de hojalata reciclada. Sin embargo el Slump resultante se encuentra dentro de los límites permitidos de Slump normativos en el diseño de pavimentos y losas.
- Los resultados mostraron la influencia positiva de la adición de fibras de hojalata reciclada en el concreto, pues la permeabilidad aumento en 9.79% y 14.87% respecto a la muestra patrón al añadir 2% y 4% de fibra respectivamente, además que la profundidad de penetración aumenta en 9.8% para 2% y 21.57% para 4% de fibra de hojalata reciclada.
- También se determinó que la adición de fibra de hojalata reciclada tuvo una influencia positiva en la resistencia a esfuerzos de compresión, incrementando la resistencia del concreto patrón en un 15.44% al añadir un 4% de fibra de hojalata reciclada, alcanzando 323.9 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión; según el manual de carreteras este resultado soporta tráfico pesado mayores a 5'000,000 EE.
- Los resultados mostraron una influencia es positiva de las fibras de hojalata reciclada al concreto frente al ensayo de resistencia a la flexión, pues la adición de fibras de hojalata reciclada en un 4%, incrementan la resistencia a los esfuerzos de flexión hasta un 8.06% respecto al concreto patrón. Superando el rango de tráfico pesado diseñado por lo que esta resistencia del concreto soporta tráfico mayores a los 15'000,000 EE (Ejes Equivalentes).

- Finalmente, en esta investigación se demostró que la fibra de hojalata reciclada influye de manera significativa en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Los resultados obtenidos muestran que la trabajabilidad disminuyó de 79 mm con 0% hasta 33mm con un 4% de fibra, la permeabilidad aumento en 9.79% y 14.87% respecto a la muestra patrón, mientras que la resistencia a esfuerzos de compresión alcanzo 280.6 K/cm<sup>2</sup>, 305.7 Kg/cm<sup>2</sup> y 323.9 Kg/cm<sup>2</sup>, aumentando hasta un 15.43% con un 4% de fibra, y la resistencia a esfuerzos de flexión aumento en un 4.69%y 8.06% para 2% y 4% de fibra respectivamente. Concluyéndose que la dosificación de mayor influencia es 4% de fibra de hojalata reciclada.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- La adición de fibras de hojalata redujo la trabajabilidad, Por lo tanto, se recomienda agregar un plastificante de clase A (Aditivos Reductores de Agua), para aumentar el Slump sin modificar el contenido de agua.
- Concerniente al incremento de la permeabilidad del concreto, se recomienda no incorporar fibras de hojalata reciclada, a concretos que estén en contacto directo y permanente con el agua, pues afectarían a la durabilidad del concreto.
- Debido al incremento de la resistencia a compresión se recomienda la adición de fibras de hojalata reciclada en concreto para elementos viales no estructurales, complementarios al pavimento rígido, ya que permitirá mejorar su resistencia y durabilidad.
- Por otro lado, debido al incremento de la resistencia a la flexión, se recomienda el uso de fibras de hojalata reciclada para el control preventivo de agrietamientos de los pavimentos rígidos, generados por la sobrecarga de uso o factores medioambientales, ya que la tenacidad del concreto, aumenta directamente proporcional al aumento proporcional de las fibras de hojalata reciclada.
- En esta investigación, los resultados de los ensayos sobre testigos con la adición de fibras de hojalata reciclada en un 2% y 4% respecto al peso del cemento, no ha permitido determinar la máxima influencia en las propiedades del pavimento, por lo que se recomienda realizar estudios con dosificaciones superiores para determinar la dosificación óptima de fibra de hojalata reciclada que permita obtener los mejores resultados.

## REFERENCIAS

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, *ACI 325.9r-15 Guide for Construction of Concrete Pavements*, [en línea]. Estados Unidos: 2015, 62 pp. [consulta: 24 marzo 2022]. ISBN: 978-1-942727-31-6. Disponible en: <https://cecollection2.files.wordpress.com/2020/05/325.9r-15-guide-for-construction-of-concrete-pavements.pdf>.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, *ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete*, [en línea]. Estados Unidos: 2010, 44 pp. [consulta: 23 marzo 2022]. ISBN 978-0-87031-364-6. Disponible en: <https://cecollection2.files.wordpress.com/2020/05/522r-10-report-on-pervious-concrete.pdf>.
- ARIAS, Fidias, *El proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica*, 6ta edición. Venezuela: Episteme, 2012, 138 pp. ISBN: 980-07-8529-9.
- BERNAL, Cesar, *Metodología de la investigación, Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales*, 4ta edición, Colombia: Pearson, 2016, 400 pp. ISBN: 978-958-699-309-8.
- CABRERA, Fernando Andres, *Caracterización de las propiedades mecánicas y del desempeño de una hojalata colaminada con recubrimientos poliméricos*, [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Chile: Universidad Austral de Chile, 2003, 107 pp. [consulta: 13 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/185515>.
- CEMEX, *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?*, [en línea], Peru: 05 abril 2019, [consulta: 25 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/-por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.
- CHANNA, Imran Ali y SAAND, Abdullah. *Mechanical Behavior of Concrete Reinforced with Waste Aluminium Strips*, *Civil Engineering Journal* [en línea], Pakistan: 2021, Vol. 7, pp. 1169-1182, [consulta: 12 Diciembre 2021]. E-ISSN: 2476-3055, ISSN: 2676-6957, Disponible en: <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2021-03091718>.

- DING, Yining, LI, Dong y ZHANG, Yulin, Quantitative analysis of macro steel fiber influence on crack geometry and water permeability of concrete, *Composite Structures*, [en línea]. 2018, vol.187, pp. 325-335, [consulta: 23 marzo 2022] ISSN 0263-8223, Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822317331392>.
- DUTTA, Susom, SAMUI, Pijush y KIM Dookie, Comparison of machine learning techniques to predict compressive strength of concrete, *Computers and Concrete*, [en línea]. India: 2018, vol. 21, No. 4, pp.463-470. [consulta: 25 marzo 2022]. ISSN: 1598-8198 (Print), 1598-818X (Online). Disponible en: <https://doi.org/10.12989/cac.2018.21.4.463>.
- EKAH, U.J. y EMERUWA, C. Analysis of the Mechanical Properties of Tin fibers on Concrete, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, [en línea], Nigeria, 2020. Vol. 17, pp. 64-69. [consulta: 3 Diciembre 2021] e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Disponible en:
  - <https://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/vol17-issue1/Series-4/I1701046469.pdf>.
- FIBRATEC. *Fibras de vidrio AR álcali-resistentes* [en línea]. Argentina: 2011, 14 pp. [consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <https://fibratec.ar/documentos-y-descargas/>.
- FLOR, Gino, Et Al, Determinación de cantidad óptima de Fibra de Acero para la elaboración de Hormigón de Cemento Portland para losas de Pavimentos Rígidos, *Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities*, [en línea].Jamaica: 2019, 10 pp. [consulta: 21 enero 2022]. ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.363>.
- GALLARDO, Eliana Esther, *Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo*, [en línea].1ra. edición digital. Huancayo: Universidad Continental, 2017, 98 pp. . [consulta: 12 diciembre 2021]. ISBN electrónico n.º 978-612-4196-. Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/>.

- GARCEZ, Hugo, *investigación científica*, Ecuador: Abya-Yala, 2000. 198 pp. ISBN: 9978-04-641-0.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar, *Metodología de la investigación*, 6ta edición, México: McGRAW-HILL, 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, *Producción Nacional*. [en línea]. Perú: 2021, **11**(64), [consulta: 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/11-informe-tecnico-produccion-nacional-set-2021.pdf>.
- JABAL, Qusay Abdulhameed y MUWASHEE, Rawa, Investigating the Behavior of Concrete and Mortar Reinforced with Aluminum Waste Strips, *International Journal of Engineering & Technology*, [en línea]. Iraq: 2018, vol. 7, no 4.37, pp. 211-213. [consulta: 23 marzo 2022] Disponible en: [https://www.academia.edu/41467328/Investigating\\_the\\_Behavior\\_of\\_Concrete\\_and\\_Mortar\\_Reinforced\\_with\\_Aluminum\\_Waste\\_Strips?from=cover\\_page](https://www.academia.edu/41467328/Investigating_the_Behavior_of_Concrete_and_Mortar_Reinforced_with_Aluminum_Waste_Strips?from=cover_page).
- KHAJURIA, Azad y SHARMA, Puneet, Use of Plastic Aggregates in Concrete, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, [en línea]. India: 2019, vol. 9, pp. 4406-4412. [consulta: 24 marzo 2022]. ISSN: 2278-3075. Disponible en: <https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v9i1/A5088119119.pdf>.
- LIEW, K.M., AKBAR, Arslan, The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete, *Construction and Building Materials*. [en línea]. 2020, vol. 232, 117232–117252. [consulta: 22 marzo 2022]. ISSN 0950-0618, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117232>.
- LI, Leo Gu Et Al, Experimental Study on Porosity, Permeability and Strength of Pervious Concrete, [en línea]. China: 2021, 26 pp. [consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-442398/v1>.
- MAŁEK, Marcin, Effect of Metal LatheWaste Addition on the Mechanical and Thermal Properties of Concrete, *Materials* [en línea]. Polonia, 2021, vol. 14, 19 pp. [consulta: 3 Diciembre 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma14112760>.

- MASÍAS, Kimberly Alisson, Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso, [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2018, 119 pp. [consulta: 25 marzo 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3484>.
- MERLI, Roberto Et Al, Recycled Fibers in Reinforced Concrete: a systematic literature review, *Proceedings of the 19th European Roundtable for Sustainable Consumption and Production Circular Europe for Sustainability: Design, Production and Consumption*, [en línea]. 2019, Spain, 669 pp. 363-374 [consulta: 22 marzo 2022]. ISBN: 978-84-09-16893-4. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/176303>.
- MILLER, Sabbie A., HORVATH, Arpad y MONTEIRO, Paulo J. M. Impacts of booming concrete production on water resources worldwide, *Nature Sustainability*, [en línea]. 2018, vol.1, pp. 69–76. [consulta: 12 diciembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0009-5>.
- MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO, *Guía de Envases y embalajes*, [en línea]. Lima: 2009, 1ra edición, 51 pp. [consulta: 12 diciembre 2021] Disponible en: [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs\\_taller/talleres\\_2/42.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs_taller/talleres_2/42.pdf).
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Manual de ensayo de materiales, [en línea].lima: 2016, 1269 pp. [consulta: 06 diciembre 2021]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf).
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, *Manual de Carreteras, suelos geología, geotecnia y Pavimentos, sección suelos y pavimentos*, [en línea].lima: 2014, 301 pp. [consulta: 25 diciembre 2021]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf).



- MINISTERIO DEL AMBIENTE, El camino hacia un Perú limpio, [en línea]. Lima, Perú: 2020, 1 p. [consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/1277724-el-camino-hacia-un-peru-limpio>.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, Sistema Nacional de Información Ambiental, Cusco, *Reporte Estadístico Departamental – Agosto 2021*, [en línea], Lima, Perú: 2021, 18 pp. [consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/cusco-report-e-estadistico-departamental-agosto-2021>.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, *Norma E.060 concreto armado, Reglamento Nacional de Edificaciones*, [en línea]. 1ra. edición digital. Perú: SENCICO, 2020, 205 pp. . [consulta: 12 diciembre 2021]. ISBN: 978-612-48427-4-0. Disponible en: [www.gob.pe/sencico](http://www.gob.pe/sencico).
- MOHSEN, Mohamed O., Carbon Nanotube Effect on the Ductility, Flexural Strength, and Permeability of Concrete, *Journal of Nanomaterials*, [en línea]. Qatar: 2019, vol. 2019, 11 pp. [consulta: 25 marzo 2022]. ID 6490984, Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jnm/2019/6490984/>.
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO, *Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023*. [en línea]. Cusco: 2013, pp. 296-435, [consulta: 10 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.cusco.gob.pe/wp-content/uploads/2015/05/2-6-componente-fisico-construido.pdf>.
- MUÑOZ, María Et Al, Los Envases de Hojalata (Metal), *Semilla Científica*, [en línea]. Panamá: 2021, **2**(479), pp.119-128. [consulta: 24 marzo 2022]. ISSN: 2710-7574 ISSN-E: L2710-7574. Disponible en: <https://repositorio.umecit.edu.pa/handle/001/4614>.
- NAVA, Mario C.O. y RODRIGUEZ, Edgar, *Colocación del Concreto Bajo Clima Caluroso*. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Mexico: Universidad de Sonora, 2001, 116 pp. [consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12984/3276>.

- OAN, Ahmed Faisal, An Investigation on Using Pop-cans Wastes Fibers on the Mechanical Properties of Concrete, *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)*, [en línea]. Egipto: 2019, vol. 8, pp. 74-78, [consulta: 23 marzo 2022]. ISSN 2278-2540. Disponible en: [www.ijltemas.in/DigitalLibrary/Vol.8Issue5/74-78.pdf](http://www.ijltemas.in/DigitalLibrary/Vol.8Issue5/74-78.pdf).
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), *La Nueva Agenda Urbana*. [en línea]. Nairobi: 2020, 174 pp. [consulta: 22 marzo 2022]. HS Number: HS/035/20E / ISBN Number: (Volume) 978-92-1-132869-1. Disponible en: <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Nueva-Agenda-Urbana-Ilustrada.pdf>.
- ORTIZ, Segundo. *Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>*. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015, 182 pp. [consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/636>.
- POLO, Joel, RISCO, Jonathan Jesus, Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018, [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2018, 146 pp. [consulta: 13 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/68>.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, Diccionario de la lengua Española, [en línea], Disponible en: <https://dle.rae.es/reciclar?m=form>. [consulta: 05 enero 2022].
- SHEWALUL, Yohannes Wekina . “Experimental study of the effect of waste steel scrap as reinforcing material on the mechanical properties of concrete”, *Case Studies in Construction Materials*. [en línea], Etiopia, 2021. Vol. 14, 9 pp. [consulta: 03 enero 2022]. e00490, ISSN 2214-5095, Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450952100005X>.
- SIKA PERU S.A., *Concreto reforzado con fibras*, [en línea]. Lima: 2011, 28 pp. [consulta: 12 diciembre 2021]. ISSN-0122-0594 Disponible en: <https://per.sika.com/es/descargas-tecnicas.html>.

- SINGH, Priyanka y SHAH, Niraj D., An experimental investigation on sustainable concrete with flyash and steel fibers, *International Journal of Civil Engineering and Technology*. [en línea]. 2018, vol. 9, pp. 1131-1140, [consulta: 22 marzo 2022]. ISSN Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316, Disponible en: <http://www.iaeme.com/ijciyet/issues.asp?JType=IJCIE&VType=9&IType=6>.
- SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS, Instituto de Estudios Económicos y Sociales, *Industria de la hojalata y lámina cromada*, [en línea], Lima, Perú: 2016, **08**(15). [consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: <https://sni.org.pe/setiembre-2016-industria-la-hojalata-lamina-cromada/>.
- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, *Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales*, [en línea]. Lima: Vicerrectorado de Investigación - UCV, 2020, 37 pp. [consulta: 09 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/>.
- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, *Referencias estilo ISO 690 y 690-2, Adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO)*, [en línea]. Lima: Fondo Editorial UCV, 2017, 34 pp. [consulta: 11 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-antenor-orrego/ingenieria-civil/manual-iso-ucv-calidad/13926152>.
- VÉLEZ, Ligia M., Permeabilidad y Porosidad en Concreto, *Tecno Lógicas*, [en línea]. Colombia: 2010, num. 25, pp. 169-187. [consulta: 24 marzo 2022]. ISSN: 0123-7799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234320010>.
- WIJATMIKO, Indradi, WIBOWO, Ari y NAINGGOLAN Christin Remayanti, Strength characteristics of wasted soft drinks can as fiber reinforcement in lightweight concrete, *GEOMATE Journal* [en línea]. Japan, 2019, **17**(60), pp. 31–36. [consulta: 23 marzo 2022]. ISSN (print) :2186-2982, ISSN (online): 2186-2990, Disponible en: <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/351>.
- WINTERBERG, Ralf, 2008. *Los refuerzos del concreto*. [en línea]. Disponible en: [www.imcyc.com/ct2008/may08/invitado.htm](http://www.imcyc.com/ct2008/may08/invitado.htm) [consulta: 11 diciembre 2021].



## **ANEXOS**

## Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , CUSCO – 2022".**

| Problemas  | Objetivos  | Hipótesis  | Variables   |                                 | Dimensiones  | Indicadores  |  |  |
|--|--|--|---|---------------------------------|--|--|--|--|
|  |  |  | Variable Independiente  | Variable Dependiente            |  |  |  |  |
| <p>¿Influyen las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022?</p>                                   | <p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la influencia de las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>Las fibras de hojalata reciclada influyen significativamente en las propiedades del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p> | <p><b>Fibras de Hojalata Reciclada</b></p>                                    | <p>Características técnicas</p> | <p>Dimensiones de la fibra (mm)</p> <p>Resistencia a la Tracción (kg/mm<sup>2</sup>)</p> | <p>Dosificación : 0%, 2% y 4%</p>                      |  |  |
|  |  |  |   |                                 |  |  | <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar cómo influye las fibras de hojalata reciclada en la trabajabilidad del concreto para pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p> | <p>Hipótesis específicas</p> <p>Las fibras de hojalata reciclada disminuyen la trabajabilidad del concreto para pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p> |
| <p>¿Cómo influyen las fibras de hojalata reciclada en la permeabilidad del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022?</p>                             | <p>Determinar cómo influyen las fibras de hojalata reciclada en la permeabilidad del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco – 2022</p>                        | <p>Las fibras de hojalata reciclada aumentan la permeabilidad del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco – 2022.</p>  | <p>Propiedades del Pavimento Rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math></p> | <p>Propiedades Físicas</p>      | <p>Permeabilidad (um/s)</p>  | <p>Resistencia a la Compresion (kg/cm<sup>2</sup>)</p> |  |  |
| <p>¿Qué efecto tienen las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022?</p> | <p>Evaluar el efecto de las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p>    | <p>Las fibras de hojalata reciclada incrementa la resistencia a esfuerzos de compresión del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco – 2022.</p>                    |   |                                 |  |  | <p>Propiedades Mecánicas</p>   | <p>Resistencia a la flexion (kg/cm<sup>2</sup>)</p>  |
| <p>¿Qué efecto tienen las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de flexion del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022?</p>    | <p>Evaluar el efecto de las fibras de hojalata reciclada en la resistencia a esfuerzos de flexion del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p>       | <p>Las fibras de hojalata reciclada incrementa la resistencia a esfuerzos de flexion del pavimento rígido de <math>F'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Cusco - 2022</p>                        |   |                                 |  |  |  |  |

**Anexo 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE F'c=280kg/cm2, CUSCO – 2022".**

| VARIABLE INDEPENDIENTE  |  | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES                         | INDICADORES                        | ESCALA DE MEDICION |
|---|--|--|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| <p align="center"><b>Fibras de Hojalata Reciclada</b></p>   |  | <p>Según (PIQUERAS, 2017, p. 1), "son filamentos de pequeñas dimensiones, que al dispersarse en el concreto quedan plasmadas en todas las direcciones, dando como un producto resistente a la tracción, flexión, impacto, fatiga y figuración".</p>  | <p>Las fibras de hojalata reciclada con dimensiones de 45 mm de largo y 2 mm de ancho, se incluirán en la mezcla de concreto fresco de F'c=280 Kg/cm2, con diferente dosificación de 0% (base), 2% y 4%, para realizar 30 testigos cilíndricos: 10 testigos con 0% de fibra, 10 testigos con 2% de fibra y 10 testigos con 4% de fibra; además se realizará 27 testigos prismáticos: 9 testigos con 0% de fibra, 9 testigos con 2% de fibra y 9 testigos con 4% de fibra</p> | Características técnicas            | Dimensiones de la fibra (mm)       | RAZON              |
|   |  |  |  | Dosificación                        | Resistencia a la Tracción (kg/mm2) | 0%, 2% y 4%        |
| DEPENDIENTE   |  | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES                         | INDICADORES                        | ESCALA DE MEDICION |
| <p>para POLO y RISCO (2018, p. 40)</p> <p><b>Propiedades físicas.</b></p> <p>Es la propiedad medible de un material determinado, que sufre cambios y se transforman o evolucionan en un periodo temporal, no depende del tamaño de la extensión de la materia.</p> <p><b>Propiedades mecánicas.</b></p> <p>Las propiedades mecánicas de un material son características propias de su composición, que permiten diferenciar uno del otro. También hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener un material en los diferentes procesos de mecanización.</p> <p><b>Propiedades del Pavimento Rígido de F'c=280kg/cm2</b></p> |  | <p>Posterior al curado y seguimiento cuidadoso de los especímenes se realizarán los siguientes ensayos:</p> <p>Una (01) muestra de concreto fresco de diferente dosificación, se someterán al ensayo de asentamiento del concreto, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma</p> <p>Un (01) testigo cilíndrico de diferente dosificación, a los 28 días se someterán al ensayo de permeabilidad, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma</p> <p>Tres (03) testigos cilíndricos de diferente dosificación, a los 7, 14 y 28 días se someterán al ensayo de compresión simple, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma</p> <p>Tres (03) testigos prismáticos de diferente dosificación, a los 7, 14 y 28 días se someterán al ensayo de flexión, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma</p> | Propiedades Físicas  | Trabajabilidad - SLUMP (cm)         | RAZON                              |                    |
|   |  |  | Propiedades Mecánicas  | Permeabilidad (um/s)                | RAZON                              |                    |
|   |  |  |  | Resistencia a la Compresión (kg/m2) | RAZON                              |                    |
|   |  |  | Resistencia a la flexotracción (kg/m2)   | RAZON                               |                                    |                    |

## FICHA TECNICA 1

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE F'c=280kg/cm2, CUSCO – 2022".

| INDICADOR             |                     |            |          |        |                            |          | Resistencia a la Compresion |  |  |  |
|-----------------------|---------------------|------------|----------|--------|----------------------------|----------|-----------------------------|--|--|--|
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          |          |        | 0.00% m/3                  |          | F'c=280.00 kg/cm2           |  |  |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |          |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio |                             |  |  |  |
|                       |                     | Peso       | Diametro | Altura |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 1                | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 2                | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 3                | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 4                | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 5                | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 6                | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 7                | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 8                | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M1 - 9                | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
|                       |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
|                       |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          |          |        | 2.00% m/3                  |          | F'c=280.00 kg/cm2           |  |  |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |          |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio |                             |  |  |  |
|                       |                     | Peso       | Diametro | Altura |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 1                 | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 2                 | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 3                 | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 4                 | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 5                 | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 6                 | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 7                 | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 8                 | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M2- 9                 | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
|                       |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
|                       |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          |          |        | 4.00% m/3                  |          | F'c=280.00 kg/cm2           |  |  |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |          |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio |                             |  |  |  |
|                       |                     | Peso       | Diametro | Altura |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 1                | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 2                | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 3                | 7 Dias              |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 4                | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 5                | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 6                | 14 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 7                | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 8                | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| M3 - 9                | 28 Dias             |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
|                       |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
|                       |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| EXPERTO               | APELLIDOS Y NOMBRES |            |          |        |                            | CIP      | FIRMA                       |  |  |  |
| 1                     |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| 2                     |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |
| 3                     |                     |            |          |        |                            |          |                             |  |  |  |



## FICHA TECNICA 2

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , CUSCO – 2022".

| INDICADOR                      |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
|--------------------------------|---------------------|------------|-------|-------|--------|----------------------------|-----------------------------|--|
| Resistencia a la Flexotraccion |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA          |                     | =          | 0.00% |       |        | m/3                        | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |  |
| Probeta Cilindrica             | Tiempo de Curado    | Parametros |       |       |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio                    |  |
|                                |                     | Peso       | Largo | Ancho | Altura |                            |                             |  |
| M1- 1                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 2                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 3                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 4                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 5                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 6                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 7                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 8                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M1- 9                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
|                                |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
|                                |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA          |                     | =          | 2.00% |       |        | m/3                        | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |  |
| Probeta Cilindrica             | Tiempo de Curado    | Parametros |       |       |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio                    |  |
|                                |                     | Peso       | Largo | Ancho | Altura |                            |                             |  |
| M2- 1                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 2                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 3                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 4                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 5                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 6                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 7                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 8                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M2- 9                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
|                                |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
|                                |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA          |                     | =          | 4.00% |       |        | m/3                        | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |  |
| Probeta Cilindrica             | Tiempo de Curado    | Parametros |       |       |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio                    |  |
|                                |                     | Peso       | Largo | Ancho | Altura |                            |                             |  |
| M3- 1                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 2                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 3                          | 7 Dias              |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 4                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 5                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 6                          | 14 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 7                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 8                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
| M3- 9                          | 28 Dias             |            |       |       |        |                            |                             |  |
|                                |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
|                                |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
| EXPERTO                        | APELLIDOS Y NOMBRES |            |       |       |        | CIP                        | FIRMA                       |  |
| 1                              |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
| 2                              |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |
| 3                              |                     |            |       |       |        |                            |                             |  |

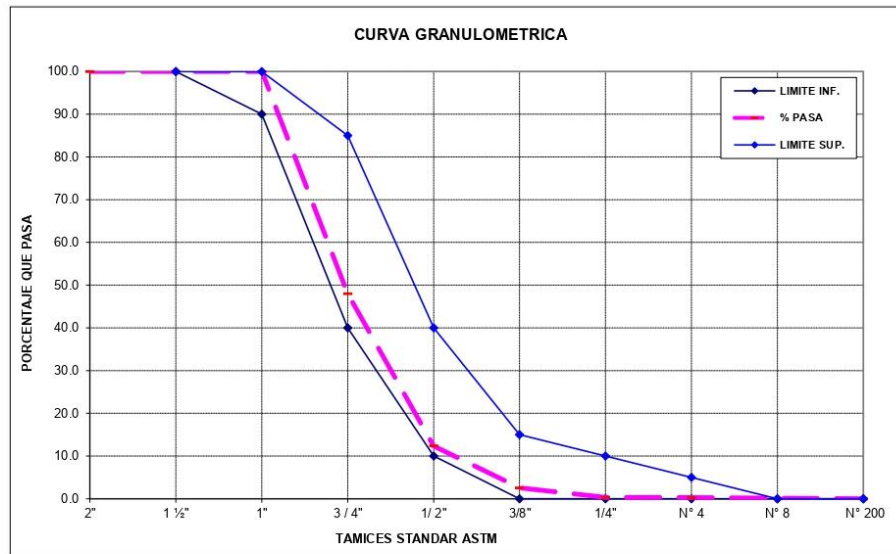
### FICHA TECNICA 3

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE F'c=280kg/cm2, CUSCO – 2022".

| INDICADOR             |                     |            |           |          |                            | ASENTAMIENTO DEL CONCRETO |  |
|-----------------------|---------------------|------------|-----------|----------|----------------------------|---------------------------|--|
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          | 0.00% m/3 |          | F'c=280.00 kg/cm2          |                           |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |           |          | Resistencia en Laboratorio | Promedio                  |  |
|                       |                     | Peso       | Altura    | Diametro |                            |                           |  |
| M1 - 1                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| M1 - 2                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| M1 - 3                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          | 2.00% m/3 |          | F'c=280.00 kg/cm2          |                           |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |           |          | Resistencia en Laboratorio | Promedio                  |  |
|                       |                     | Peso       | Altura    | Diametro |                            |                           |  |
| M2 - 1                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| M2 - 2                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| M2 - 3                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          | 4.00% m/3 |          | F'c=280.00 kg/cm2          |                           |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |           |          | Resistencia en Laboratorio | Promedio                  |  |
|                       |                     | Peso       | Altura    | Diametro |                            |                           |  |
| M3 - 1                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| M3 - 2                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| M3 - 3                | 0 Dias              |            |           |          |                            |                           |  |
| INDICADOR             |                     |            |           |          |                            | Permeabilidad             |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          | 0.00% m/3 |          | F'c=280.00 kg/cm2          |                           |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |           |          | Resistencia en Laboratorio | Promedio                  |  |
|                       |                     | Peso       | Altura    | Diametro |                            |                           |  |
| M1 - 1                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| M1 - 2                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| M1 - 3                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          | 2.00% m/3 |          | F'c=280.00 kg/cm2          |                           |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |           |          | Resistencia en Laboratorio | Promedio                  |  |
|                       |                     | Peso       | Altura    | Diametro |                            |                           |  |
| M2 - 1                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| M2 - 2                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| M2 - 3                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| DOSIFICACION DE FIBRA |                     | =          | 4.00% m/3 |          | F'c=280.00 kg/cm2          |                           |  |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado    | Parametros |           |          | Resistencia en Laboratorio | Promedio                  |  |
|                       |                     | Peso       | Altura    | Diametro |                            |                           |  |
| M3 - 1                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| M3 - 2                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| M3 - 3                | 28 Dias             |            |           |          |                            |                           |  |
| EXPERTO               | APELLIDOS Y NOMBRES |            |           |          | CIP                        | FIRMA                     |  |
| 1                     |                     |            |           |          |                            |                           |  |
| 2                     |                     |            |           |          |                            |                           |  |
| 3                     |                     |            |           |          |                            |                           |  |

## RESUMEN DE LAS PROPIEDADES GRANULOMÉTRICAS DE LA PIEDRA CHANCADA DE ¾".

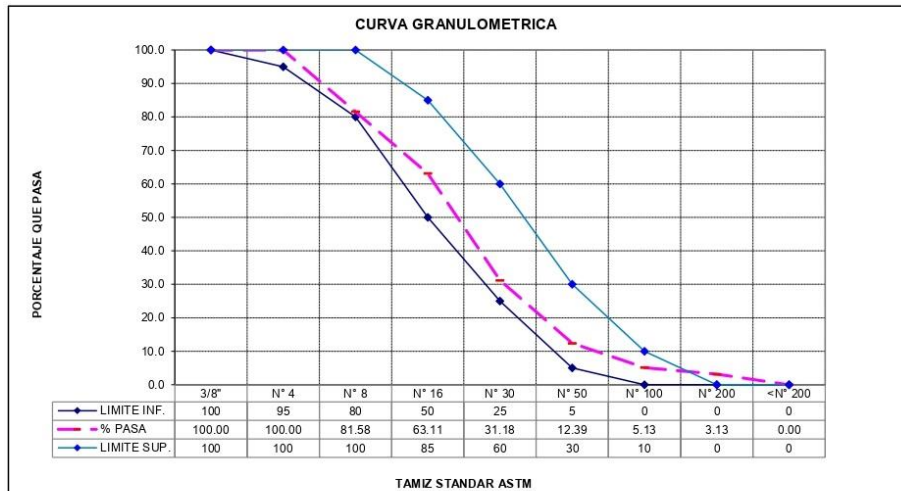
| <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GRANULOMÉTRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO</b>   |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
|---|--------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|--|-------------|-----------|
| <b>SOLICITADO:</b> ARTEMIO HUAYLLANI RODRIGUEZ.   |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| <b>OBRA:</b> "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE FC=280 KG/CM2, CUSCO - 2022". |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| <b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO  |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| <b>FECHA:</b> ENERO DE 2022   |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| <b>CANTERA:</b> HUILLQUE  |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| <b>LABORATORISTA:</b> UNITEST   |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| GRANULOMETRIA<br>Tamaño Máximo ¾"<br>NTP-400.012  |                          |                 |                            | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS |  | V. Usuales  | Calculado |
| MALLA   | PESO<br>RETENIDO<br>(gr) | RETENIDO<br>(%) | RETENIDO<br>(%)<br>ACUMUL. | PASA<br>(%)<br>ACUMUL.  |  |             |           |
|   |                          |                 |                            |                         |  |             |           |
| 2"  | 0.00                     | 0.00            | 0.00                       | 100.00                  | 1) Modulo de Fineza                        | (5,5 -8,5)  | 7.98      |
| 1 ½"  | 0.00                     | 0.00            | 0.00                       | 100.00                  | 2) Peso Especifico (gr / cm3)              | (2,4-2,8)   | 2.66      |
| 1"  | 0.00                     | 0.00            | 0.00                       | 100.00                  | 3) Peso Unitario Suelto (Kg / m3)          | (1300-1800) |           |
| ¾"  | 2,126.71                 | 52.00           | 52.00                      | 48.00                   | 4) Peso Unitario Compactado (Kg / m3)      | (1400-1900) | 1,474     |
| 1/2"  | 1,457.76                 | 35.64           | 87.65                      | 12.35                   | 5) (% de Humedad)                          | (0,0-2,0)   | 0.71      |
| 3/8"  | 401.61                   | 9.82            | 97.47                      | 2.53                    | 6) (% de Absorsión)                        | (0,2-4,0)   | 1.11      |
| 1/4"  | 90.09                    | 2.20            | 99.67                      | 0.33                    | <b>DESGASTE</b>                            |             |           |
| N° 4  | 2.58                     | 0.06            | 99.73                      | 0.27                    | Máximo                                     |             | Calculado |
| N° 8  | 5.62                     | 0.14            | 99.87                      | 0.13                    | 1) Abrasión - Maquina de los Angeles       | 35%         | 20.41     |
| N° 200  | 5.34                     | 0.13            | 100.00                     | 0.00                    | <b>OBSERVACIONES</b>                       |             |           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>4,089.71</b>          | <b>100.00</b>   |                            |                         | Material proporcionado por el solicitante. |             |           |



**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES  
 CIP N° 184003

## RESUMEN DE LAS PROPIEDADES GRANULOMÉTRICAS DE LA ARENA GRUESA.

| GRANULOMETRIA<br>NTP-400.012  |                    |              |                      |                  | CARACTERISTICAS FISICAS                                      |  | Calculado |
|---|--------------------|--------------|----------------------|------------------|--|--|-----------|
| SOLICITADO: ARTEMIO HUAYLLANI RODRIGUEZ.  |                    |              |                      |                  | 1) Modulo de Fineza (2,3 -3,1) 3.01                          |  |           |
| OBRA: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE F'C=280 KG/CM2, CUSCO - 2022". |                    |              |                      |                  | 2) Peso Especifico (gr / cm3) (2,4-2,8) 2.67                 |  |           |
| FECHA: ENERO DE 2022  |                    |              |                      |                  | 3) Peso Unitario Suelto (kg / m3) (1400 -1800)               |  |           |
| UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO   |                    |              |                      |                  | 4) Peso Unitario Compactado (kg / m3) (1500-1900) 1,797      |  |           |
| CANTERA: HUAMBTIO   |                    |              |                      |                  | 5) (%) de Humedad (0,0-10) 8.15                              |  |           |
| LABORATORISTA: UNITEST  |                    |              |                      |                  | 6) (%) de Absorsión (0,2-2,0) 2.68                           |  |           |
| MALLA   | PESO RETENIDO (gr) | (%) RETENIDO | (%) RETENIDO ACUMUL. | (%) PASA ACUMUL. | LIMITES PARA SUSTANCIAS                                      |  | ASTM-C33  |
| 3/8"  | 0.00               | 0.00         | 0.00                 | 100.00           | PERJUDICIALES EN AGREG. FINO                                 |  | Máximo    |
| N° 4  | 0.00               | 0.00         | 0.00                 | 100.00           | 1) Lentes de arcilla y partículas desmenuz.                  |  | 3%        |
| N° 8  | 205.96             | 18.42        | 18.42                | 81.58            | 2) Material menor a la malla N°200 (a)                       |  | 3% a 5%   |
| N° 16   | 206.46             | 18.47        | 36.89                | 63.11            | OBSERVACIONES:<br>Material proporcionado por el solicitante. |  |           |
| N° 30   | 356.95             | 31.93        | 68.82                | 31.18            |  |  |           |
| N° 50   | 210.10             | 18.79        | 87.61                | 12.39            |  |  |           |
| N° 100  | 81.13              | 7.26         | 94.87                | 5.13             |  |  |           |
| N° 200  | 22.31              | 2.00         | 96.87                | 3.13             |  |  |           |
| <N° 200   | 35.03              | 3.13         | 100.00               | 0.00             |  |  |           |
| TOTAL   | 1,117.94           | 100.00       |                      |                  | (a) 3% para Concreto sujeto a abrasión y 5% para los demas   |  |           |



**OBSERVACIONES:**  
La fracción fina del material debe ser obtenida por zarandeo en malla 3/16"

PANEL FOTOGRAFICO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO:



## 6. RESULTADOS

### 6.1 ENSAYO DE COMPRESION

| ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS |   |   |            |             |                      |            |               |             |        |            |                   |               |
|---|---|---|------------|-------------|----------------------|------------|---------------|-------------|--------|------------|-------------------|---------------|
| PROYECTO:   |   | INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE FC=280 KG/CM2 CUSCO - 2022. |            |             |                      |            |               |             |        |            |                   |               |
| SOLICITADO:                                       |   | ARTEMIO RODRIGUEZ HUAYLLANI.  |            |             |                      |            |               |             |        |            |                   |               |
| FECHA:  |   | CUSCO, MARZO DEL 2022.  |            |             |                      |            |               |             |        |            |                   |               |
| OBSERVACION:                                      |   | Briquetas proporcionadas por el Solicitante.  |            |             |                      |            |               |             |        |            |                   |               |
| N°  | ESTRUCTURA / ELEMENTO                                   | FECHA   |            | EDAD (dias) | DISEÑO (Po) (kg/cm2) | DIAL (MPa) | DIAMETRO (cm) | RESISTENCIA |        |            | PROMEDIO (kg/cm2) | TIPO DE FALLA |
|   |   | MOLDEO  | ROTURA     |             |                      |            |               | (kg/cm2)    | %      | Debe tener |                   |               |
| 1   | B-01: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 15/02/2022 | 7           | 280                  | 19,99      | 15,15         | 203,8       | 72,8%  | 67,0%      | 188,82            | 5             |
| 2   | B-02: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 15/02/2022 | 7           | 280                  | 15,64      | 15,15         | 159,5       | 57,0%  | 67,0%      |                   | 3             |
| 3   | B-03: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 15/02/2022 | 7           | 280                  | 19,92      | 15,15         | 203,2       | 72,6%  | 67,0%      |                   | 3             |
| 4   | B-04: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 22/02/2022 | 14          | 280                  | 23,70      | 15,15         | 241,7       | 86,3%  | 83,5%      | 243,84            | 5             |
| 5   | B-05: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 22/02/2022 | 14          | 280                  | 23,78      | 15,15         | 242,5       | 86,6%  | 83,5%      |                   | 3             |
| 6   | B-06: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 22/02/2022 | 14          | 280                  | 24,26      | 15,15         | 247,4       | 88,4%  | 83,5%      |                   | 3             |
| 7   | B-07: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 8/03/2022  | 28          | 280                  | 28,15      | 15,15         | 287,0       | 102,5% | 100,0%     | 280,57            | 5             |
| 8   | B-08: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 8/03/2022  | 28          | 280                  | 27,75      | 15,15         | 283,0       | 101,1% | 100,0%     |                   | 3             |
| 9   | B-09: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 8/02/2022   | 8/03/2022  | 28          | 280                  | 26,64      | 15,15         | 271,7       | 97,0%  | 100,0%     |                   | 3             |

|             |  |
|-------------|--|
| SI CUMPLE   | La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño         |
| EN EL RANGO | La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño |
| NO CUMPLE   | La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño         |

**GRÁFICO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**

**PROCESO DE ENDURECIMIENTO**

**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]

**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo

**Tipo 3**  
Fisuras verticales enclumadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es punteado

Fuente: ASTM C39 FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

| ENSAJO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS |   |   |            |             |                       |            |               |             |        |            |                   |               |
|---|---|---|------------|-------------|-----------------------|------------|---------------|-------------|--------|------------|-------------------|---------------|
| PROYECTO:   |   | INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE FC=280 KG/CM2 CUSCO - 2022. |            |             |                       |            |               |             |        |            |                   |               |
| SOLICITADO:                                       |   | ARTEMIO RODRIGUEZ HUAYLLANI   |            |             |                       |            |               |             |        |            |                   |               |
| FECHA:  |   | CUSCO, MARZO DEL 2022   |            |             |                       |            |               |             |        |            |                   |               |
| OBSERVACION:                                      |   | Briquetas proporcionadas por el Solicitante.  |            |             |                       |            |               |             |        |            |                   |               |
| N°  | ESTRUCTURA / ELEMENTO                                   | FECHA   |            | EDAD (dias) | DISEÑO (F'c) (kg/cm2) | DIAL (MPa) | DIAMETRO (cm) | RESISTENCIA |        |            | PROMEDIO (kg/cm2) | TIPO DE FALLA |
|   |   | MOLDEO  | ROTURA     |             |                       |            |               | (kg/cm2)    | %      | Debe tener |                   |               |
| 1   | B-01: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 2/03/2022   | 9/03/2022  | 7           | 280                   | 19,54      | 15,15         | 199,3       | 71,2%  | 67,0%      | 196,7             | 5             |
| 2   | B-02: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 2/03/2022   | 9/03/2022  | 7           | 280                   | 18,48      | 15,15         | 188,5       | 67,3%  | 67,0%      |                   | 3             |
| 3   | B-03: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 2/03/2022   | 9/03/2022  | 7           | 280                   | 19,84      | 15,15         | 202,3       | 72,3%  | 67,0%      |                   | 3             |
| 4   | B-04: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 28/02/2022  | 14/03/2022 | 14          | 280                   | 24,84      | 15,15         | 254,3       | 90,8%  | 83,5%      | 252,7             | 5             |
| 5   | B-05: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 28/02/2022  | 14/03/2022 | 14          | 280                   | 25,97      | 15,15         | 264,8       | 94,6%  | 83,5%      |                   | 3             |
| 6   | B-06: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 28/02/2022  | 14/03/2022 | 14          | 280                   | 23,44      | 15,15         | 239,0       | 85,4%  | 83,5%      | 305,7             | 3             |
| 7   | B-07: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 10/02/2022  | 10/03/2022 | 28          | 280                   | 28,01      | 15,15         | 285,6       | 102,0% | 100,0%     |                   | 5             |
| 8   | B-08: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 10/02/2022  | 10/03/2022 | 28          | 280                   | 32,42      | 15,15         | 330,5       | 118,0% | 100,0%     | 305,7             | 3             |
| 9   | B-09: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJALATA RECICLADA | 10/02/2022  | 10/03/2022 | 28          | 280                   | 29,51      | 15,15         | 300,9       | 107,5% | 100,0%     |                   | 3             |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>SI CUMPLE</b>   | La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño         |
| <b>EN EL RANGO</b> | La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño |
| <b>NO CUMPLE</b>   | La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño         |

GRAFICO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

RESISTENCIA A COMPRESION - 100% A 28 DIAS

Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]

Tipo 2  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo

Tipo 3  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

Tipo 4  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpeo suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

Tipo 5  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

Tipo 6  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

| ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS |  |   |            |             |                       |            |               |             |            |                   |               |
|---|--|---|------------|-------------|-----------------------|------------|---------------|-------------|------------|-------------------|---------------|
| PROYECTO:   |  | INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE FC=280 KG/CM2 CUSCO - 2022. |            |             |                       |            |               |             |            |                   |               |
| SOLICITADO:                                       |  | ARTEMIO RODRIGUEZ HUAYLLAN.   |            |             |                       |            |               |             |            |                   |               |
| FECHA:  |  | CUSCO, MARZO DEL 2022   |            |             |                       |            |               |             |            |                   |               |
| OBSERVACION:                                      |  | Briquetas proporcionadas por el Solicitante.  |            |             |                       |            |               |             |            |                   |               |
| N°  | ESTRUCTURA / ELEMENTO                                  | FECHA   |            | EDAD (días) | DISEÑO (F'c) (kg/cm2) | DIAL (MPa) | DIAMETRO (cm) | RESISTENCIA |            | PROMEDIO (kg/cm2) | TIPO DE FALLA |
|   |  | MOLDEO  | ROTURA     |             |                       |            |               | %           | Debe tener |                   |               |
| 1   | B-01: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 2/03/2022   | 9/03/2022  | 7           | 280                   | 23,38      | 15,15         | 238,4       | 85,1%      | 67,0%             | 5             |
| 2   | B-02: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 2/03/2022   | 9/03/2022  | 7           | 280                   | 24,03      | 15,15         | 245,1       | 87,5%      | 67,0%             | 3             |
| 3   | B-03: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 2/03/2022   | 9/03/2022  | 7           | 280                   | 25,13      | 15,15         | 256,3       | 91,5%      | 67,0%             | 3             |
| 4   | B-04: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 28/02/2022  | 14/03/2022 | 14          | 280                   | 27,17      | 15,15         | 277,0       | 98,9%      | 83,5%             | 5             |
| 5   | B-05: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 28/02/2022  | 14/03/2022 | 14          | 280                   | 25,13      | 15,15         | 256,3       | 91,5%      | 83,5%             | 3             |
| 6   | B-06: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 28/02/2022  | 14/03/2022 | 14          | 280                   | 27,24      | 15,15         | 277,8       | 99,2%      | 83,5%             | 3             |
| 7   | B-07: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 10/02/2022  | 10/03/2022 | 28          | 280                   | 32,70      | 15,15         | 333,5       | 119,1%     | 100,0%            | 5             |
| 8   | B-08: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 10/02/2022  | 10/03/2022 | 28          | 280                   | 31,10      | 15,15         | 317,1       | 113,3%     | 100,0%            | 3             |
| 9   | B-09: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 10/02/2022  | 10/03/2022 | 28          | 280                   | 31,49      | 15,15         | 321,1       | 114,7%     | 100,0%            | 3             |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>SI CUMPLE</b>   | La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño         |
| <b>EN EL RANGO</b> | La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño |
| <b>NO CUMPLE</b>   | La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño         |

**GRAFICO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**

**PROCESO DE ENDEQUECIMIENTO**

**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)

**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo

**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Fuente: ASTM C39

**FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos**



## 6.2 ENSAYO DE FLEXION


| ENSAYO DE FLEXION                              |  |   |          |             |                |                 |                                 |  |
|--|--|---|----------|-------------|----------------|-----------------|---------------------------------|--|
| ASTM C293/C293M - 16                           |  |   |          |             |                |                 |                                 |  |
| Objeto: Determinar la resistencia a la flexión |  |   |          |             |                |                 |                                 |  |
| <b>PROYECTO :</b>                              |  | "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE FC=280 KG/CM2 CUSCO - 2022". |          |             |                |                 |                                 |  |
| <b>SOLICITADO:</b>                             |  | ARTEMIO RODRIGUEZ HUAYLLANI.  |          |             |                |                 |                                 |  |
| <b>FECHA:</b>                                  |  | CUSCO, MARZO DE 2022  |          |             |                |                 |                                 |  |
| <b>OBSERVACION:</b>                            |  | Muestras proporcionadas por el Solicitante.   |          |             |                |                 |                                 |  |
| REG. Nº  | DESCRIPCION  | FECHA   |          | Edad (días) | ANCHO (b) (mm) | ALTURA (h) (mm) | Luz libre entre apoyos (L) (mm) |  |
|  |  | MOLDEO  | ROTURA   |             |                |                 |                                 |  |
| 1  | V-01: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 01/03/22  | 08/03/22 | 7           | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 2  | V-02: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 01/03/22  | 08/03/22 | 7           | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 3  | V-03: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 01/03/22  | 08/03/22 | 7           | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 4  | V-04: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 01/03/22  | 15/03/22 | 14          | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 5  | V-05: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 01/03/22  | 15/03/22 | 14          | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 6  | V-06: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 01/03/22  | 15/03/22 | 14          | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 7  | V-07: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 10/02/22  | 10/03/22 | 28          | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 8  | V-08: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 10/02/22  | 10/03/22 | 28          | 150            | 150             | 350.00                          |  |
| 9  | V-09: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 10/02/22  | 10/03/22 | 28          | 150            | 150             | 350.00                          |  |

| REG. Nº | DESCRIPCION  | DIAL         |                | RESISTENCIA OBTENIDA |              |
|---------|--|--------------|----------------|----------------------|--------------|
|         |  | P (N)        | Kg-f           | (Mpa)                | (kg/cm2)     |
| 1       | V-01: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 24443        | 2492.40        | 3.80                 | 38.77        |
| 2       | V-02: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 21237        | 2165.49        | 3.30                 | 33.69        |
| 3       | V-03: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 20254        | 2065.26        | 3.15                 | 32.13        |
|         | <b>Promedio</b>  | <b>21978</b> | <b>2241.05</b> | <b>3.42</b>          | <b>34.86</b> |
| 4       | V-04: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 23897        | 2436.73        | 3.72                 | 37.91        |
| 5       | V-05: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 21005        | 2141.84        | 3.27                 | 33.32        |
| 6       | V-06: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 26264        | 2678.09        | 4.09                 | 41.66        |
|         | <b>Promedio</b>  | <b>23722</b> | <b>2418.88</b> | <b>3.69</b>          | <b>37.63</b> |
| 7       | V-07: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 26701        | 2722.65        | 4.15                 | 42.35        |
| 8       | V-08: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 28705        | 2926.99        | 4.47                 | 45.53        |
| 9       | V-09: FC= 280 KG/CM2 AL 0% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 26701        | 2722.65        | 4.15                 | 42.35        |
|         | <b>Promedio</b>  | <b>27369</b> | <b>2790.76</b> | <b>4.26</b>          | <b>43.41</b> |

  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
PROFESOR DE INVESTIGACION EN INGENIERIA CIVIL Y VIAS TERRESTRES  
CUSCO 184003

| <b>ENSAYO DE FLEXION</b>                       |   |          |          |             |           |            |                            |
|--|---|----------|----------|-------------|-----------|------------|----------------------------|
| ASTM C293/C293M - 16                           |   |          |          |             |           |            |                            |
| Objeto: Determinar la resistencia a la flexión |   |          |          |             |           |            |                            |
| <b>PROYECTO:</b>                               | "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE FC=280 KG/CM2 CUSCO - 2022". |          |          |             |           |            |                            |
| <b>SOLICITADO:</b>                             | ARTEMIO RODRIGUEZ HUAYLLANI.  |          |          |             |           |            |                            |
| <b>FECHA:</b>                                  | CUSCO, MARZO DE 2022  |          |          |             |           |            |                            |
| <b>OBSERVACION:</b>                            | Muestras proporcionadas por el Solicitante.   |          |          |             |           |            |                            |
| REG.N°   | DESCRIPCION   | FECHA    |          | Edad (días) | ANCHO (b) | ALTURA (h) | Luz libre entre apoyos (L) |
|  |   | MOLDEO   | ROTURA   |             | (mm)      | (mm)       | (mm)                       |
| 1  | V-01: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 01/03/22 | 08/03/22 | 7           | 150       | 150        | 350.00                     |
| 2  | V-02: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 01/03/22 | 08/03/22 | 7           | 150       | 150        | 350.00                     |
| 3  | V-03: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 01/03/22 | 08/03/22 | 7           | 150       | 150        | 350.00                     |
| 4  | V-04: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 28/02/22 | 14/03/22 | 14          | 150       | 150        | 350.00                     |
| 5  | V-05: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 28/02/22 | 14/03/22 | 14          | 150       | 150        | 350.00                     |
| 6  | V-06: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 28/02/22 | 14/03/22 | 14          | 150       | 150        | 350.00                     |
| 7  | V-07: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 10/02/22 | 10/03/22 | 28          | 150       | 150        | 350.00                     |
| 8  | V-08: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 10/02/22 | 10/03/22 | 28          | 150       | 150        | 350.00                     |
| 9  | V-09: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 10/02/22 | 10/03/22 | 28          | 150       | 150        | 350.00                     |

| REG.N° | DESCRIPCION  | DIAL         |                | RESISTENCIA OBTENIDA |              |
|--------|--|--------------|----------------|----------------------|--------------|
|        |  | P (N)        | Kg-f           | (Mpa)                | (kg/cm2)     |
| 1      | V-01: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 22367        | 2280.72        | 3.48                 | 35.48        |
| 2      | V-02: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 25317        | 2581.52        | 3.94                 | 40.16        |
| 3      | V-03: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 20363        | 2076.37        | 3.17                 | 32.30        |
|        | <b>Promedio</b>  | <b>22682</b> | <b>2312.87</b> | <b>3.53</b>          | <b>35.98</b> |
| 4      | V-04: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 23367        | 2382.69        | 3.63                 | 37.07        |
| 5      | V-05: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 25317        | 2581.52        | 3.94                 | 40.16        |
| 6      | V-06: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 24363        | 2484.25        | 3.79                 | 38.65        |
|        | <b>Promedio</b>  | <b>24349</b> | <b>2482.82</b> | <b>3.79</b>          | <b>38.62</b> |
| 7      | V-07: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 27701        | 2824.62        | 4.31                 | 43.94        |
| 8      | V-08: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 29397        | 2997.55        | 4.57                 | 46.63        |
| 9      | V-09: FC= 280 KG/CM2 AL 2% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 28851        | 2941.88        | 4.49                 | 45.76        |
|        | <b>Promedio</b>  | <b>28650</b> | <b>2921.35</b> | <b>4.46</b>          | <b>45.44</b> |

  
**Ing. Emilliano Alvarez Escalante**  
INGENIERO EN INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES  
CUSCO 184003

| <b>ENSAYO DE FLEXION</b>                       |   |          |          |             |           |            |                            |
|--|---|----------|----------|-------------|-----------|------------|----------------------------|
| ASTM C293/C293M - 16                           |   |          |          |             |           |            |                            |
| Objeto: Determinar la resistencia a la flexión |   |          |          |             |           |            |                            |
| <b>PROYECTO:</b>                               | "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE FC=280 KG/CM2 CUSCO - 2022". |          |          |             |           |            |                            |
| <b>SOLICITADO:</b>                             | ARTEMIO RODRIGUEZ HUAYLLANI.  |          |          |             |           |            |                            |
| <b>FECHA:</b>                                  | CUSCO, MARZO DE 2022  |          |          |             |           |            |                            |
| <b>OBSERVACION:</b>                            | Muestras proporcionadas por el Solicitante.   |          |          |             |           |            |                            |
| REG.N°   | DESCRIPCION   | FECHA    |          | Edad (días) | ANCHO (b) | ALTURA (h) | Luz libre entre apoyos (L) |
|  |   | MOLDEO   | ROTURA   |             | (mm)      | (mm)       | (mm)                       |
| 1  | V-01: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 01/03/22 | 08/03/22 | 7           | 150       | 150        | 350,00                     |
| 2  | V-02: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 01/03/22 | 08/03/22 | 7           | 150       | 150        | 350,00                     |
| 3  | V-03: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 01/03/22 | 08/03/22 | 7           | 150       | 150        | 350,00                     |
| 4  | V-04: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 28/02/22 | 14/03/22 | 14          | 150       | 150        | 350,00                     |
| 5  | V-05: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 28/02/22 | 14/03/22 | 14          | 150       | 150        | 350,00                     |
| 6  | V-06: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 28/02/22 | 14/03/22 | 14          | 150       | 150        | 350,00                     |
| 7  | V-07: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 10/02/22 | 10/03/22 | 28          | 150       | 150        | 350,00                     |
| 8  | V-08: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 10/02/22 | 10/03/22 | 28          | 150       | 150        | 350,00                     |
| 9  | V-09: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA.  | 10/02/22 | 10/03/22 | 28          | 150       | 150        | 350,00                     |

| REG.N° | DESCRIPCION  | DIAL         |                | RESISTENCIA OBTENIDA |              |
|--------|--|--------------|----------------|----------------------|--------------|
|        |  | P (N)        | Kg-f           | (Mpa)                | (kg/cm2)     |
| 1      | V-01: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 22671        | 2311.72        | 3.53                 | 35.96        |
| 2      | V-02: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 23824        | 2429.29        | 3.71                 | 37.79        |
| 3      | V-03: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 23714        | 2418.07        | 3.69                 | 37.62        |
|        | <b>Promedio</b>  | <b>23403</b> | <b>2386.36</b> | <b>3.64</b>          | <b>37.12</b> |
| 4      | V-04: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 25135        | 2562.97        | 3.91                 | 39.87        |
| 5      | V-05: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 24221        | 2469.77        | 3.77                 | 38.42        |
| 6      | V-06: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 23860        | 2432.96        | 3.71                 | 37.85        |
|        | <b>Promedio</b>  | <b>24405</b> | <b>2488.56</b> | <b>3.80</b>          | <b>38.71</b> |
| 7      | V-07: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 28414        | 2897.32        | 4.42                 | 45.07        |
| 8      | V-08: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 29864        | 3045.17        | 4.65                 | 47.37        |
| 9      | V-09: FC= 280 KG/CM2 AL 4% DE FIBRAS HOJATA RECICLADA. | 30381        | 3097.89        | 4.73                 | 48.19        |
|        | <b>Promedio</b>  | <b>29553</b> | <b>3013.46</b> | <b>4.60</b>          | <b>46.88</b> |

  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
PROFESOR EN INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES  
 CUSCO - 184003

**7. PANEL FOTOGRÁFICO**

**ENSAYO DE COMPRESION:**



Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL Y VIAS TERRESTRES  
 CUSCO - 184003

**ENSAYO DE FLEXION:**



  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
PROFESOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y VIAS TERRESTRES  
CUSCO - PERU  
Teléfono: 984351760  
Celular: 984351760  
Correo: unitestperu@gmail.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC-03133-2021**

PROFORMA : 1491AC1      Fecha de emisión : 2021 - 04 - 07      Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
**DIRECCIÓN** : Cal.Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Ttio Cusco-Cusco-Wanchaq

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : PRENSA HIDRAULICA  
**Marca** : MATEST      Capacidad Máxima : 50 kN / 5098.6 kgf  
**Modelo** : S205P106      División de Escala, d : 0,001 kN / 0,1 kgf  
**N° Serie** : S205P106/AZ/0001      Procedencia : Italia  
**Código de Ident.** : NO INDICA      Ubicación : LABORATORIO  
**Indicacion** : kN

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**  
 La calibración se realizó el día 24 de marzo del 2021 en las instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

4. **MÉTODO.**  
 La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. **TRAZABILIDAD.**

| Trazabilidad                       | Patrón de Trabajo   | CERTIFICADO DE CALIBRACION |
|------------------------------------|---|----------------------------|
| Patrón de Referencia del DM-INACAL | Manómetro Digital<br>0 bar a 700 bar<br>Clase de Exactitud 0,05 | LFP-C-043-2020             |

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

| MAGNITUD         | INICIAL | FINAL   |
|------------------|---------|---------|
| TEMPERATURA      | 12,3 °C | 12,3 °C |
| HUMEDAD RELATIVA | 49,0 %  | 49,0 %  |

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
 Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP:0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Cusco: Urb. Ttio X-13- Calle Perú, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760, RPM # 959646496, RRCOSMUNY ESPECTACULAR  
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco, Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo PATROCAS-PEIS  
[www.Unitestperu.com](http://www.Unitestperu.com), [unitestperu@hotmail.com](mailto:unitestperu@hotmail.com), [unitestperu2@gmail.com](mailto:unitestperu2@gmail.com)      CUSCO 184003

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1019-2022-AC  
PETICIONARIO : BACH. ARTEMIO HUAYLLANI RODRIGUEZ  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
CONTACTO DE PETICIONARIO : arthuro7@hotmail.com  
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE F'C=280 KG/CM2, CUSCO-2022"  
UBICACIÓN : DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 11 DE MARZO DEL 2022  
FECHA DE EMISIÓN : 26 DE MARZO DEL 2022

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA  
NTC 4483**

CÓDIGO DE TRABAJO : E-073-2022  
MUESTRA : E-1 , 0% DE FIBRA DE HOJALATA RECICLADA

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = 8.27E-11 m/s

PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN = 10.2 mm

HC-AS-040 REV.00 FECHA: 2021/11/15

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

  
INGENIEROS GENERALES CRTIADO MORENO S.A.C.  
JEFE DE LABORATORIO  
Ing. Victor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 70488

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1020-2022-AC  
**PETICIONARIO** : BACH. ARTEMIO HUAYLLANI RODRIGUEZ  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : arthuro7@hotmail.com  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE F'C=280 KG/CM2, CUSCO-2022"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 11 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 26 DE MARZO DEL 2022

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA**  
**NTC 4483**

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-073-2022  
**MUESTRA** : E-2, 2% DE FIBRA DE HOJALATA RECICLADA

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = 9.08E-11 m/s**

**PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN = 11.2 mm**

HC-AS-040 REV.00 FECHA: 2021/11/15

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

**INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**  
**Jefe de Laboratorio**  
**Ing. Victor Pena Dueñas**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 70489**

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1021-2022-AC  
PETICIONARIO : BACH. ARTEMIO HUAYLLANI RODRIGUEZ  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
CONTACTO DE PETICIONARIO : arthuro7@hotmail.com  
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE F'C=280 KG/CM2, CUSCO-2022"  
UBICACIÓN : DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 11 DE MARZO DEL 2022  
FECHA DE EMISIÓN : 26 DE MARZO DEL 2022

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA**

**NTC 4483**

CÓDIGO DE TRABAJO : E-073-2022  
MUESTRA : E-3, 4% DE FIBRA DE HOJALATA RECICLADA

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = 9.50E-11 m/s

PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN = 12.4 mm

HC-AS-040 REV.00 FECHA: 2021/11/15

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
JEFE DE LABORATORIO  
Ing. Victor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 70843

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

| FICHA TECNICA 1   |                  |            |          |        |                            |          |
|---|------------------|------------|----------|--------|----------------------------|----------|
| PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE F'c=280kg/cm2, CUSCO – 2022". |                  |            |          |        |                            |          |
| INDICADOR   |                  |            |          |        |                            |          |
| Resistencia a la Compresion   |                  |            |          |        |                            |          |
| DOSIFICACION DE FIBRA   |                  | = 0.00%    |          |        | F'c=280.00 kg/cm2          |          |
| Probeta Cilindrica  | Tiempo de Curado | Parametros |          |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio |
|   |                  | Peso       | Diametro | Altura |                            |          |
| M1 - 1  | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 203.8                      | 188.82   |
| M1 - 2  | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 159,5                      |          |
| M1 - 3  | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 203,2                      |          |
| M1 - 4  | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 241,7                      | 243.84   |
| M1 - 5  | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 242,5                      |          |
| M1 - 6  | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 247,4                      |          |
| M1 - 7  | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 287,0                      | 280.57   |
| M1 - 8  | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 283,0                      |          |
| M1 - 9  | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 271,7                      |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 2.00%    |          |        | F'c=280.00 kg/cm2          |          |
|-----------------------|------------------|------------|----------|--------|----------------------------|----------|
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado | Parametros |          |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio |
|                       |                  | Peso       | Diametro | Altura |                            |          |
| M2- 1                 | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 199.3                      | 196.70   |
| M2- 2                 | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 188.5                      |          |
| M2- 3                 | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 202.3                      |          |
| M2- 4                 | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 254.3                      | 252.70   |
| M2- 5                 | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 264.8                      |          |
| M2- 6                 | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 239.0                      |          |
| M2- 7                 | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 285.6                      | 305.70   |
| M2- 8                 | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 330.5                      |          |
| M2- 9                 | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 300.9                      |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 4.00%    |          |        | F'c=280.00 kg/cm2          |          |
|-----------------------|------------------|------------|----------|--------|----------------------------|----------|
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado | Parametros |          |        | Resistencia en Laboratorio | Promedio |
|                       |                  | Peso       | Diametro | Altura |                            |          |
| M3 - 1                | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 238.4                      | 246.57   |
| M3 - 2                | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 245.1                      |          |
| M3 - 3                | 7 Dias           | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 256.3                      |          |
| M3 - 4                | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 277.0                      | 270.35   |
| M3 - 5                | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 256.3                      |          |
| M3 - 6                | 14 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 277.8                      |          |
| M3 - 7                | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 333.5                      | 323.90   |
| M3 - 8                | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 317.1                      |          |
| M3 - 9                | 28 Dias          | ---        | 15.15 cm | 30 cm  | 321.1                      |          |

| EXPERTO | APELLIDOS Y NOMBRES    | CIP    | FIRMA    | CALIFICACION |
|---------|------------------------|--------|----------|--------------|
| 1       | CARDENA UNDA MARIO     | 79765  |          | 0.9          |
| 2       | VERONICA FLORES DUEÑAS | 79769  |          | 0.95         |
| 3       | GINA ZUNIGA ACHAHUI    | 130816 |          | 0.85         |
|         |                        |        | PROMEDIO | 0.90         |

| FICHA TECNICA 2  |                  |            |       |       |        |                             |          |
|--|------------------|------------|-------|-------|--------|-----------------------------|----------|
| PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , CUSCO - 2022". |                  |            |       |       |        |                             |          |
| INDICADOR  |                  |            |       |       |        |                             |          |
| Resistencia a la Flexotracción   |                  |            |       |       |        |                             |          |
| DOSIFICACION DE FIBRA  |                  | = 0.00%    |       |       |        | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |          |
| Probeta Cilíndrica   | Tiempo de Curado | Parametros |       |       |        | Resistencia en Laboratorio  | Promedio |
|  |                  | Peso       | Largo | Ancho | Altura |                             |          |
| M1 - 1   | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 38.77                       | 34.86    |
| M1 - 2   | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 33.69                       |          |
| M1 - 3   | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 32.13                       |          |
| M1 - 4   | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 37.91                       | 37.63    |
| M1 - 5   | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 33.32                       |          |
| M1 - 6   | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 41.66                       |          |
| M1 - 7   | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 42.35                       | 43.41    |
| M1 - 8   | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 45.53                       |          |
| M1 - 9   | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 42.35                       |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 2.00%    |       |       |        | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |          |
|-----------------------|------------------|------------|-------|-------|--------|-----------------------------|----------|
| Probeta Cilíndrica    | Tiempo de Curado | Parametros |       |       |        | Resistencia en Laboratorio  | Promedio |
|                       |                  | Peso       | Largo | Ancho | Altura |                             |          |
| M2- 1                 | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 35.48                       | 35.98    |
| M2- 2                 | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 40.16                       |          |
| M2- 3                 | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 32.30                       |          |
| M2- 4                 | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 37.07                       | 38.62    |
| M2- 5                 | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 40.16                       |          |
| M2- 6                 | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 38.65                       |          |
| M2- 7                 | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 43.94                       | 45.44    |
| M2- 8                 | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 46.63                       |          |
| M2- 9                 | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 45.76                       |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 4.00%    |       |       |        | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |          |
|-----------------------|------------------|------------|-------|-------|--------|-----------------------------|----------|
| Probeta Cilíndrica    | Tiempo de Curado | Parametros |       |       |        | Resistencia en Laboratorio  | Promedio |
|                       |                  | Peso       | Largo | Ancho | Altura |                             |          |
| M3 - 1                | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 35.96                       | 37.12    |
| M3 - 2                | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 37.79                       |          |
| M3 - 3                | 7 Dias           | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 37.62                       |          |
| M3 - 4                | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 39.87                       | 38.71    |
| M3 - 5                | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 38.42                       |          |
| M3 - 6                | 14 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 37.85                       |          |
| M3 - 7                | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 45.07                       | 46.88    |
| M3 - 8                | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 47.37                       |          |
| M3 - 9                | 28 Dias          | ---        | 50 cm | 15 cm | 15 cm  | 48.19                       |          |

| EXPERTO  | APELLIDOS Y NOMBRES    | CIP    | FIRMA | CALIFICACION |
|----------|------------------------|--------|-------|--------------|
| 1        | CARDENA UNDA MARIO     | 79765  |       | 0.9          |
| 2        | VERONICA FLORES DUEÑAS | 79769  |       | 0.95         |
| 3        | GINA ZUNIGA ACHAHUI    | 130816 |       | 0.85         |
| PROMEDIO |                        |        |       | 0.90         |

### FICHA TECNICA 3

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , CUSCO – 2022".

| INDICADOR             |                  | TRABAJABILIDAD (Asentamiento) |        |          |                             |          |
|-----------------------|------------------|-------------------------------|--------|----------|-----------------------------|----------|
| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 0.00% m/3                   |        |          | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |          |
| Probeta Cilíndrica    | Tiempo de Curado | Parametros                    |        |          | SLUMP                       | Promedio |
|                       |                  | Peso                          | Altura | Diametro |                             |          |
| M1 - 0                | 0 Dias           | ---                           | ---    | ---      | 3.000                       | 3.125    |
| M2 - 0                | 0 Dias           | ---                           | ---    | ---      | 3.250                       |          |
| M3 - 0                | 0 Dias           | ---                           | ---    | ---      | 3.125                       |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 2.00% m/3 |        |          | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |          |
|-----------------------|------------------|-------------|--------|----------|-----------------------------|----------|
| Probeta Cilíndrica    | Tiempo de Curado | Parametros  |        |          | SLUMP                       | Promedio |
|                       |                  | Peso        | Altura | Diametro |                             |          |
| M1 - 2                | 0 Dias           | ---         | ---    | ---      | 2.625                       | 2.625    |
| M2 - 2                | 0 Dias           | ---         | ---    | ---      | 2.875                       |          |
| M3 - 2                | 0 Dias           | ---         | ---    | ---      | 2.375                       |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 4.00% m/3 |        |          | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$ |          |
|-----------------------|------------------|-------------|--------|----------|-----------------------------|----------|
| Probeta Cilíndrica    | Tiempo de Curado | Parametros  |        |          | SLUMP                       | Promedio |
|                       |                  | Peso        | Altura | Diametro |                             |          |
| M1 - 4                | 0 Dias           | ---         | ---    | ---      | 1.175                       | 1.308    |
| M2 - 4                | 0 Dias           | ---         | ---    | ---      | 1.625                       |          |
| M3 - 4                | 0 Dias           | ---         | ---    | ---      | 1.125                       |          |

| EXPERTO  | APELLIDOS Y NOMBRES    | CIP    | FIRMA   | CALIFICACION |
|----------|------------------------|--------|---|--------------|
| 1        | CARDENA UNDA MARIO     | 79765  |    | 0.9          |
| 2        | VERONICA FLORES DUEÑAS | 79769  |   | 0.95         |
| 3        | GINA ZUNIGA ACHAHUI    | 130816 |  | 0.85         |
| PROMEDIO |                        |        |   | <b>0.90</b>  |


### FICHA TECNICA 4

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE HOJALATA RECICLADA EN LAS PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RIGIDO DE  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , CUSCO – 2022".

| INDICADOR             |                  | Permeabilidad |          |                            |                              |          |
|-----------------------|------------------|---------------|----------|----------------------------|------------------------------|----------|
| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 0.00%       |          |                            | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$  |          |
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado | Parametros    |          | PROFUNDIDAD DE PENETRACION | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD | Promedio |
|                       |                  | Altura        | Diametro |                            |                              |          |
| M1 - 1                | 28 Dias          | 30 cm         | 15.15 cm | 10.2 mm                    | 8.27E-11                     | 8.27E-11 |
| M1 - 2                | 28 Dias          | ---           | ---      | ---                        | ---                          |          |
| M1 - 3                | 28 Dias          | ---           | ---      | ---                        | ---                          |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 2.00%    |          |                            | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$  |          |
|-----------------------|------------------|------------|----------|----------------------------|------------------------------|----------|
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado | Parametros |          | PROFUNDIDAD DE PENETRACION | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD | Promedio |
|                       |                  | Altura     | Diametro |                            |                              |          |
| M2 - 1                | 28 Dias          | 30 cm      | 15.15 cm | 11.2 mm                    | 9.08E-11                     | 9.08E-11 |
| M2 - 2                | 28 Dias          | ---        | ---      | ---                        | ---                          |          |
| M2 - 3                | 28 Dias          | ---        | ---      | ---                        | ---                          |          |

| DOSIFICACION DE FIBRA |                  | = 4.00%    |          |                            | $F'c=280.00\text{ kg/cm}^2$  |          |
|-----------------------|------------------|------------|----------|----------------------------|------------------------------|----------|
| Probeta Cilindrica    | Tiempo de Curado | Parametros |          | PROFUNDIDAD DE PENETRACION | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD | Promedio |
|                       |                  | Altura     | Diametro |                            |                              |          |
| M3 - 1                | 28 Dias          | 30 cm      | 15.15 cm | 12.4mm                     | 9.50E-11                     | 9.50E-11 |
| M3 - 2                | 28 Dias          | ---        | ---      | ---                        | ---                          |          |
| M3 - 3                | 28 Dias          | ---        | ---      | ---                        | ---                          |          |

| EXPERTO  | APELLIDOS Y NOMBRES    | CIP    | FIRMA   | CALIFICACION |
|----------|------------------------|--------|---|--------------|
| 1        | CARDENA UNDA MARIO     | 79765  |   | 0.9          |
| 2        | VERONICA FLORES DUEÑAS | 79769  |  | 0.95         |
| 3        | GINA ZUNIGA ACHAHUI    | 130816 |  | 0.85         |
| PROMEDIO |                        |        |   | 0.90         |