



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de propiedades del concreto adicionando fibras de acero y escoria de cobre reciclados en pavimento rígido permeable, Lima 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Cajahuaman Gamarra, Hebert Jhon (orcid.org/0000-0002-0289-9238)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

### **Dedicatoria**

El presente proyecto de Tesis está dedicado a Dios padre todopoderoso por siempre cuidar a mis padres y darme la paz cada día.

A mi familia, porque siempre está brindándome su apoyo, atención y sus consejos para ser un buen profesional y persona, gracias a ellos he logrado finalizar mi carrera profesional, y a todas a aquellas personas que de alguna u otra manera han contribuido con sus ánimos y buenos deseos de seguir cumpliendo mis metas. Finalmente, a mis ángeles que siempre están presente en mi corazón.

Cajahuaman Gamarra, Hebert Jhon

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento al Dios todopoderoso por cada día darme la alegría de vivir, y seguir anhelando mis proyectos que tengo presente, como seguir ejerciendo la hermosa carrera como Ingeniería civil y continuar preparándome para aportar a mi sociedad con mis conocimientos y experiencias. A mi madre por cada palabra y ayuda para cerrar una etapa más de mi vida profesional. Agradecer a la casa superior de estudios por brindarme las herramientas necesarias para continuar con el proyecto tesis, a mis profesores de carrera por sus consejos y aportaciones. Finalmente, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de mi formación.

Cajahuaman Gamarra, Hebert Jhon



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de propiedades del concreto adicionando fibras de acero y escoria de cobre reciclados en pavimento rígido permeable, Lima 2023", cuyo autor es CAJAHUAMAN GAMARRA HEBERT JHON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 21 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 08584295 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4926-8556	Firmado electrónicamente por: CVILLEGASM el 21- 12-2023 17:45:02

Código documento Trilce: TRI - 0704907



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CAJAHUAMAN GAMARRA HEBERT JHON estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de propiedades del concreto adicionando fibras de acero y escoria de cobre reciclados en pavimento rígido permeable, Lima 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CAJAHUAMAN GAMARRA HEBERT JHON <b>DNI:</b> 70867365 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0289-9238	Firmado electrónicamente por: HCAJAHUAMAN el 29- 02-2024 12:17:45

Código documento Trilce: INV - 1512131

## Índice de contenidos

Carátula.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	IV
Declaratoria de originalidad del autor/autores.....	V
Índice de contenidos .....	VI
Índice de tablas.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Resumen.....	IX
Abstract .....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	28
3.2. Operacionalización de variables.....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Métodos e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimiento.....	35
3.6. Aspectos Éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS .....	61
ANEXOS .....	68

## Índice de tablas

Tabla 1. Muestras de concreto permeable .....	32
Tabla 2. Análisis granulométrico del agregado fino .....	37
Tabla 3. Propiedades del agregado fino .....	37
Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	38
Tabla 5. Propiedades del agregado grueso.....	38
Tabla 6. Propiedades de los agregados no convencionales .....	39
Tabla 7. Diseño del concreto permeable .....	39
Tabla 8. Diseño adicionando 3, 5 y 7 % de FA y 2 % de ECR .....	40
Tabla 9. Diseño adicionando 3, 5 y 7 % de FA y 4 % de ECR .....	40
Tabla 10. Diseño adicionando 3, 5 y 7 % de FA y 8 % de ECR .....	41
Tabla 11. Resultados de ensayo de trabajabilidad.....	42
Tabla 12. Resultados de contenido de aire .....	43
Tabla 13. Resultados de densidad del concreto.....	44
Tabla 14. Propiedades mecánicas del concreto.....	48
Tabla 15. Propiedades mecánicas del concreto.....	49
Tabla 16. Propiedades mecánicas del concreto.....	50

## Índice de figuras

Figura 1. Concreto Permeable .....	13
Figura 2. a) asfalto normal y poroso, b) concreto poroso .....	16
Figura 3. a) Configuración típica de un sistema de pavimento permeable.....	17
Figura 4. Estructura de pavimento permeable de infiltración total.....	17
Figura 5. Estructura de pavimento permeable de infiltración parcial. ....	18
Figura 6. Escoria de Cobre.....	22
Figura 7. Diferentes Formas de Fibras de Acero.....	24
Figura 8. Ensayo de compresión a probetas cilíndricas .....	25
Figura 9. Ensayo de flexión .....	27
Figura 10. Procedimiento de la investigación .....	35
Figura 11. Cantera Arids Ribas SAC .....	36
Figura 12. Cantera Arids Ribas SAC .....	37
Figura 13. Cantera Arids Ribas SAC .....	38
Figura 14. Trabajabilidad del concreto permeable .....	42
Figura 15. Contenido de aire .....	43
Figura 16. Contenido de aire .....	44
Figura 17. Resistencia a la compresión .....	45
Figura 17. Resistencia a la flexión.....	47

## Resumen

Esta investigación tiene como finalidad determinar Influencia de propiedades del concreto adicionando fibras de acero y escoria de cobre reciclados en pavimento rígido permeable, Lima 2023, se considera una investigación aplicada con un diseño de investigación cuasi experimental, con diseño cuasiexperimental, con método explicativo.

Se observó que los resultados del agregado grueso se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la NTP 400.037, de este modo se logró realizar una adecuada caracterización del agregado grueso. Además, las propiedades físicas del concreto se obtuvieron en el ensayo de trabajabilidad dio 1.02 cm de asentamiento y contenido de aire de 16.91 % de la adición de 7 % de FA y 8 % de EC. Por otro lado, propiedades físicas del concreto por comprensión y flexión se obtuvieron de la adición de 7 % de FA y 8 % a los 28 días 275.71 kg/cm<sup>2</sup> y 91.12 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluyó que la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye de manera positiva en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, debido a los resultados conseguidos por para estudio de los objetivos específicos que resultaron ser beneficiosos para el concreto.

Palabras clave: Fibras de acero, escoria de cobre, concreto, agregados

## **Abstract**

This research aims to determine the influence of concrete properties by adding recycled steel fibers and copper slag in permeable rigid pavement, Lima 2023, it is considered an applied research with a quasi-experimental research design, with a quasi-experimental design, with an explanatory method.

It was observed that the results of the coarse aggregate are within the parameters established by NTP 400,037, in this way an adequate characterization of the coarse aggregate was achieved. In addition, the physical properties of the concrete were obtained in the workability test, giving 1.02 cm of slump and air content of 16.91% from the addition of 7% FA and 8% EC. On the other hand, physical properties of concrete by compression and flexure were obtained from the addition of 7% FA and 8% at 28 days, 275.71 kg/cm<sup>2</sup> and 91.12 kg/cm<sup>2</sup> respectively. It was concluded that the addition of steel fiber and recycled copper slag positively influences the physical-mechanical properties of a permeable concrete for rigid pavement, due to the results achieved by studying the specific objectives that turned out to be beneficial for the concrete.

**Keywords:** Steel fibers, copper slag, concrete, aggregates

## I. INTRODUCCIÓN

Los estudios en todo el mundo creen que las actividades humanas a gran escala son responsables del cambio climático en todas las ciudades, y estos cambios conducen a temperaturas más altas y bajas, lo que resulta en un aumento de las precipitaciones y sequías severas en otras regiones. Uno de los problemas más habituales es el estancamiento de las aguas pluviales, cuya consecuencia directa es la reducción del nivel de servicio de las aceras. (García, 2021). El rápido aumento de la población es un elemento que contribuye a que varias ciudades de todo el mundo estén experimentando problemas con la escorrentía de las aguas pluviales. Este crecimiento ha llevado a la reconstrucción de carreteras y a la fundación de burdos que impiden las filtraciones en su región circundante. La impermeabilización de calles reduce significativamente la infiltración natural de agua en el suelo, lo que provoca inundaciones en las áreas urbanas subyacentes (Reyes, 2018). La norma europea recientemente actualizada EN 206 “Hormigón. Los requisitos técnicos, las características de rendimiento, los criterios de producción y de cumplimiento” incluyeron por primera vez requisitos para el hormigón reforzado con fibra. Además de la EN 206, varios países europeos han emitido directrices y normas para el hormigón reforzado con fibra con anexos nacionales. El Comité Europeo de Normalización (CEN) ha reconocido la creciente importancia del hormigón reforzado con fibras y ha emitido normas armonizadas que contienen requisitos para fibras de acero y fibras de cobre. (Rodríguez, 2020).

Es un problema que existe en todas las naciones del mundo, lo deteriorado en que se encuentran las capas asfálticas de las carreteras. Un gran número de países, incluidos los Estados Unidos de América a través de la Asphalt Pavement Alliance, trabajan continuamente para mejorar tanto sus métodos como sus diseños (APA). A pesar de ello, todavía hay ciertas naciones con importantes deficiencias en sus infraestructuras viarias. Por ejemplo, en las carreteras y caminos rurales de México, el deterioro se debe a las lluvias, que representan el 70% del total del país. (Amoros y Bendezu, 2019). En consecuencia, es vital crear nuevas técnicas para tratar de disminuir su influencia en las ciudades. El hormigón permeable al agua puede reparar la degradación de acuíferos y suelos causada por el hombre. Por ello, el concreto permeable es uno de los enfoques novedosos que se han desarrollado

para hacer frente a estos problemas. En general, ha sido posible crear aparcamientos con pavimentos de hormigón permeable que han conseguido que el agua se filtre al subsuelo. Esto tiene el efecto de minimizar la escorrentía superficial y evitar la profanación, el anegamiento y la degradación de las regiones circundantes. (Martell y Rojas, 2019). El ciclo hidrológico natural se ve alterado por el aumento del crecimiento urbano y el uso de materiales duros como el hormigón o el asfalto. Ambos factores contribuyen a agravar el problema. El concreto consolidado con fibra es actualmente un burdo reconocido para aplicaciones de reconstrucción, ampliamente utilizado para suelos industriales, carreteras, aceras, revestimientos de túneles, estructuras prefabricadas, muros, dovelas prefabricadas, etc. La adición de fibra al hormigón conduce a una ampliación de las posibles aplicaciones del hormigón en la construcción aérea y subterránea. A medida que cambia el momento y la cantidad de lluvia, aumenta el impacto en las ciudades con infraestructura inadecuada. No hay desagües separados para aguas residuales y pluviales, lo que hace que estos últimos se sobrecarguen durante la temporada de lluvias, lo que hace que colapsen y luego se desborden. (Najeeb y Mahdi, 2021). La integridad del pavimento puede verse comprometida y su estado acelerado si se permite que el agua corra por su superficie. Además, se produce una capa de agua que forma un hidro deslizador, lo que, a su vez, crea un posible peligro para la vida del usuario como riesgo que podría producirse. En la coyuntura concurre un sin número de procesos que pueden utilizarse en todo el mundo y que entran dentro de los criterios de la mejora de despreciable recuerdo. (Fernández, 2019).

En el Perú no se ha olvidado del cambio climático, y el país ha sufrido enormes pérdidas materiales y mortales como consecuencia de la falta de infraestructura para combatir los síntomas naturales de la permutación atmosférica, tal el fenómeno de El Niño, que se remonta a 2009. Los años 1997 y 1998 fueron los peores que fueron impactados por el fenómeno del Mega Niño, el cual generó tremendas lluvias, destruyó carreteras y puentes, dañó y causó el derrumbe de muchas casas en el norte de la nación, colapsó buzones y causó plagas. Estos dos años fueron los peores que se vieron afectados por el fenómeno Mega Niño. (Bautista, 2018). Estas cuestiones repercuten en las infraestructuras viarias de mi país, tanto en lo que se refiere a pavimentos flexibles (carreteras) como rígidos

(parques, campos deportivos, aceras, aparcamientos, paseos, etc.). No son material permeable estos materiales, por lo que el agua que queda en la superficie a causa de la lluvia puede generar charcos, riachuelos, obstruir el tránsito de personas que no pueden moverse, a su vez, puede ocasionar tránsito, colapso de canales de drenaje. , en los pavimentos, su estructura sufre debido a que estos mayores volúmenes de agua de lluvia arrastran la base o subrasante del pavimento, causando pérdida de resistencia, asentamientos y afectando principalmente la durabilidad del pavimento. En este sentido, alrededor del 80% de las carreteras del Perú se encuentran en mal estado, especialmente en las regiones del norte. (Vílchez, 2020).

Actualmente el pavimento en Lima se ve afectado por factores climáticos, sobrecargas, etc., deformación y/o fractura del pavimento, lo que ocasiona pérdidas económicas e incluso lesiones, debido a que el pavimento reduce su vida útil al estar expuesto a objetos externos, tales como la lluvia, por lo que se debe tener en cuenta que la construcción del pavimento se debe diseñar de acuerdo con la ubicación y tipo de clima (Pillaca, 2019).

De acuerdo con las preguntas de este estudio se tiene una propuesta general para disminuir el impacto ambiental, pues en este caso de estudio, debido al reciclaje de los materiales de desecho, son las fibras de acero y las escorias de cobre, estos elementos se agregarán en porcentaje para comprobar su efecto sobre la permeabilidad al agua según la cantidad de cemento. Por consiguiente, planteamos la siguiente formulación del problema: ¿Qué efecto tendrá la incorporación de fibra de acero y escoria de cobre reciclada sobre las características físico-mecánicas del concreto permeable que se utilizará para el pavimento rígido de Lima 2023? A continuación, se mencionan los problemas específicos: ¿Cómo se puede determinar el impacto de la inclusión de fibra de acero y escoria de cobre recuperada en las propiedades físicas del hormigón permeable utilizado para el pavimento rígido, Lima 2023?, ¿Qué tipo de efecto tendría la inclusión de fibra de acero y escoria de cobre recuperada en las cualidades mecánicas del concreto permeable cuando se utiliza para hacer pavimento rígido en Lima 2023? ¿Cómo se puede hacer un análisis del impacto que tiene la inclusión de fibra de acero y escoria

de cobre recuperada en el precio del concreto permeable para pavimento rígido en Lima 2023?

Este estudio pretende aportar más información relacionado a la dosificación que tienen los pavimentos para cumplir su objetivo. Los estudios científicos han demostrado que, al agregar fibras de acero y escoria de cobre recicladas, mejora la resistencia a la compresión, la flexión y la permeabilidad de los pavimentos. En las superficies de carretera rígidas, además dado que está diseñado para una mayor resiliencia y una vida más larga, lo esperado es que sea más aplicable en Lima de acuerdo con los estándares académicos establecidos por el Laboratorio de Fibra de Acero y Escorias de Cobre Reciclado (Hinostroza, 2020).

La adopción de un novedoso concepto tecnológico para un modelo de construcción de pavimentos rígidos mediante la adición de fibra de acero y escorias de cobre reciclado al concreto permeable está justificada, dado que la tecnología anterior utilizada no puede garantizar de forma constructiva la rigidez del pavimento de construcción. Las conclusiones del estudio ofrecerán las circunstancias óptimas para añadir mezcla de fibra de acero y escoria de cobre al hormigón permeable para pavimentos rígidos. Esto mejorará la uniformidad y la durabilidad al tiempo que disminuirá la contaminación ambiental. Todos los residuos se ubican en el área de Lima (Hadbawi, 2020).

El contemporáneo asunto de estudio se considera justificadamente de gran preeminencia porque procura plasmar un estudio mecánico-físico del hormigón permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada correspondientemente para ensayos de compresión, resistencia a flexión y permeabilidad para pavimentos de concreto a utilizar como alternativa en la construcción. Las conclusiones de estas pruebas se utilizarán para determinar si el hormigón permeable puede o no utilizarse como unas propuestas en la construcción. Las conclusiones extraídas de estos exámenes servirán de base para determinar si los pavimentos rígidos pueden o no utilizarse como alternativa en la construcción. La investigación se realiza de acuerdo con las etapas del método científico, así como a las normas técnicas de construcción del Perú, evaluando tanto el área de estudio como los recursos que ya se encuentran en ella. Las hipótesis que se presentan en este estudio tienen el potencial de servir de base

para más investigaciones análogas a ésta y tienen aplicabilidad en una variedad de otros campos.

Teniendo en consideración la incorporación de fibra de acero y escoria de cobre recuperada tenga un impacto en las cualidades físico-mecánicas de un hormigón permeable utilizado para pavimento rígido, Lima 2023. La incorporación de la escoria de cobre reciclada y fibra de acero influye positivamente en las propiedades físicas del concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023. El uso de escoria de cobre reciclada y fibra de acero tiene un impacto constructivo en las cualidades mecánicas del concreto permeable utilizado para pavimento rígido en Lima 2023.

El propósito de la indagación consiste en inspeccionar la consecuencia que la incorporación de fibra de acero y escoria de cobre recuperada tiene sobre los parámetros físico-mecánicos de un hormigón permeable utilizado para pavimento rígido, denominado Lima 2023. Determinar cómo el uso de fibra de acero y escoria de cobre recuperada afecta las características fisicoquímicas del concreto permeable cuando se aplica a la construcción de pavimento rígido, Lima 2023. El propósito de la indagación consiste el efecto que tiene la incorporación de fibra de acero y escoria de cobre recuperada sobre las cualidades mecánicas del concreto permeable utilizado para pavimento rígido en Lima 2023. Examinar las formas en que la inclusión de fibra de acero y escoria de cobre recuperada podría afectar al precio del hormigón permeable utilizado para pavimentos rígidos en el año 2023 en Lima.

## II. MARCO TEÓRICO

Se dará inicio al desarrollo de los antecedentes mencionando a; Ortegon & Méndez, (2018). En su análisis titulado "Carabobo 2018 Publicación de la Resistividad del Pavimentos elaborado con material permeable como Concreto", encontró que tenía una mayor resistencia al daño el concreto permeable. Dado que éste es el objetivo principal del estudio que se mantiene en su momento, el esfuerzo actual se centraliza en la recolección de datos relativos a la resistencia de los pavimentos de hormigón permeable. Se ha creado un procedimiento experimental descriptivo que también adopta un enfoque cuantitativo para poder cumplir el objetivo planteado. Este método consistió en la fabricación de dos mezclas de hormigón permeable, una con partículas finas y otra sin ellas, con la finalidad de elevar la resistencia a la flexión y la permeabilidad de cada una de las mezclas. Estos son los valores logrados para la capacidad resistente de flexión utilizando partículas finas de 25.964 kg/cm<sup>2</sup> y sin partículas finas de 12.163 kg/cm<sup>2</sup> se ajustan a los niveles estipulados por las normas internacionales. En cuanto a la gravedad específica de los especímenes de hormigón permeable analizadas, se adquirió un valor de 1698,55 kg/m<sup>3</sup> en el prototipo que exclusivamente contenía árido grueso, pero la muestra que contenía material fino produjo un valor de gravedad específica de 1947 kg/m<sup>3</sup>. Las derivaciones de transmitancia de 21,946 mm/s y 25,11 mm/s muestran valores muy altos, aunque se localizan intrínsecamente de las cuantificaciones deseables en comparación con algunos estudios previos. A la vista de los resultados, se podría llegar a la inevitable conclusión de que los valores actuales del concreto permeable sin y con partículas finas no cumplen con los valores de módulo de ruptura determinados por AASTHO 93. La alta permeabilidad que se ha establecido permite producir formas de hormigón que tienen una mayor proporción de partículas y cemento en esta mezcla, por lo que el coeficiente de permeabilidad se mantiene por encima de la mayor intensidad de lluvia del país, pero al mismo tiempo aumenta su módulo de ruptura, posiblemente a un nivel comparable al normal. El concreto es bastante plano. Alto flujo.

Olortin & Chuquiyaury, (2020). En su investigación "Utilización de la cal como agente cementante en la producción de hormigón permeable". La exploración actual se funda básicamente en la comprobación de la resistencia de pavimentos de

hormigón permeable. Se empleó una técnica de caracterización experimental y se estableció una metodología cuantitativa para dar cabida en el diseño al uso de residuos mineros (jal) en lugar de arena (25%) y cemento (20%). Esto se hizo para cumplir los propósitos que se tenían adherido para el caso. Resistencia, permeabilidad y porosidad del material. La mezcla se comparó con el hormigón permeable convencional a escala piloto (arena-grava-cemento-agua). Las muestras se prepararon por triplicado de acuerdo con las normas nacionales. Tras 24 horas de preparación, las muestras se desmoldaron y se sometieron a un curado normal (28 días de remojo en agua caliente). A los 28 días a) se alcanzó la máxima resistencia en el hormigón permeable (89,29 kg/cm<sup>2</sup>), b) utilizando un 19% de jal como ligante (102,97 kg/cm<sup>2</sup>), c) utilizando un 26% de jal como arena (87.56 kg/cm<sup>2</sup>). El hormigón con un 20% de jal como ligante alcanzó la mayor permeabilidad y porosidad (121,53 L/min/m<sup>2</sup> y 18,98%, correspondientemente). En resumen, el hormigón permeable con un 20% de gel como ligante es adecuado para aceras, carriles bici y carreteras.

De acuerdo con las conclusiones (Schwantes et al., 2018). Su estudio se titulaba "Atribución de la participación de la porción delicada del incorporado grueso en el rendimiento del hormigón permeable". El diseño de esta averiguación consistió en el cambio generado en la proporción de incorporado fino y agregado grueso tiene sobre las particularidades artefactos e hidráulicas del hormigón permeable. Utilizar métodos experimentales descriptivos y aplicar métodos cuantitativos. Para este desarrollo se tomaron muestras con agregado grueso de 18 mm (B3), 9,4 mm (B1) y una mescolanza 49/49 de ambos áridos (49B3/49B2). Las consecuencias muestran que el hormigón permeable 49B2/49B0 tiene la excelente firmeza y alcanza los 19 MPa, mientras que, en procesos hidrológicos, el B3 tiene el factor de filtración más alto de 4.31 mm/s con una capacidad portante promedio de 10 MPa y permeabilidad última. de B0 es de unos 3 mm/s, la firmeza del artefacto es de 9,48 MPa. Se concluyó que el alineamiento mejorado de las partículas y la porción de grano fino del propio relleno explicaban los mejores resultados mecánicos. Curiosamente, la baja resistencia del hormigón permeable suele estar relacionada con la fragilidad de la interfaz entre los áridos.

Según las conclusiones del estudio de González y Díaz (2021) titulado "Caracterización de escorias secundarias de cobre y la actividad puzolánica evaluada ". El objetivo del presente estudio era descubrir si una escoria secundaria de cobre conocida como ECS, creada por una compañía de la zona del Cañón del Cauce, podía utilizarse como adición en el transcurso de producción de hormigón. La calificación de esta escoria mencionada fue el primordial requisito de la exploración. La distribución granulométrica (DTP), la escoria fina de cobre reciclada (ECF) fueron evaluadas utilizando el método determinado en ASTM C 311, y determinadas mediante el índice de actividad de resistencia. (IAR), se comprobó que la ECF cumplía los parámetros químicos y de tolerancia necesarios para ser clasificada como puzolana, con un IAR que fue del 67,37% a los 7 días y del 78,56% a los 28 días. Según estos resultados, el residuo que queda tras la creación del material puede utilizarse con fines de consolidación demás, se descubrió que la leucita y el piroxeno son los trascendentales dispositivos minerales de la FCE, el cual llega a 45,8% del período vítreo está compuesta por escoria. Esta información se obtuvo mediante investigación.

Según Sandoval (2021) su objetivo principal era examinar el rendimiento tanto del hormigón simple como del hormigón al que se habían añadido fibras de acero al 12% y al 14%, con el fin de evaluar si aumentaba o no la capacidad de soporte de la presión, y que llegaron a las siguientes conclusiones como resultado de su investigación: La compresión aumentó gracias a la inscripción de nervios de metales en cilindros de acero, y descubrieron que la mezcla del 14% tenía la mayor resistencia media a la compresión de 4324 psi, que era superior a la firmeza a la compresión de la miscelánea de hormigón en un 13,65%. Así mismo, la mezcla del 14% tenía la mayor capacidad. No hubo necesidad de adición. Además, el colapso de la columna cilíndrica que no tenía nervios aglutinadas no poseyó período de responder, puesto que el hormigón se rompió cortos minutos después de conseguir su resistencia más grande, lo que dejó al rollo en un escenario en el que había fracasado por completo. Esto se debió a que el hormigón se rompió sólo unos segundos después de alcanzar su máximo nivel de resistencia. Ello se debió a que las grietas aparecieron en el hormigón pocos segundos después de alcanzar su máxima resistencia. Este fallo es menos catastrófico y mantiene el 80% de la forma

cilíndrica, en contraste con el fallo que se produce en los cilindros reforzados con fibras, que da lugar a una fractura cónica de cortes y cizallamientos cilíndricos.

Según López, Collado y Morante (2019) su averiguación tuvo el requerimiento de rastrear los cambios en las características mecánicas producidos por la compresión radial y la permeabilidad. Estos cambios incluyen variaciones en la firmeza a la tracción y a la compresión, por ejemplo. El tipo de método se conoce como diseño experimental cuantitativo. Durante el proceso de desarrollo, se realizaron 4 diseños de mezclas, teniendo en cuenta los semejantes discernimientos de boceto; relación agua-cemento 0,36, relación de porosidad 16,30%, incorporado fino 10%,  $b/b_0 = 0,93$ , volumen de lechada 24,5% (Mezcolanza clase I: hormigón base porosa, Mezcolanza tipo II: hormigón poroso (PC) en 1.09% de achiote) (MN), Mezcolanza tipo III: PC con 3% de MN y mezcla tipo IV: PC con 5% de MN (en peso de cemento). El rendimiento de la mezcla de tipo II, que se preparó con mucílago de achiote, fue superior al de las mezclas de tipo III y tipo IV, ambas elaboradas con mucílago de achiote. La resistencia a la compresión de la combinación de tipo II se midió en 231,48 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia a la tracción se midió en 21,14 kg/cm<sup>2</sup>, y la porosidad se midió en 0,77 cm/s. Debido a esto, es posible llegar a la conclusión de que la incorporación del mucílago que ha sido extraído del cacto (*Opuntia indica-ficus*) en la estructura de la mezcla de concreto poroso eleva la firmeza a la compresión del concreto mientras que, por otro lado, la resistencia a la tensión tiende a disminuir como resultado de la compresión radial y la permeabilidad.

Angélica, (2021). En su estudio titulado "La modificación de la añadidura de fibras reciclables de polietileno en las particularidades del hormigón poroso para pavimentos de tránsito ligero", descubrieron que la añadidura de los nervios tenía un efecto en las cualidades del hormigón. El requerimiento de esta exploración era valorar el efecto que tendría la añadidura de fibras de PET en el hormigón permeable sobre el rendimiento del material cuando se utiliza para pavimentos de tráfico reducido. El diseño fue un experimento con un componente cuantitativo, y la variable independiente fue modificada a propósito para que el impacto pudiera ser observado en la dependencia de la variable. El grupo de revisión no tenía aditivos, pero en los grupos experimentales se habían añadido fibras de PET al 0,25 %, 0,50

%, 1,00 % y 1,50 % de la masa de cemento en tamaños de 2 mm x 45 mm. El diseño híbrido utiliza una dimensión de incorporado de núcleo #8 (1/4") con una correspondencia w/c de 0,37 y un implícito de vacíos del 18 %. Para encontrar los excelentes resultados de las pertenencias del hormigón poroso, realice pruebas individuales para cada uno de ellos de acuerdo con las normas pertinentes. La adición de fibras de PET afectó significativamente a la consistencia (coincidencia) y al peso base a medida que aumentaba el porcentaje de adición. No importa si el vacío está fresco o endurecido. Por otra parte, la dirección que pertenece a la firmeza a la compresión, el porcentaje óptimo de adición es del 0,50%, y la resistencia es de 193,87 kg/cm<sup>2</sup>; de esta manera, en lo que respecta a la resistencia a la flexión, el porcentaje óptimo de adición es del 1,00%, y la resistencia es de 19,59 kg/cm<sup>2</sup>; estas cifras pueden consultarse en la tabla siguiente. En cuanto a la posible resistencia al deterioro por recuerdo y desgaste, el inmejorable fue 0,49%, logrando 29,11%. Esto se consiguió alcanzando el máximo. Por último, la permeabilidad, tanto en el laboratorio como en el campo, el resultado óptimo es 0,25% de fibra PET.

De acuerdo con Sánchez, (2018). En su estudio, encontró que, el objetivo del siguiente estudio fue investigar la conducta del hormigón poroso con la adición de tres dosis de nervio de vidrio. Aquí se utiliza un tipo sistemático de su clase denominado diseño experimental cuantitativo. Para los objetivos de desarrollo se creó un diseño para una mezcla de hormigón permeable al 15% de acuerdo con las especificaciones ACI 211.3R-02. Para cada muestra, se fabricaron un total de dieciocho especímenes de prueba de compresión axial y se sometieron a sus pruebas de acuerdo con la norma ASTM C 39. A los siete, catorce y veintiocho días después del curado, un total de 72 muestras fueron sometidas a pruebas para evaluar la penetración del hormigón. Se analizaron un total de cuatro muestras, y los resultados indicaron la eficacia de tres tratamientos diferentes de nervio de vidrio (0,09%, 0,11% y 0,16%), así mismo del valor de referencia (0,01% de nervio de vidrio). En el experimento, se fabricaron tres paneles separados para cada espécimen de prueba de contrato con la norma ASTM C 1701. Los resultados logrados muestran que las fibras de vidrio modifican las particularidades del hormigón permeable, aumentando significativamente la firmeza a la compresión del hormigón poroso y disminuyendo al mismo tiempo la porosidad de este hormigón

con la adición de más fibras de vidrio; sigue funcionando porque la regulación de filtración con mayor perjuicio según la estación de Weberbauer es privilegiado a la brusquedad consejo matriculada en Cajamarca.

Se menciona Acosta, Troncoso y Flores (2022), en su trabajo teniendo en cuenta el propósito de esta investigación, se realizarán pruebas de laboratorio para evaluar cómo influye la introducción de escoria de cobre en el hormigón en el contenido del material para sobrellevar arranques mecánicos. El propósito de la investigación es conseguir un tipo de hormigón que no sólo sea más resistente a los impactos adversos del entorno, sino que también tenga una vida útil más larga. Se recomienda utilizar las siguientes proporciones de escoria en lugar de árido fino y hormigón: 20%, 30% y 40%, respectivamente. Esta investigación se llevó a cabo utilizando la metodología cuantitativa, y su diseño general era de naturaleza cuasiexperimental. Se trataba de un tipo aplicable. El examen se llevó a cabo utilizando 60 especímenes distintos como muestras, y se descubrió que la escoria de cobre que contenía un 30% tenía la máxima durabilidad a la compresión de las tres formas distintas de resistencia. El resultado de la averiguación fue que la firmeza a la compresión fue de 252,07 kg/cm<sup>2</sup>, lo que supuso un 18,38% más que la resistencia para la que se había diseñado. El modelo de falla para la tenacidad a la flexión es de 39 kg/cm<sup>2</sup>, un 12,49% superior al del hormigón normal. El resultado del ensayo de tenacidad a la tracción es de 33,03 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una modesta mejora del 7,18%. sobre el valor del hormigón común. Indicó que la añadidura de escoria de cobre de la mezcla de hormigón tuvo un impacto beneficioso sobre las cualidades mecánicas del hormigón, mostrando que la resistencia nominal del hormigón aumentó como resultado de la adición de la escoria.

Según los hallazgos de Adrianzen y Azula (2021), la tesis cuyo título de trabajo es "El comportamiento mecánico del hormigón tras la inclusión de elementos finos de acero para alcanzar una entereza de 480 kg/cm<sup>2</sup>", Su búsqueda fue determinar cómo interviene la incorporación de elementos finos de acero en el hormigón con una firmeza de 480 kg/cm<sup>2</sup>; se alcanzaron los siguientes resultados: En comparación con el concreto que no contiene fibra de acero, la tenacidad a la flexión del hormigón que sí contiene fibra de acero se incrementa en 157.20%, 180.50% y

171.52%, respectivamente, cuando se adicionan 19, 29 y 39 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero. En el escenario de tracción indirecta, el incremento se calcula de la siguiente manera en comparación con el hormigón convencional: 153,96% para el caso con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra, 165,62% para el caso con 30 kg/m<sup>3</sup>, y 163,43% para el caso con 39 kg/m<sup>3</sup> de fibra. Cuando se añade Sikament 290 N al hormigón, la resistencia a la flexión de la mezcla mejora en un 137,21%. Además, el hormigón se expande un 157,20%, 180,50% y 171,52%, respectivamente, cuando se incluye fibra de acero a razón de 20, 30 ó 40 kg/m<sup>3</sup>. Si se comparan con el hormigón normal, que experimenta un aumento del 137,21%, estas cifras representan un incremento. Sin embargo, en tracción y flexión, la querencia de 19 y 29 kg/m<sup>3</sup> de nervios es más favorable que el del hormigón normal debido a la elevada resistencia mecánica. Esto es así debido a la elevada resistencia mecánica. Por otro lado, un hormigón económicamente inviable resulta de la agregación de 39 kg/m<sup>3</sup> de nervios de acero a la mezcla.

Como bases teorías tenemos lo siguiente:

Hormigón poroso, es un elemento combinado por cemento, áridos gruesos, una cantidad limitada de áridos finos, aditivos y agua, tal y como establece la norma (Lachira y talledo, 2019). Estos componentes permiten producir materiales resistentes al desgaste que tienen poros interconectados con un tamaño de abertura de entre 2 y 8 milímetros, lo que aprueba que el líquido filtre fácilmente en el material. La firmeza a la compresión habitual es 280 kg/cm<sup>2</sup> a 29 días, y la porosidad, que determina cuánta agua puede pasar a través de él, oscila entre el 15% y el 35%. La permeabilidad puede oscilar entre 79 y 729 lts/s/m<sup>2</sup> en función del volumen de las partículas y de la consistencia de la mezcla. En la figura 1 se observa el concreto poroso. Gestión de los contaminantes de las aguas de lluvia; ampliación de los aparcamientos, con la consiguiente reducción de la demanda de espacios de almacenamiento de agua; reducción del deslumbramiento en la mayoría de las superficies pavimentadas, en particular durante la noche disminución del ruido como resultado del contacto entre los neumáticos y la carretera; supresión o reducción importante del tamaño de los desagües pluviales existentes.

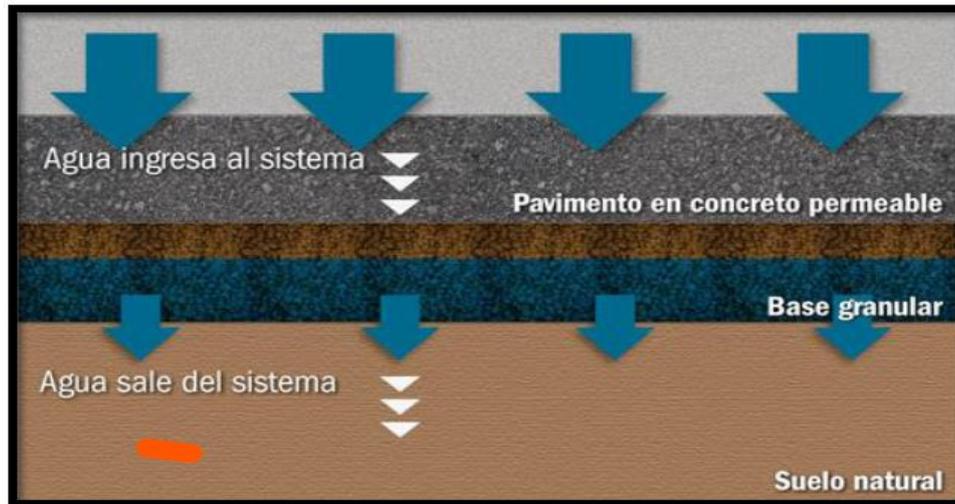


Figura 1. Concreto Permeable

Fuente: Lachira y Talledo (2021).

En cuanto a la aplicación, hay muchos otros usos para el hormigón permeable, que se ha empleado en diversos contextos, particularmente en la construcción de pavimentos, principalmente como resultado de su permeabilidad, así como de sus buenas cualidades para el control del agua de lluvia. A continuación se enumeran las ventajas que pueden obtenerse utilizando pavimentos de hormigón permeable en lugar de pavimentos de hormigón normales: Gestión de los contaminantes de las aguas de lluvia; ampliación de los aparcamientos, con la consiguiente reducción de la demanda de espacios de almacenamiento de agua; reducción del deslumbramiento en la mayoría de las superficies pavimentadas, en particular durante la noche disminución del ruido como resultado del contacto entre los neumáticos y la carretera; supresión o reducción importante del tamaño de los desagües pluviales existentes; entre otras ventajas, admite que el líquido y el viento lleguen a la base del agrura, donde se encuentran las raíces (Lachira y Talledo (2021).

La superficie de rodadura de aparcamientos y calzadas con escaso tráfico se compone a veces de una capa de rodadura de hormigón permeable. El elemento igualmente se emplea en incomparables diligencias que exigen sus particularidades, como losas y muros en que se requiere la durabilidad y resistencia del material, es necesario aumentar la absorción acústica, así como la capa superficial de pavimentos en parques, aceras y pasos peatonales Lachira y Talledo (2021).

Requisitos para el diseño, en el transcurso del proceso de diseño se tuvieron en cuenta tres etapas: el análisis del estudio de viabilidad, las dimensiones de los elementos esenciales y el diseño final de las características detalladas. posibilidad. Para establecer si las precipitaciones de la superficie pueden filtrarse o no en el suelo bajo el pavimento y permiten emplear pavimentos porosos, un estudio de viabilidad utiliza la información de que se dispone actualmente sobre las propiedades tanto el propio suelo como las aguas subterráneas que se encuentran bajo él, aunque el hormigón permeable se utiliza en Estados Unidos desde hace más de 20 años en la construcción de pavimentos, se han realizado muy pocas investigaciones sobre la eficacia de este material (Monrose, 2020).

- Dimensionamiento. Para dimensionar adecuadamente los pavimentos porosos y sus componentes primarios es necesario analizar las características de la topografía y del suelo de base, además de la investigación hidrológica e hidrogeológica.
- Diseño detallado. La siguiente fase del proceso de diseño consiste en concentrarse en el diseño detallado, que se traduce en los planos de construcción junto con los requisitos técnicos generales y particulares de dichos planos. Una vez calculados los distintos espesores de las capas del firme, esta fase del proceso de diseño puede considerarse completada.

Las características del hormigón permeable vienen determinadas principalmente por su porosidad, también conocida como proporción de huecos, esto a su vez, está se rige por factores como el aumento de polvo cementicio presente, la proporción de cemento y líquido, el grado de compactación de los áridos, así como su granulometría y calidad. Las cualidades de resistencia del material del mismo modo se distinguen jactanciosas por la dimensión de los poros de la sustancia. Aunque el hormigón permeable se utiliza en Estados Unidos desde hace más de 20 años en la construcción de pavimentos, se han realizado muy pocas investigaciones sobre la eficacia de este material. (Pohl, 2020).

Impacto Ambiental, el hormigón convencional se utiliza a menudo en la construcción de calzadas, carreteras, aceras y otros lugares similares. El hormigón permeable, por otro lado, se ha utilizado durante muchos años como una alternativa ecológica al hormigón convencional. Esto se debe al hecho de que el hormigón

permeable tiene ventajas excepcionales, como la tecnología de alta permeabilidad que proporciona, debido a estas propiedades desde hace muchos años, el hormigón permeable se considera una solución preferible comenzando en el lugar de perspectiva ecológico. La particularidad del líquido de lluvia es considerada favorablemente por grupos gubernamentales y no gubernamentales a escala mundial, incluida la Agencia de Protección Ambiente. (EPA,2017).

Los adoquines, las aceras y las zonas de césped impermeables impiden tanto el viento como el líquido pueden lograr a los raigones de la planta. por lo que es difícil que las plantas crezcan en estos lugares. El hormigón permeable hace que la vegetación vecinos absorban más aire y agua y que las aceras se aprovechen al máximo (Ivala, 2018).

Tipos de Concreto poroso para Pavimentos, en las losas convencionales, el hormigón poroso se fabrica normalmente superponiendo un material triturado en el pavimento y un sellador superficial. Este tipo de hormigón está diseñado para soportar el tráfico de automóviles. En el diseño de pavimentos tradicionales, uno de los objetivos más importantes es mantener la solidez estructural de los cimientos y la subrasante evitando que el líquido se infiltre en el territorio a través de sellos y juntas del pavimento. El principal objetivo de la construcción es la fiabilidad y durabilidad del objeto. Este objetivo se puede lograr con la ayuda de elementos de reconstrucción de inmensa disposición y el trabajo profesional de los constructores. El hormigón se considera el más duradero y el más demandado durante la construcción de cualquier proyecto de construcción. Para la construcción de estructuras de paredes delgadas se utiliza un tipo especial de este material. Hormigón de grano fino de alta resistencia. Ausencia de piedra triturada en la solución y grava, le permite utilizarlo para varios edificios. Aplica para diversos trabajos de acabado exterior e interior, construcción de estructuras hidráulicas (puentes, muelles), construcción de tabiques interiores. Popular para trabajos de construcción y renovación en habitaciones con microclimas tanto secos como húmedos. Muy a menudo, el hormigón de grano fino se utiliza en zonas residenciales donde hay escasez o ausencia de agregados gruesos (grava, piedra triturada, etc.). Esto evita altos costos financieros para la entrega de ingredientes tradicionales con gran tamaño. De materias primas similares, superficies de

carreteras, tuberías y diversos sistemas de tratamiento de agua y otras estructuras hidráulicas. Entre ellos puedes listar como cúpulas, bóvedas y conchas. Al mismo tiempo, a pesar del pequeño espesor de la pared, tales estructuras tendrán una alta capacidad de carga, Será ligero y relativamente económico. Coexisten distintas variedades de pavimentos poroso, cada una de las cuales puede clasificarse en función del material de superficie del que están hechos. Este tipo de superficie se compone de dos subtipos, que son el pavimento de hormigón poroso y el pavimento de asfalto penetrable. (Lino y Quispe, 2020).

Pavimentos permeables de hormigón filtrable, la capa superior de este pavimento se denomina capa de rodadura y está compuesta por una composición indistinta de insumos gruesos, cemento y agua. Dado que el aumento del porcentaje de huecos es lo que provoca la pérdida de resistencia en el primer escenario, la mezcla se construyó con el propósito de aumentar la entereza del material ajustando la compensación de cemento y agua en la mezcla. Esta combinación produce una estructura porosa con poros abiertos que permite el paso del agua. (Palacios y Romero, 2021). En la figura 2 se representa las 2 clases de asfaltos, uno es normal y el otro es poroso.

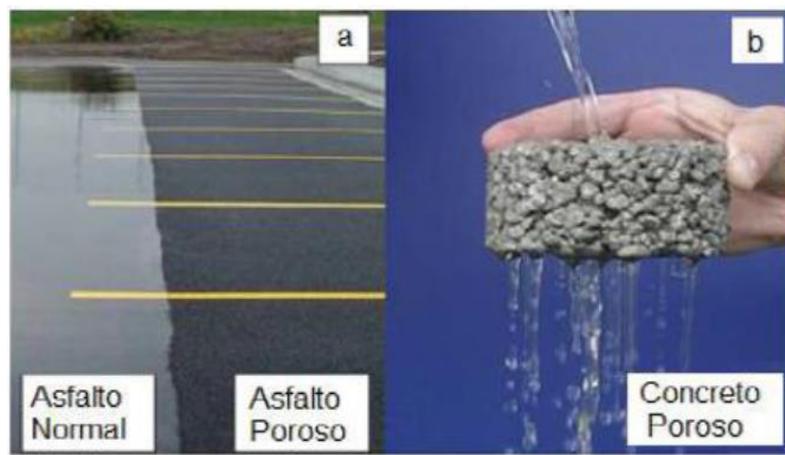


Figura 2. a) Asfalto poroso y normal, b) concreto filtrable

Fuente: Fletcher, Deletic, Mitchell, & Hatt, (2018).

Para gestionar mejor las aguas pluviales y proteger el medio ambiente, se han creado revestimientos permeables capaces de favorecer la penetración de las precipitaciones en diversos sustratos. El agua de lluvia se deja filtrar lentamente en la tierra o se conduce a un sistema de drenaje de aguas pluviales, si se deja que

se filtre lentamente en el suelo, se desvía para su uso posterior o se almacena (Fletcher, Deletic, Mitchell, & Hatt, 2018). En la imagen 3 se observa la configuración inconfundible de un régimen de pavimento poroso y pavimento filtrable.

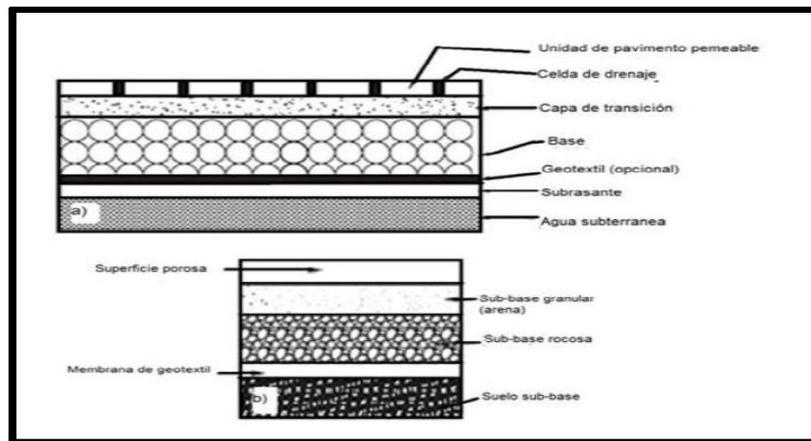


Figura 3. a) Configuración típica de un sistema de pavimento poroso. b) Configuración típica de un sistema de pavimento filtrable.

Fuente: Scholz & Grabowiecki, (2016)

El gráfico siguiente muestra cómo pueden utilizarse los sustratos para penetrar y retener el agua en algunos o en todos sus poros, en distintos grados. Cuando se trata de penetración, el territorio nativo (subsuelo) requiere poseer el contenido de absorber esta agua para reponer adecuadamente el acuífero. (Watanabe & Interpave, 2018). En la figura 4 se observa la estructura filtrable de porosidad total.

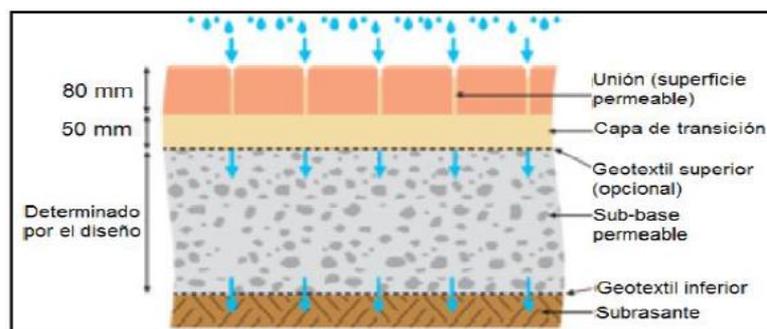


Figura 4. Estructura de pavimento permeable de infiltración total.

Fuente: Watanabe & Interpave, (2018)

En cambio, la retención se utiliza en situaciones en las que se necesita agua, pero la tierra tiende a ser impermeable. La infiltración es un método que puede utilizarse

para recargar el acuífero. (Watanabe & Interpave, 2018). En la figura 5 se observa la disposición de pavimento filtrable de porosidad parcial.

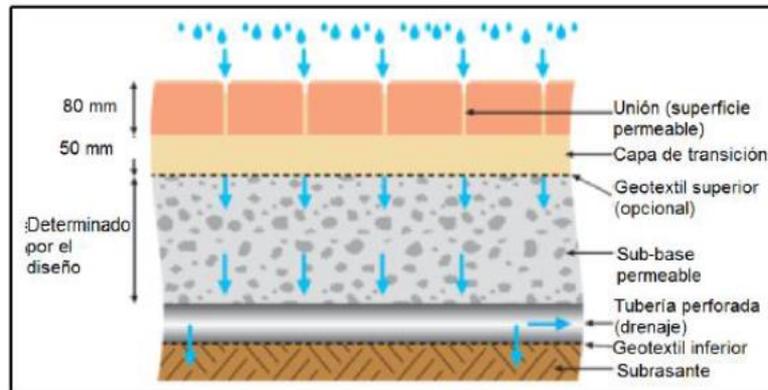


Figura 5. Estructura de infiltración parcial.

Fuente: Watanabe & Interpave, (2018)

#### Causas de gaste y daño del pavimento.

- Presión, la infiltración de material se ve facilitada en gran medida por los cambios en las condiciones del viento que permiten que las partículas arrastradas se erosionen, así como por los ciclos de humectación y secado, calentamiento y enfriamiento, especialmente en estructuras sumergidas en el lecho marino. Juega una tarea importante. Teniendo en cuenta la influencia de las aplicaciones repetidas de cargas de los vehículos sobre el valor parámetros del suelo en la condición de Coulomb-Mohr. Aclaración de los límites de las zonas climáticas de las carreteras y la humedad del suelo en ellas, lo que permite es más correcto aceptar valores estándar de adherencia y ángulo de fricción interna con y exposición de la atribución de las particularidades del diseño de carreteras sobre el contenido de humedad de suelos cohesivos ropa, como resultado de lo cual se realizaron modificaciones a la norma actual. (Velarde, 2017).
- Humedad, dado que la presencia de agua es un componente esencial en el deterioro, el contenido de humedad del hormigón, y no la atmósfera que lo rodea, debe considerarse el aspecto más significativo a tener en cuenta. Cálculo de la resistencia al corte de suelos de subrasante y arena adicional. Las capas base se utilizan el método de diseño de pavimentos de carreteras creado sobre esta base. Instrucciones para el diseño de pavimentos no

rígidos. Esto se aplica a las condiciones de funcionamiento de las capas en contacto, el impacto de cargas dinámicas, etc (Velarde, 2017).

Ámbito de atención, en el presente campo se considera mayor típicos de hormigón periférico son las aceras de escaso cambalache en caminos locales, aparcamientos, jardines, bordes e instalaciones para velocípedos. Otras aplicaciones son los parques. El hormigón diseñado para ser permeable fue uno de los materiales desarrollados a manera de porción de los expedientes a los retos de la misión del líquido urbano. El presente modelo de expansión urbana se traduce en la reconstrucción de enormes áreas impenetrables, que obstaculizan la circulación originario del líquido y tienen repercusiones negativas, se presentan datos experimentales que reflejan la relación y los patrones de disminución de la resistencia a las heladas del hormigón sometido a la acción simultánea de cargas dinámicas aplicadas concentradamente estáticas (para compresión, diferentes niveles del indicador correspondiente de resistencia del hormigón) y de choque. Se ha confirmado la regularidad de la relación entre la destrucción acelerada por heladas del hormigón y la acción de cargas mecánicas que provocan fisuras en su estructura. (Camac, 2018). Requerimientos de especímenes de carreteras:

a) Exigencias de resistencia, es bien sabido que las imposiciones ejercidas en los pavimentos provocan voluntades de naturaleza compresiva y flexiva. Dado que el hormigón puede soportar muchos menos esfuerzos de flexión que de compresión, los diseñadores de pavimentos deben prestar mayor atención a los esfuerzos de flexión y estipular el volumen de la capilla de desgaste manipulando el módulo de rotura (MR). Esto se debe al hecho de que el hormigón puede agrietarse bajo esfuerzos de flexión más que bajo esfuerzos de compresión. Los especialistas del sector vial han intentado mejorar este cálculo de varias maneras. Introducir documentos normativos nuevos y aclarar los existentes en los criterios coeficientes que tienen en cuenta las diferencias entre el esquema de diseño y las condiciones reales de funcionamiento del suelo. En el proceso de ensayo se utilizarán las normas ASTM C78/C78M. (CE.010, 2019).

b) Exigencias de trabajabilidad, el uso de material cementico para aceras sólo demanda un nivel básico de conocimientos de construcción. La trabajabilidad puede verse presuntuosa por una sucesión de elementos, como el aumento de

humedad presente, la gradación del árido y la porosidad. El requisito de caída para el recubrimiento con encofrado deslizante oscila entre 15 y 40 milímetros. La caída superior del hormigón vertido a mano, con vibrador o con rodillo no debe ser inferior a 100 milímetros. (NTP 339.035, 2018).

La proporción de vacíos, el arranque de compactación, la granulometría de los áridos utilizados, la correspondencia agua/cemento y la cantidad de agregados manipulado influyen en la determinación del porcentaje de espacios abiertos presentes en las mezclas de hormigón permeable. (ACI 522-06, 2006). La mezcla de hormigón permeable como la proporción de huecos en la mezcla muestran una fluctuación lineal entre sí. En comparación con su porosidad, su permeabilidad muestra un grado de variación exponencialmente creciente. La proporción de porosidad en el hormigón transparente contribuye a un aumento de la permeabilidad del material, pero esto también se transcribe en una contracción de la tenacidad a la compresión unilateral del material.

Dimensiones máximas, lugar de origen y grado de rugosidad superficial, al fabricar el concreto permeable, se restringe la cantidad de lechada que se utiliza; en consecuencia, la resistencia del hormigón se rige por el grado en que las partículas entran en contacto entre sí. Estas interacciones pueden lograrse utilizando sedimentos fluviales que sean esféricos y lisos. (Crouch et al. 2018) revelaron que el uso de estos áridos, debido a la forma y textura de los propios áridos, En comparación con las mezclas que incluían partículas angulares y gruesas, se provocó una reamortización del importe de huecos presentes en la mezcla. Como el material contiene menos huecos, es más resistente porque esto hace posible que las partículas se entrelacen más estrechamente entre sí. No hay una diferencia perceptible, en términos de permeabilidad, entre utilizar agregados que son redondos o los que son angulares.

Relación de agua/cemento ( $w/c$ ), la relación agua-cemento del hormigón poroso debe situarse entre 0,27 y 0,30 para obtener la combinación óptima de permeabilidad y resistencia. (National Concrete Pavement Technology Center, 2019). Esta relación es baja y, en consecuencia, la mezcla que se produce es difícil de trabajar. El inconveniente más significativo por los conductos internos hasta el fondo de los elementos (losas, pilares, etc.), obstruyéndolos y restringiendo así el

paso del agua. Este es el inconveniente más importante de aumentar la relación agua-cemento. En este escenario, es posible alcanzar valores adecuados para la entereza a la compresión directa, pero la permeabilidad será muy pequeña. (Navarro, 2021).

Correspondencia gruesa/cemento (Ag/c), si la proporción entre áridos y cemento es baja, habrá un mayor porcentaje de lechada en la mezcla. El resultado es una unión más fuerte entre las partículas de árido, lo que a su vez aumenta la resistencia del material. Sin embargo, si hay un mayor porcentaje de pasta de soldadura, esto dará lugar a que se rellenen más huecos, lo que conllevará una menor penetración. Navarro, (2021) Tras realizar investigaciones sobre recomendaciones AG/c que oscilaban entre 4/3 y 8/7, los autores llegaron a la conclusión de que esta variable no altera significativamente la permeabilidad mientras la pasta no provoque taponamientos. Por otra parte, descubrió que la correspondencia AG/c que daba lugar a una tenacidad admisible del revestimiento se situaba entre 4/1 y 5/1.

Cobre, es aquel elemento que se emplea para conducir la electricidad por su elevada conductividad eléctrica, su capacidad para desfigurarse sin fragmentarse, su gran flexibilidad y elasticidad, su obstinación al deterioro y su expedición de transformación. Posee un brillo metálico y un tinte rojizo, y está clasificado como metal de transición. Tiene una dureza MOHS de 3,0 y una densidad teórica de 8,96 gramos por centímetro cúbico. El material tiene una conductividad térmica de 400 W/(Km), lo que lo sitúa en la categoría de los de alta conductividad térmica (Pérez, 2016).

Proceso de la obtención de la escoria de cobre, es un subproducto esencial que se forma como resultado del proceso pirometalúrgico que tiene lugar en los altos hornos de las fusiones. Se produce en el proceso de derretimiento del condensado de cobre, cuando se aparta el concentrado de cobre de la roca huésped y se retira ésta. Este paso es necesario para el proceso. La translucidez de la sustancia vítrea disminuye como resultado directo de la reacción química que tiene lugar (Flores Gonzales & Fuentes Carranza, 2021). El inconveniente más significativo por los conductos internos hasta el fondo de los elementos (losas, pilares, etc.), dado que el hormigón puede soportar muchos menos esfuerzos de flexión que de compresión, los diseñadores de pavimentos deben prestar mayor atención a los

esfuerzos de flexión y determinar el grosor del manto de desgaste utilizando el módulo de rotura (MR). En la imagen 6 se observa la escoria de cobre.



*Figura 6. Escoria de Cobre*

*Fuente: Baldoceca Pérez & Vega Romero (2019).*

Principales usos de la Escoria de Cobre, estos residuos metalúrgicos no se manipulan de forma general en la fabricación; sin embargo, tienen utilidad en los siguientes ámbitos: Utilización de equipos de chorreado de aire comprimido para realizar chorreado de arena, pulido y afilador en las áreas de organizaciones resistentes. En comparación con procedimientos más convencionales como el chorreado de vidrio o partículas de elastómero, por ejemplo, la escoria es el corpúsculo mayor cantidad de rugosidad que se emplea en el proceso. Construcción de calzadas utilizando grava compuesta de gránulos. Se utiliza habitualmente en Estados Unidos y Europa para mejorar la calidad de la base del subsuelo de carreteras y autopistas, así como del metro. Bloques de hormigón clínter prefabricado para su uso en la construcción de estructuras, muros divisorios o muros de contención. Reduce el gasto en materiales a la vez que mejora notablemente su capacidad de resistencia al agua. Estos ladrillos son capaces de soportar altas temperaturas sin sufrir ningún cambio en sus cualidades físicas, químicas o mecánicas. (Quispe Tacca & Ortiz Mamani, 2020).

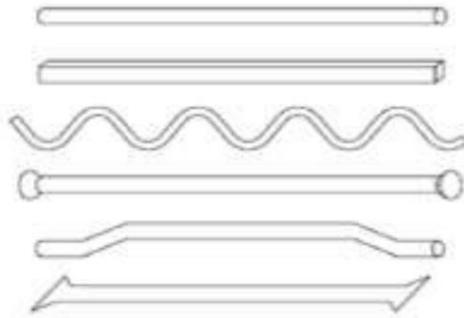
Acero, dependiendo del grado, la cantidad de carbono presente en una aleación de hierro conocida como acero puede oscilar entre el 0,03% y el 1,075% en peso de los metales que la componen. Al fabricar acero, se añaden carbono y muchos otros componentes, metálicos y no metálicos, para potenciar las cualidades físicas y químicas del material, sobre todo su resistencia eléctrica. El acero mantiene las particularidades del hierro puro como es las metálicas. El acero es un elemento

flexible y gran empleabilidad en la los tiempos de ahora que puede encontrarse prácticamente en cualquier parte, ya que se emplean distintos tipos de acero para diversos fines y aplicaciones. (Cáceres, 2017).

Los dos elementos primarios que componen el acero pueden encontrarse en cantidades sustanciales en la naturaleza. Como el acero puede reciclarse infinitamente sin sufrir ninguna degradación de su calidad, se facilita su fabricación en grandes cantidades. Gracias a su adaptabilidad y versatilidad, pueden utilizarse en una gran variedad de contextos, como la producción de máquinas y herramienta, la construcción y las obras oficiales, la aviación, la automoción y los equipos médicos, entre otros usos. Al no requerir la utilización de ningún material, contribuye al crecimiento técnico de los países industrializados. adaptado en respuesta al impacto o al desgaste. (Cáceres, 2017).

Fibras de acero, la empleabilidad de elementos finos en construcción se encumbra a años pasados, cuando se utilizaba hojarasca para fortalecer las baldosas de mampostería y crin de potrillo para fortificar el mortero con el que se unía el muro. Hoy en día, las fibras se utilizan para reforzar tanto el mortero como los ladrillos empleados en albañilería. La mayoría de los materiales de construcción actuales utilizan fibras como parte integrante de su construcción para mejorar diversas propiedades. (Martínez, 2017).

Acero reciclado, tiene longitudes extremadamente cortas y secciones transversales muy pequeñas. Estos componentes empezaron siendo alambre liso que se cortaba en trozos, pero ahora se han modificado para tener una gama de longitudes, diámetros comparables y formas diferentes. Estas formas pueden tener una superficie plana, una superficie con ondas, extremos cónicos o en forma de gancho, o cualquier combinación de estas características. Una de las cualidades que se considera de mayor importancia para su uso es su esbeltez, que viene determinada por la correspondencia entre la extensión  $L$  y el radio correspondiente  $D_e$ . La relación entre el radio parecido de una longitud y su longitud es la definición de esbeltez. (Pereda, 2018). En la figura 7 se observa las desiguales representaciones de acero.



*Figura 7. Fibras de Acero*

*Fuente: Blanco A. (2016)*

En relación a que su módulo de elasticidad es diez veces superior al del concreto, las partes fibrosas de acero normalmente son utilizadas en la elaboración de hormigones y morteros. La resistencia del material a la fractura y al impacto va a mejorar significativamente como resultado directo del uso de este método. (Costa, 2016).

Polvillo de acero reciclado, para preparar estos metales para su posterior procesamiento, primero se convierten en polvo y luego en piezas. El sputtering es el principal método utilizado en la producción de polvo. El sputtering produce un polvo con un tamaño de partícula muy fino. También se utilizan métodos como la electrólisis, la química y el trabajo mecánico. Los polvos de metales ferrosos y no ferrosos se emplean en la producción de componentes complejos, grandes y pequeños, que necesitan dimensiones precisas y una estructura constante. Para lograr este objetivo, primero se vierte el polvo en un molde y luego se sinteriza el molde calentando el polvo a una calentura tenuemente mínima al lugar de fundición del latón. La forja y el moldeo por inyección son otros dos métodos que pueden utilizarse para moldear cualquier cosa. (Llanos, 2018).

Probetas cilíndricas en ruptura, el proceso necesario para calcular la firmeza a la compresión de una muestra cilíndrica de hormigón de 6 "x12" se describe en ASTM C-39. El siguiente ensayo se ajusta al procedimiento. El reconocimiento reside en utilizar una imposición axial continua desde la parte superior de la probeta, determinándose la resistencia última por la fuerza máxima que puede distribuirse entre las regiones medias iniciales de la probeta. Características mecánicas de los materiales: valores numéricos que caracterizan resistencia, rigidez, ductilidad,

elasticidad, viscosidad y otras propiedades. Se determinan experimentalmente, fundamenta en las consecuencias de los experimentos de muestras, para cada tipo de prueba, se han desarrollado estándares apropiados que regulan todas las etapas de la prueba: tipo, dimensiones, requisitos para el procesamiento mecánico de muestras, requisitos para las máquinas de prueba, métodos de realización y procesamiento de los resultados de las pruebas. El más importante y el más utilizado en los cálculos de resistencia y la rigidez son las particularidades mecánicas de los materiales, que se determinan a partir de los resultados de las pruebas de tracción y compresión de los especímenes. Las experiencias se llevan a cabo en máquinas de prueba universales, que están equipadas con dispositivos de medición de fuerza que indican la carga, que se transfiere a la muestra. Estas máquinas también están equipadas con dispositivos con cuya ayuda se registra el llamado diagrama de deformación: se dibuja un gráfico. En la figura 8 se observa el aplastamiento de elementos cilíndricas (Lewis, Ramez y Shatirah, 2020).



Figura 8. Ensayo de compresión a probetas cilíndricas

Fuente: Norma ASTM C-39

El cálculo de este método se genera de la siguiente manera:

$$f'c = \frac{P(kg)}{A(cm^2)}; A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

**f'c**: se refiere a la resistencia obtenida de compresión al aplicar una carga constante con una unidad de kg/cm<sup>2</sup>

P: se refiere la carga aplicada. (kg)

D: se refiere al diámetro del elemento de concreto. (cm)

A: se refiere al área del elemento cilíndrico. (cm<sup>2</sup>)

Los equipos para utilizar son: máquina de rotura para compresión axial, moldes de acero para parte superior e inferior del elemento con anillos de neopreno.

Ensayo de resistencia a la flexión, utilizando aparatos capaces de garantizar que el mecanismo aplique continuamente una carga constante, el ensayo se efectúa el convenio con la regla ASTM C-78 para establecer la firmeza a la flexión de rotura de elementos de hormigón endurecido. Para conseguir el fallo en el tercio central del elemento, el ensayo debe realizarse con dos puntos donde se da la aplicación en función de la carga, así como dos puntos para los bloques inferiores que soportan la base del elemento prismático. Firmeza a la flexión, transversal, deformación en la superficie exterior de la muestra. Una muestra plana de sección transversal rectangular constante se somete a flexión en tres puntos. Adecuado para probar compuestos poliméricos reforzados aleatoriamente y unidireccionalmente. Fácil elaboración de muestras. Procedimiento de prueba sencillo. Resistencia a la flexión, módulo de flexión, característica tensión-deformación durante la flexión Una muestra rectangular plana se carga mediante flexión en cuatro puntos. Adecuado para materiales reforzados con fibras continuas y orientadas aleatoriamente. Fácil preparación y prueba de muestras. La elección de dos procedimientos le permite ajustar la distribución de las cargas de tracción/compresión/corte. Propiedades mecánicas a la flexión 2D (rigidez al corte, rigidez a la flexión) La muestra se carga con una carga distribuida y se miden la flexión y la tensión. El diseño de prueba y el equipo utilizado permiten controlar la carga aplicada. La destrucción de la muestra no comienza en los bordes. Las dimensiones de las muestras permiten estudiar defectos de fabricación y parámetros tecnológicos. Este sistema asegura que las fuerzas a aplicar se den perpendicularmente a una de las caras sin generar una excentricidad, y se calcula de la siguiente manera: El mecanismo de aplicación al elemento de hormigón vendrá dado por dos bloques de acero tras seccionar en 03 partes el elemento gráficamente en una de las caras. Después de esto, el mecanismo de aplicación al

elemento de hormigón será dado por dos bloques de acero, esto se calcula mediante de la siguiente forma: En la figura 9 se observa el ensayo de flexión.

$$Mr = \frac{PL}{bd^2}$$

**Mr:** se refiere al módulo de rompimiento en kg/cm<sup>2</sup>.

**P:** se refiere a la carga ultima que se aplica según la maquina en Kg.

**L:** se representa a la longitud que estos soportes del elemento dado en cm.

**b:** se representa al extenso del elemento dado en cm.

**d:** se refiere a la altura del elemento dando en cm.

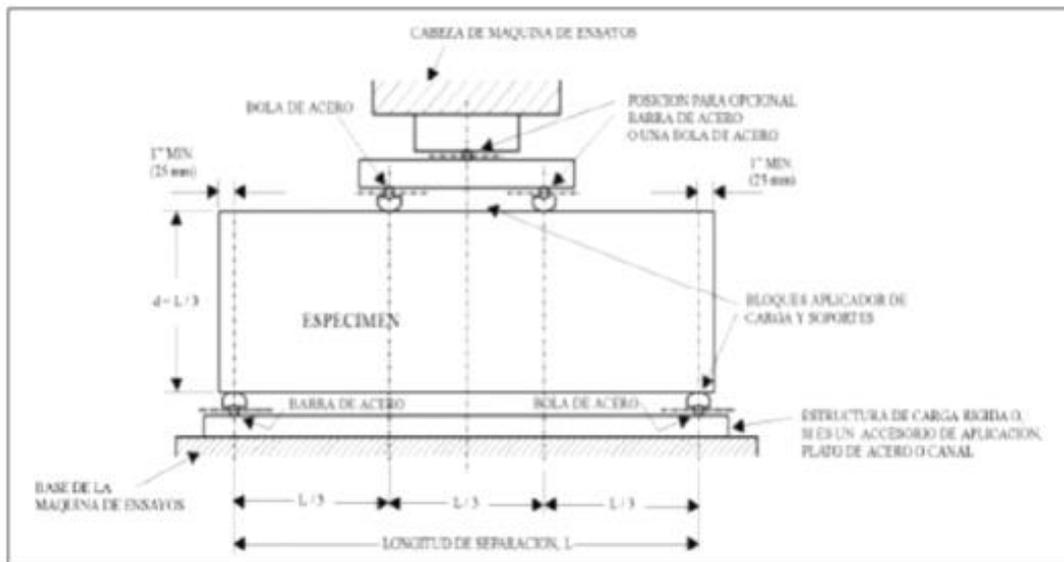


Figura 9. Ensayo de flexión

Fuente: Norma ASTM C-39

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación**, aplicada busca información en uno o varios ámbitos especializados para ponerla en práctica al servicio de necesidades específicas de la sociedad o del sector productivo (Baena, 2017). Este tipo de investigación se ocupa principalmente de encontrar soluciones a problemas que surgen en un entorno concreto. Existe una solución disponible para el problema (Gonzales, 2018). Por ello, el propósito de esta investigación es desenvolver un procedimiento para producir hormigón permeable mediante la inclusión en la mezcla de fibras de acero recicladas y escoria de cobre. Como consecuencia directa de ello, el hormigón mostrará niveles mejorados de sus cualidades mecánicas, como el aumento de la firmeza a la compresión, a la flexión y la porosidad. Además, se fomentará la reutilización y el reciclado del material, lo que contribuirá a reducir la contaminación ambiental.

**Diseño de la investigación**, los participantes en el estudio no se eligen al azar, sino que se identifican o determinan de antemano (Cabezas, Naranjo y Torres, 2018). La indagación cuasi experimental que se transportó en medio se cometió sobre el terreno, en un ambiente en el que los sujetos evolucionaron espontáneamente y en el que el número de variables de control se redujo al mínimo. (Adrianzen & Azula, 2021).

En este estudio de caso concreto, se llevarán a cabo análisis numéricos y estadísticos de muestras de hormigón permeable que han incorporado fibras de acero y escoria de cobre reciclada con el fin de comparar y contrastar los resultados con las hipótesis.

**Nivel de investigación**, utiliza un método explicativo como nivel de análisis, ya que su objetivo principal es determinar ya qué sucede un fenómeno y en qué circunstancias se produce, o determinar si 2 o mayor cantidad de inconstantes están conectadas aquellas sí de algún modo (Hernández, 2011).

**Enfoque de la investigación,** estas técnicas son comparables a los métodos cuantitativos, que consisten en recopilar y analizar reseñas para reconocer a interrogaciones de exploración y experimentar presunciones fundadas en mediciones numéricamente dadas a imperceptible, datos estadísticos con el fin de detectar patrones de comportamiento en las poblaciones, esto se hace para dar respuesta a preguntas de investigación y validar hipótesis (Cohen y Gomez, 2019). Estas técnicas se utilizan con el fin de ofrecer respuestas a problemas de investigación y plantear hipótesis que se fundamentan en mediciones numéricas, estadísticas y, a menudo, datos estadísticos. Estos métodos necesitan análisis de datos y la recogida para ofrecer respuestas a problemas de investigación y confirmar hipótesis que se fundamentan en mediciones numéricas, estadísticas y, a menudo, datos estadísticos. Al hacer uso de los procesos que se investigaron en este estudio, se utilizan metodologías cuantitativas (Garcia, 2020).

### **3.2. Operacionalización de variables**

#### **Variable Independiente (X):**

Fibra de acero y escoria de cobre

#### **Definición conceptual**

La escoria de cobre, es un subproducto esencial que se forma como resultado del proceso pirometalúrgico que tiene lugar en los altos hornos de las fundiciones. (Flores Gonzales & Fuentes Carranza, 2021). Las fibras de acero, son un elemento flexible y es utilizado en la vida actual que puede encontrarse prácticamente en cualquier parte, ya que se emplean distintos tipos de acero para diversos fines y aplicaciones. (Martínez, 2017).

#### **Definición operacional**

Se elaborará el estudio de los agregados no convencionales, entre las cuales tenemos la escoria de cobre y las fibras de acero con la finalidad de encontrar sus características importantes que influirán en las propiedades del concreto, estas características a estudiar de los agregados no convencionales tenemos el contenido de humedad peso específico, densidad y granulometría

#### **Dimensiones**

## Dosificación

- 3 %, 5 % y 7 % de fibra de acero
- 2 %, 4 % y 8 % de escoria de cobre

## Propiedades

- Granulometría
- Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)
- Peso específico (kg/cm<sup>3</sup>)
- Contenido de humedad (%)

## **Variable Dependiente (Y):**

Propiedades del concreto permeable

### **Definición conceptual**

Ensayo de compresión a probetas cilíndricas, es el proceso necesario para calcular la tenacidad a la compresión de una muestra cilíndrica de hormigón de 6 "x12" se describe en ASTM C-39 (Llanos, 2018). Ensayo de tenacidad a la flexión, es el mecanismo aplique continuamente una carga constante, el ensayo se efectúa de convenio con la regla del ASTM C-78 para establecer la tenacidad a la flexión de elementos de hormigón endurecido (Pereda, 2018)

### **Definición operacional**

Por ello, esta investigación es desarrollar un método para producir hormigón permeable mediante la inclusión en la mezcla de fibras de acero recicladas y escoria de cobre. Como consecuencia directa de ello, el hormigón mostrará niveles mejorados de sus cualidades mecánicas, como el aumento de la firmeza a la compresión, a la flexión y porosidad. Además, se fomentará la reutilización y el reciclado del material, lo que contribuirá a reducir la contaminación ambiental.

## **Dimensiones**

Propiedades físicas del concreto permeable

- Trabajabilidad (pulgadas)

- Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)
- Vacíos (%)

#### Propiedades mecánicas

- Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)
- Flexión (kg/cm<sup>2</sup>)
- Permeabilidad (cm/seg)

#### Costos

- Análisis de costos (S/.)

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Carrazco, (2015) indica: “Es posible definir una población como la totalidad del fenómeno objeto de la investigación si las unidades de población comparten una cualidad que es el foco de la investigación y proporciona la base de los datos de la investigación.”. (pág.236).

Esta investigación se centrará principalmente en el análisis de las particularidades físicas y mecánicas de los componentes normales de hormigón permeable, así como de las unidades a las que se han añadido cantidades variables de fibras de acero y escoria de cobre reciclada.

**Muestra:** Un ejemplo es una porción de una población mayor que se pretende que sea representativa del conjunto, ya que sus componentes comparten cualidades en común. Al ser tan fácil de contabilizar, suele contarse cuando se realizan investigaciones sobre poblaciones (Ruiz y Valenzuela, 2022). Cuando se realiza una investigación sobre el comportamiento, los rasgos o las preferencias de un grupo determinado, es práctica habitual emplear muestras (Sampieri, Collado & Lucio, 2003).

Se manipuló el consecutivo procedimiento para establecer la capacidad del espécimen:

**Tabla 1.** *Muestras de concreto permeable.*

Muestras con adición de fibra de acero y escoria de cobre	Días	Resistencia		Permeabilidad (Probetas)
		Compresión (Probetas)	Flexión (Vigas)	
Patrón	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
3% FA + 2% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
5% FA + 2% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
7% FA + 2% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
3% FA + 4% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
5% FA + 4% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
7% FA + 4% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
3% FA + 8% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
5% FA + 8% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
7% FA + 8% EC	7	3	3	
	14	3	3	
	28	3	3	3
Total de muestras		90 probetas	90 vigas	30 probetas

**Muestreo:** El muestreo de conveniencia es un tipo de muestreo que puede ser aleatorio o no aleatorio, y se basa en la conveniencia de la recogida, la disponibilidad de los individuos de la muestra en un periodo de tiempo específico o cualquier otra regla. El muestreo de conveniencia puede ser aleatorio o no aleatorio. En esta investigación concreta, se utilizó esta metodología. Procesos específicos del producto (Mohammad, 2013).

### **3.4. Métodos e instrumentos de recolección de datos**

**Técnicas de recolección de datos,** los datos de este estudio se recogieron utilizando como metodología la observación directa. El objetivo principal de la habilidad de repertorio de datos popular como observación directa es ver a las personas objeto de la investigación en distintos entornos. Esto se lleva a cabo sin perturbar ni modificar el entorno natural en el que reside el sujeto. Para obtener información fiable, es necesario seguir los pasos descritos anteriormente. (Bernal, 2019).

**Herramientas de recolección de datos,** son todo aquello que el investigador emplea para adquirir la información que le permitirá llevar a cabo el estudio. El objetivo principal de estos métodos es recoger o producir datos directos sobre la población o el fenómeno que se está investigando. Al mismo tiempo, deben ser metódicos y ordenados, cualidades importantes que están íntimamente relacionadas con la eficacia y fiabilidad de la información que se recopila para su posterior análisis. (Mohammad, 2013).

A continuación, se exponen los principales métodos e instrumentos empleados en este estudio:

- **Fichas de precios unitarios de materiales y mano de obra:** son instrumentos que se utilizan para registrar el coste de la mano de obra y los materiales en general.
- **Equipos de laboratorio:** En el Laboratorio de Mecánica del Suelo y Hormigón, son una colección de diferentes equipos e instrumentos.

- **Fichas para ensayos del laboratorio:** Son los documentos que se utilizan en el transcurso de coleccionada de identificaciones y obtención de los resultados de las pruebas de laboratorio.

**Análisis de datos**, la analítica de datos es el transcurso de examinar, manipular y comprobar valores para descubrir predisposiciones y esquemas que puedan identificar datos valiosos y perfeccionar el rendimiento para ayudar a la elección de disposiciones (Lino & Quispe, 2015).

Con ello seguidamente, se muestran algunos de los principales métodos que se utilizarán en este propósito:

- **El análisis documenta**, hace referencia a cualquier producto o insumos que contenga investigación sentenciada sobre vicisitudes, acontecimientos o fenómenos sociales o naturales que tuvieron lugar en el retrospectivo y que ofrezca crónicas cruciales (indicadores, estadísticas, registros, índices, datos, etc.) para la responsabilidad de averiguación. La observación documental puede adoptar la forma de un libro, una página web, un vídeo o cualquier otro tipo de soporte. Esta información puede referirse a hechos, acontecimientos o fenómenos naturales o sociales que tuvieron lugar en un periodo de tiempo determinado. Puede tratarse de cualquier cosa, desde un documento hasta una fotografía o una prenda de vestir. Los términos "documentos históricos" y "artefactos históricos" hacen referencia a distintos tipos de reliquias históricas que pueden encontrarse en los museos. (Carrasco, 2015).
- **Análisis Estadístico:** Con este método se recopila y analiza información para identificar patrones recurrentes y tendencias en desarrollo. Es un componente esencial del proceso de análisis de datos. La recopilación de disquisiciones de la averiguación, la transformación de modeladores descriptivos o el esquema de indagaciones y proyectos de investigación son ejemplos de contextos en los que el análisis estadístico puede resultar útil. (Carrasco, 2015).

### **3.5. Procedimiento**

Se inicia con la obtención de los agregados convencionales y no convencionales, tales como agregado fino, agregado grueso, cemento, agua, fibra de acero, escoria de cobre. Para continuar con la caracterización de los agregados convencionales y no convencionales: granulometría, contenido de humedad, peso unitario, peso específico, absorción de agua, prueba de Slump. Luego de ello continúa los trabajos en gabinete diseños de mezcla basados en ACI 522. R-10, seguido de ello se continúa con la elaboración de probetas y vigas la dosificación, pesado y elaboración de la mezcla llenado de los moldes de probetas y vigas, tiempo de secado, y curado de las muestras. Las propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, ensayos de permeabilidad.

### **3.6. Aspectos Éticos**

La correcta consideración de hipótesis plausibles y congruentes constituye la base de las consideraciones éticas que se tuvieron en cuenta en esta investigación.

Para lograr este objetivo, se llevarán a cabo investigaciones continuas para garantizar que todos los resultados obtenidos estén validados por estándares de revisión por expertos. Además, cualquier prueba de laboratorio o de campo deberá ser evaluada por profesionales altamente competentes para obtener los resultados más beneficiosos obtenidos de una fuente diferente. En el marco de este debate, es esencial subrayar que el proyecto de estudio se ha llevado a cabo cumpliendo las condiciones adicionales de la norma ISO 690, cada una de las cuales se ha citado adecuadamente en su propio apartado. Esta investigación se dedica a mantener la respetabilidad y exactitud del material que se recopiló, ya que hacerlo contribuye a la realización de los objetivos que se establecieron para esta investigación.

#### IV. RESULTADOS

Este capítulo se desarrollará en relación y concordancia con los objetivos específicos planteado para un mejor entendimiento y en busca de estos objetivos. Se tuvo en cuenta que los parámetros empleados se rigen a reglamentos relacionados a las normas nacionales e internacionales.

**OE 1: Obtener las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido.**

Se realizó la individualización física de los incorporados tradicionales y no habituales, con el requerimiento de poder realizar el esquema de mescolanza del concreto permeable con la adición de fibra de acero (FA) y escoria de cobre reciclada (ECR) para pavimento rígido en la ciudad de lima del año 2023.

En relación a la caracterización física de los agregados convencionales, se inició con la obtención de los materiales, los cuales se adquirieron de la cantera Arids Ribas SAC, para luego trasladarlas al laboratorio para su respectivo estudio, donde se consiguió los consecutivos valores. En la figura 11 se visualiza la máquina trituradora de la cantera Arids Ribas SAC.



*Figura 10. Cantera Arids Ribas SAC*

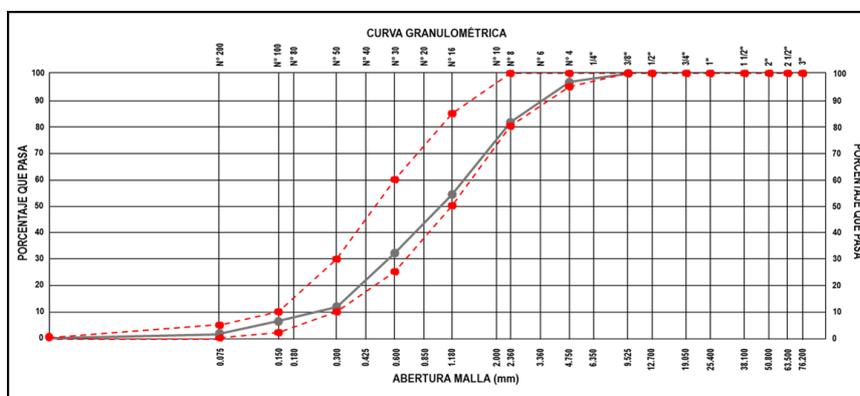
Fuente: Propia

**Tabla 2. Granulométrica de elementos finos.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
MALLAS	RETENIDO		PASA (%)
SERIE	PARCIAL	ACUMULADO	
AMERICANA	(%)	(%)	
1/4"	0.00	0.00	100.00
N° 4	3.33	3.33	96.67
N° 8	15.06	18.39	81.61
N° 16	27.45	45.84	54.16
N° 30	21.94	67.78	32.22
N° 50	20.38	88.16	11.84
N° 100	5.53	93.69	6.31
N° 200	4.60	98.29	1.71
Fondo	1.71	100.00	0.00

Fuente: Propia

Se observó que luego de realizar la granulometría del incorporado fino se consiguió un módulo de fineza de 3.17, seguidamente se realizó la obtención de la humedad, peso específico, unitario y absorción, estas derivaciones se exponen en la tabla 3. En la figura 12 se consigue encontrar la curva.



**Figura 11. Cantera Arids Ribas SAC**

Fuente: Propia

**Tabla 3. Propiedades del agregado fino.**

Absorción	2.08 %
P.U. suelto	1556.74 kg/m3
P.U. compactado	1769.97 kg/m3
Peso específico	2.77 g/cm3
Humedad	2.19%

Fuente: Propia

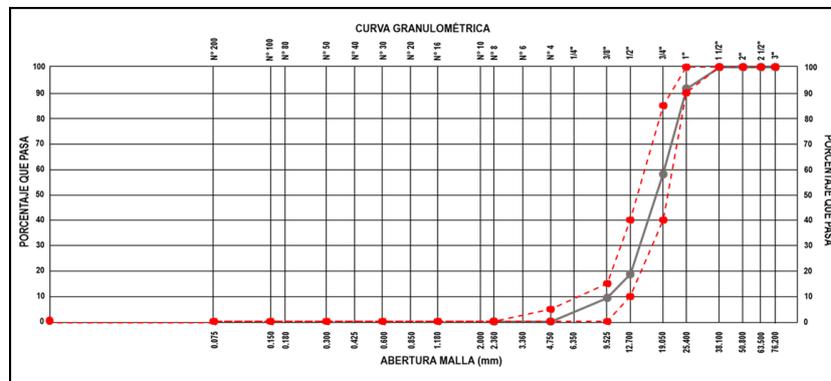
Se logra mostrar en la tabla 4 las consecuencias del agregado fino, los cuales se localizan intrínsecamente de los parámetros instituidos por la NTP 400.037, de este modo se logró realizar una adecuada caracterización del agregado.

**Tabla 4.** Granulométrica elementos del grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
MALLAS	RETENIDO		PASA (%)
SERIE	PARCIAL	ACUMULADO	
AMERICANA	(%)	(%)	
1 1/2"	2.14	0.00	100.00
1"	8.49	8.49	91.51
3/4"	33.66	42.15	57.85
1/2"	39.09	81.24	18.76
3/8"	9.44	90.68	9.32
N° 4	9.32	100.00	0.00

Fuente: Propia

Se logra de que luego de realizar se consiguió un tamaño máximo nominal (TMN) de 1", seguidamente se realizó la obtención de la humedad, peso específico, unitario y absorción, estos resultados se muestran en la tabla 5. En la figura 13 se consigue visualizar la curva granulométrica del agregado grueso.



Se mira que las consecuencias del agregado grueso se localizan dentro de los parámetros fundados por la NTP 400.037, de este modo se logró realizar una adecuada caracterización del agregado grueso.

Por otra parte, se empleó para la mezcla el cemento portland tipo I de la marca SOL la cual presenta según su ficha técnica, una densidad de 3.13 g/cm<sup>3</sup>, contenido de aire 7 %, porcentaje de insolubilidad de 0.9%, presencia de SO<sub>3</sub> de 2.8 % y MgO de 2.9 %.

En relación a la caracterización física de los agregados no convencionales, se inició con la obtención de la FA y ECR, donde la fibra de acero y la escoria de cobre se adquirió de la empresa Aceros Arequipa ubicado en la Av. Antonio Miro Quesada N° 425, PISO 17 Magdalena del Mar, para luego trasladarlas al laboratorio para su respectivo estudio, estos resultados se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6.** *Propiedades de los agregados no convencionales.*

Estudio	Fibra de acero	Escoria de cobre
Absorción	0.28 %	0.14 %
Densidad	3.19 kg/m <sup>3</sup>	2.29 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	6.97 g/cm <sup>3</sup>	9.60 g/cm <sup>3</sup>

Fuente: Propia

Teniendo en cuenta los estudios realizados a los agregados, fibra y escoria, se pasó a elaborar el diseño del concreto con la norma (Lachira y Talledo, 2021), este diseño se puede visualizar en la tabla 7 que se muestra a continuación y el procedimiento se encontrara en el anexo 7.

**Tabla 7.** *Diseño del concreto permeable.*

Cemento sol tipo I	1	
Piedra 1"	6.039	
Arena	0.340	
Agua	0.4	Lt/bol

Fuente: Propia

**Tabla 8.** *Diseño adicionando 3, 5 y 7 % de FA y 2 % de ECR.*

fibra de acero al 3% + escoria de cobre al 2%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.01020 kg
Escoria de cobre reciclado	0.00680 kg
Agua	0.400 Lt
fibra de acero al 5% + escoria de cobre al 2%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.01700 kg
Escoria de cobre reciclado	0.00680 kg
Agua	0.400 Lt
fibra de acero al 7% + escoria de cobre al 2%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.02380 kg
Escoria de cobre reciclado	0.00680 kg
Agua	0.400 Lt

Fuente: Propia

**Tabla 9.** *Diseño adicionando 3, 5 y 7 % de FA y 4 % de ECR.*

fibra de acero al 3% + escoria de cobre al 4%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.01020 kg
Escoria de cobre reciclado	0.01360 kg
Agua	0.400 Lt
fibra de acero al 5% + escoria de cobre al 4%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.01700 kg
Escoria de cobre reciclado	0.01360 kg
Agua	0.400 Lt
fibra de acero al 7% + escoria de cobre al 4%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.02380 kg
Escoria de cobre reciclado	0.01360 kg
Agua	0.400 Lt

Fuente: Propia

**Tabla 10.** Diseño adicionando 3, 5 y 7 % de FA y 8 % de ECR.

fibra de acero al 3% + escoria de cobre al 8%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.01020 kg
Escoria de cobre reciclado	0.02720 kg
Agua	0.400 Lt
fibra de acero al 5% + escoria de cobre al 8%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.01700 kg
Escoria de cobre reciclado	0.02720 kg
Agua	0.400 Lt
fibra de acero al 7% + escoria de cobre al 8%	
Cemento sol tipo I	1 kg
Piedra 1"	6.03922 kg
Arena	0.33994 kg
Fibra de acero	0.02380 kg
Escoria de cobre reciclado	0.02720 kg
Agua	0.400 Lt

Fuente: Propia

En las tablas 8, 9 y 10 se puede visualizar los diseños realizados para cada uno de concretos permeables a elaborar, de tal modo se consiguió los diseños de concreto patrón permeable y los concretos con la adición de FA y ECR.

**OE 2: Determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido.**

Se realizó los ensayos de las particularidades físicas del concreto poroso con y sin la adición de FA y ECR, de este modo se pudo determinar la influencia de estos agregados no convencionales en la densidad, contenido de aire y trabajabilidad del concreto permeable.

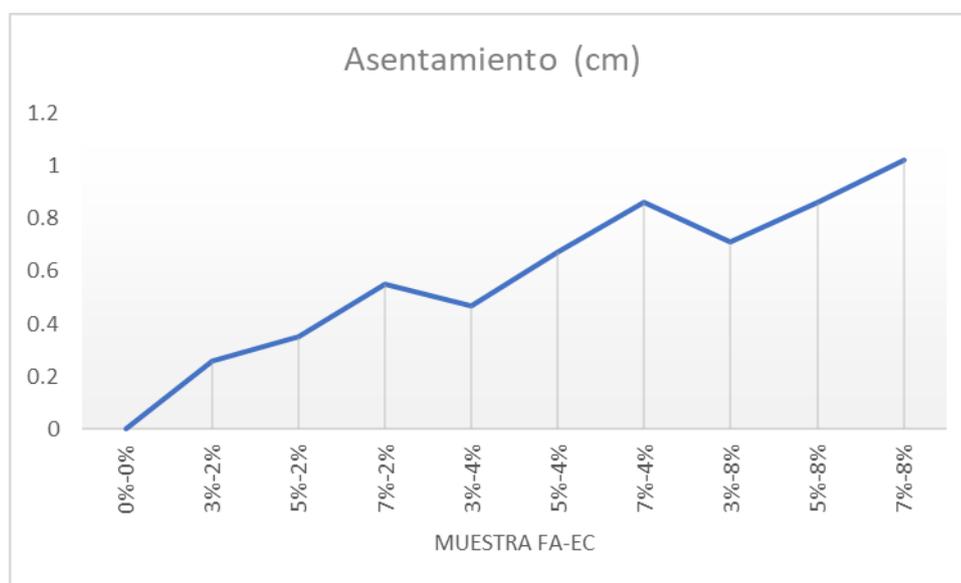
Los resultados de asentamiento se elaboraron con el ensayo del Cono de Abrams el cual nos permitió encontrar los resultados de trabajabilidad para los distintos tipos de diseño de mezcla del concreto poroso que se muestran en la tabla 12

**Tabla 11.** Resultados de ensayo de trabajabilidad.

Muestra	Adición		Asentamiento (cm)
	Fibra de acero (FA)	Escoria de cobre (EC)	
ASENT-PATRON 1.1	0%	0%	0.00
ASENT-FA.EC 2.1	3%	2%	0.26
ASENT-FA.EC 3.1	5%	2%	0.35
ASENT-FA.EC 4.1	7%	2%	0.55
ASENT-FA.EC 5.1	3%	4%	0.47
ASENT-FA.EC 6.1	5%	4%	0.67
ASENT-FA.EC 7.1	7%	4%	0.86
ASENT-FA.EC 8.1	3%	8%	0.71
ASENT-FA.EC 9.1	5%	8%	0.86
ASENT-FA.EC 10.1	7%	8%	1.02

Fuente: Propia

En la tabla 11 se puede observar los resultados del asentamiento del concreto permeable patrón y el concreto permeable con la incorporación del FA y EC, donde se observa que el concreto a medida que se le incrementa la adición de FA y EC muestra un ligero aumento en la trabajabilidad de la mezcla, tomando como máximo asentamiento el de 1.02 cm el cual se relaciona con la adición de 7 % de FA y 8 % de EC. El incremento se puede observar en la figura 14.



**Figura 13.** Trabajabilidad del concreto permeable

Fuente: Propia

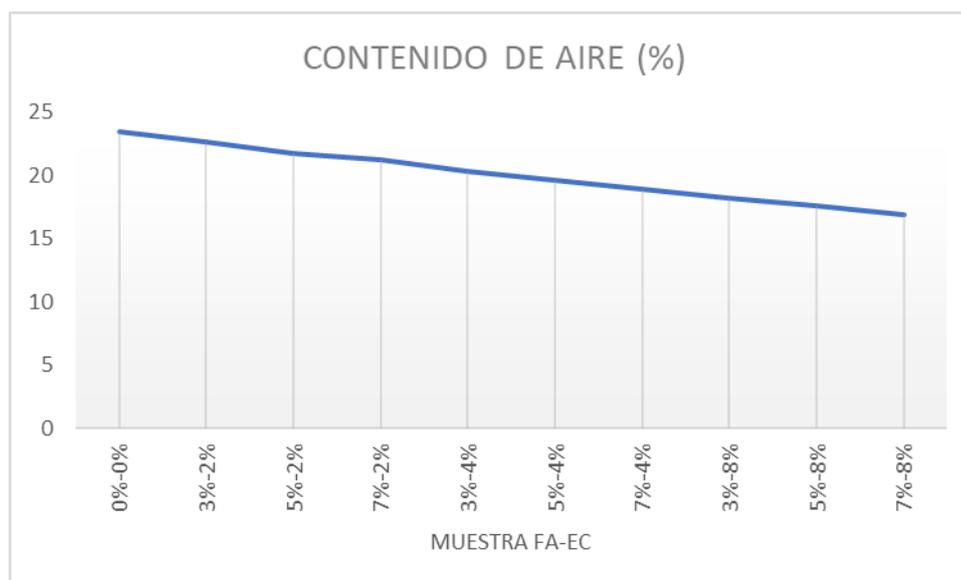
En la figura 14 se observa el crecimiento de la trabajabilidad del concreto permeable donde se puede también observar que en la adición de 3 % de fibra de acero con 4 % de escoria de cobre y la adición de 3 % de fibra de acero con 8 % de escoria de cobre presenta un pequeño decrecimiento, pero a pesar de ello aun muestra mejores resultados que el patrón.

**Tabla 12.** Resultados de contenido de aire.

Muestra	Adición		Contenido de aire
	Fibra de acero (FA)	Escoria de cobre (EC)	
CON.AIRE-PATRON 1.1	0%	0%	23.44
CON.AIRE-FA.EC 2.1	3%	2%	22.68
CON.AIRE-FA.EC 3.1	5%	2%	21.71
CON.AIRE-FA.EC 4.1	7%	2%	21.21
CON.AIRE-FA.EC 5.1	3%	4%	20.31
CON.AIRE-FA.EC 6.1	5%	4%	19.63
CON.AIRE-FA.EC 7.1	7%	4%	18.90
CON.AIRE-FA.EC 8.1	3%	8%	18.19
CON.AIRE-FA.EC 9.1	5%	8%	17.59
CON.AIRE-FA.EC 10.1	7%	8%	16.91

Fuente: Propia

En la tabla 12 se logra visualizar los resultados del contenido de aire del concreto permeable patrón y el concreto permeable con la incorporación del FA y ECR.



*Figura 14.* Contenido de aire

Fuente: Propia

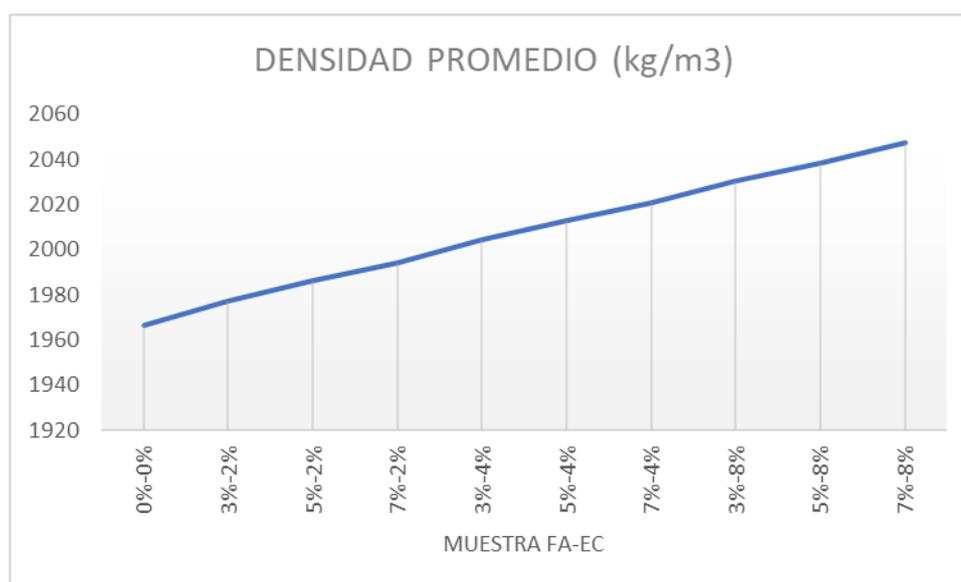
En la figura 15 se logra entender que a medida que se le incrementa la adición de FA y EC, la mezcla muestra una disminución en el contenido de aire de la mezcla, tomando como el menor contenido de aire alcanzado el de 16.91 % el cual se produjo con la adición de 7 % de FA y 8 % de EC.

**Tabla 13.** Resultados de densidad del concreto.

Muestra	Adición		Densidad Promedio (kg/m <sup>3</sup> )
	Fibra de acero	Escoria de cobre	
	(FA)	(EC)	
DENS-PATRON 1.1	0%	0%	1966.35
DENS-FA.EC 2.1	3%	2%	1977.17
DENS-FA.EC 3.1	5%	2%	1986.25
DENS-FA.EC 4.1	7%	2%	1993.92
DENS-FA.EC 5.1	3%	4%	2004.25
DENS-FA.EC 6.1	5%	4%	2013.08
DENS-FA.EC 7.1	7%	4%	2020.7
DENS-FA.EC 8.1	3%	8%	2030.32
DENS-FA.EC 9.1	5%	8%	2038.39
DENS-FA.EC 10.1	7%	8%	2047.26

Fuente: Propia

En la tabla 13 se logra visualizar los resultados de la densidad del concreto permeable patrón y el concreto permeable con la incorporación del FA y ECR, para un mejor entendimiento se puede visualizar el crecimiento en la figura 15.



*Figura 15.* Contenido de aire

Fuente: Propia

En la figura 16 se logra entender que a medida que se le incrementa la adición de FA y EC, la mezcla muestra un aumento en el peso aire de la mezcla, en donde la densidad se incrementa a medida que se le adiciona FA y EC.

**Objetivo específico 3: Evaluar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido.**

Se realizó los ensayos de las propiedades mecánicas del concreto permeable con y sin la adición de FA y ECR, de este modo se pudo determinar la influencia de estos agregados no convencionales en la compresión y flexión del concreto permeable.

**Resistencia a compresión del concreto**

Los resultados de compresión se elaboraron con la prensa el cual nos permitió encontrar los resultados de resistencia a compresión axial de las probetas para los distintos tipos de diseño de mezcla del concreto permeable que se muestran en la figura 17.

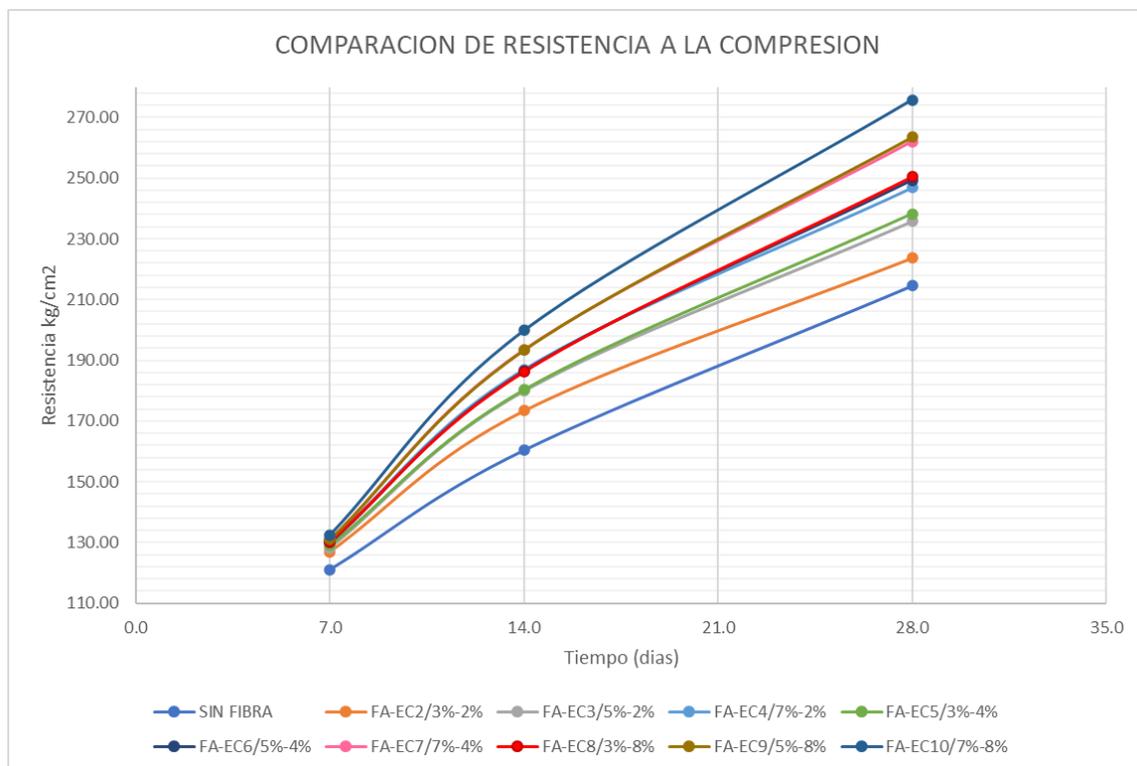


Figura 16. Resistencia a la compresión.

Fuente: Propia

En la figura 14 se observan los resultados obtenidos aplicando la NTP 339.034, desarrollados en el laboratorio de concreto, del cual se pudo obtener para la resistencia del concreto a los 7 días fue de 121.09 kg/cm<sup>2</sup>, 126.99 kg/cm<sup>2</sup>, 128.37 kg/cm<sup>2</sup>, 130.16 kg/cm<sup>2</sup>, 129.11 kg/cm<sup>2</sup>, 129.98 kg/cm<sup>2</sup>, 130.92 kg/cm<sup>2</sup>, 130.14 kg/cm<sup>2</sup>, 130.95 kg/cm<sup>2</sup> y de 132.50 kg/cm<sup>2</sup>; para las adiciones de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

Por otro lado, a los 14 días la resistencia de compresión fue de 160.41 kg/cm<sup>2</sup>, 173.37 kg/cm<sup>2</sup>, 179.91 kg/cm<sup>2</sup>, 186.94 kg/cm<sup>2</sup>, 180.35 kg/cm<sup>2</sup>, 186.47 kg/cm<sup>2</sup>, 193.43 kg/cm<sup>2</sup>, 186.20 kg/cm<sup>2</sup>, 193.35 kg/cm<sup>2</sup> y de 199.80 kg/cm<sup>2</sup>; para las adiciones de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

Finalmente, a los 28 días la resistencia de compresión fue de 214.59 kg/cm<sup>2</sup>, 223.64 kg/cm<sup>2</sup>, 235.79 kg/cm<sup>2</sup>, 246.82 kg/cm<sup>2</sup>, 238.24 kg/cm<sup>2</sup>, 249.36 kg/cm<sup>2</sup>, 261.98 kg/cm<sup>2</sup>, 250.46 kg/cm<sup>2</sup>, 263.45 kg/cm<sup>2</sup> y de 275.71 kg/cm<sup>2</sup>; para las adiciones de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

Del mismo modo se pudo notar que en relación a la resistencia a la compresión del concreto con y sin la aplicación de fibras de acero y escoria de cobre, muestran que a medida que se aumentan la incorporación de estos materiales la resistencia a la compresión aumenta.

## Resistencia a flexión del concreto

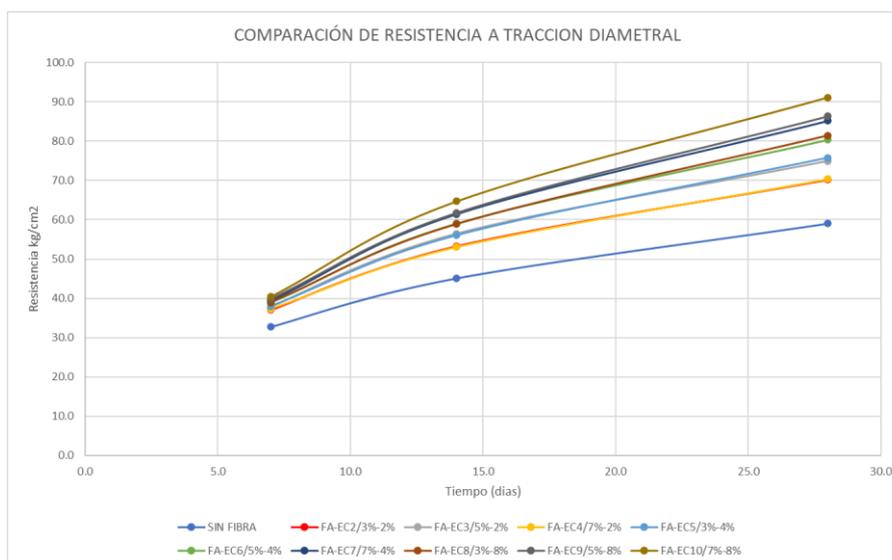


Figura 17. Resistencia a la flexión.

Fuente: Propia

Como se observa la figura 17, en relación de la flexión al % de fibras de acero y escoria de cobre, esta de forma ascendente durante los 7, 14 y 28 días.

Los resultados obtenidos aplicando la NTP 339.034, desarrollados en el laboratorio de concreto, del cual se pudo obtener para la resistencia del concreto a los 7 días fue de 32.75 kg/cm<sup>2</sup>, 37.06 kg/cm<sup>2</sup>, 37.85 kg/cm<sup>2</sup>, 37.31 kg/cm<sup>2</sup>, 37.99 kg/cm<sup>2</sup>, 38.82 kg/cm<sup>2</sup>, 39.39 kg/cm<sup>2</sup>, 38.95 kg/cm<sup>2</sup>, 39.84 kg/cm<sup>2</sup> y de 40.43 kg/cm<sup>2</sup>; para las adiciones de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

Por otro lado, a los 14 días la resistencia de compresión fue de 45.11 kg/cm<sup>2</sup>, 53.29 kg/cm<sup>2</sup>, 56.43 kg/cm<sup>2</sup>, 53.05 kg/cm<sup>2</sup>, 56.02 kg/cm<sup>2</sup>, 59.01 kg/cm<sup>2</sup>, 61.46 kg/cm<sup>2</sup>, 58.84 kg/cm<sup>2</sup>, 61.74 kg/cm<sup>2</sup> y de 64.67 kg/cm<sup>2</sup>; para las adiciones de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

Finalmente, a los 28 días la resistencia de compresión fue de 59.03 kg/cm<sup>2</sup>, 70.23 kg/cm<sup>2</sup>, 74.92 kg/cm<sup>2</sup>, 70.39 kg/cm<sup>2</sup>, 75.75 kg/cm<sup>2</sup>, 80.38 kg/cm<sup>2</sup>, 85.22 kg/cm<sup>2</sup>, 81.41 kg/cm<sup>2</sup>, 86.36 kg/cm<sup>2</sup> y de 91.12 kg/cm<sup>2</sup>; para las adiciones de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

Del mismo modo se pudo notar que en relación a la resistencia a la flexión del concreto con y sin la aplicación de fibras de acero y escoria de cobre, muestran que a medida que se aumentan la incorporación de estos materiales la resistencia a la flexión aumenta.

**Tabla 14.** *Propiedades mecánicas del concreto*

<b>% de Fibra de acero</b>	<b>% de Escoria de cobre</b>	<b>Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0	214.59	59.03
3	2	223.64	70.23
5	2	235.79	74.92
7	2	246.82	70.39
3	4	238.24	75.75
5	4	249.36	80.38
7	4	261.98	85.22
3	8	250.46	81.41
5	8	263.45	86.36
7	8	275.71	91.12

Fuente: Propia

En la tabla 5 se muestra el cuadro resumen de las propiedades mecánicas encontradas para el concreto patrón y el concreto con la incorporación de fibras de acero y escoria de cobre en las dosificaciones 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8%, correspondientemente.

### **Ensayo de permeabilidad del concreto**

Se elaboró los ensayos de permeabilidad del concreto permeable elaborado con agregados convencionales y agregados no convencionales (fibras de acero y escoria de cobre), para poder observar los resultados de permeabilidad se muestra la figura 15.

**Tabla 15. Propiedades mecánicas del concreto**

<b>% de Fibra de acero</b>	<b>% de Escoria de cobre</b>	<b>cm/seg</b>	<b>Incremento</b>
0	0	2.52	
3	2	2.69	6.75%
5	2	2.82	11.90%
7	2	3.00	19.05%
3	4	2.81	11.51%
5	4	2.93	16.27%
7	4	3.08	22.22%
3	8	3.01	19.44%
5	8	3.18	26.19%
7	8	3.39	34.52%

Fuente: Propia

En la tabla 15 se observa el incremento de la incorporación de fibras de acero y escoria de cobre, de tal modo que el incremento tiene los porcentajes de 6.75%, 11.90%, 19.05%, 11.51%, 16.27%, 22.22%, 19.44%, 26.19% y 34.52%, para la adición de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre correspondientemente.

**Objetivo específico 4: Elaborar el análisis de costos de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en los costos de la elaboración del concreto permeable para pavimento rígido.**

Se elaboró un Excel para determinar los costos unitarios por unidad de probeta elaborada para el concreto permeable elaborado con agregados convencionales y el concreto con la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclado, ver tabla 16.

**Tabla 16. Costos.**

<b>% de Fibra de acero</b>	<b>% de Escoria de cobre</b>	<b>Costo</b>	<b>Incremento</b>
0	0	S/ 2.85	
3	2	S/ 2.82	-1.09%
5	2	S/ 2.80	-1.63%
7	2	S/ 2.79	-2.17%
3	4	S/ 2.81	-1.34%
5	4	S/ 2.80	-1.88%
7	4	S/ 2.78	-2.42%
3	8	S/ 2.80	-1.85%
5	8	S/ 2.78	-2.38%
7	8	S/ 2.77	-2.91%

Fuente: Propia

En la tabla 16 se observa la disminución del costo con la incorporación de fibras de acero y escoria de cobre, de tal modo que disminución tiene los porcentajes de 1.09%, 1.63%, 2.17%, 1.34%, 1.88%, 2.42%, 1.85%, 2.38% y 2.91%, para la adición de 0%-0%, 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre correspondientemente.

### **Contrastación de hipótesis de las propiedades físicas**

Descripción del ensayo	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento		3			3	
Asent_0.0		3			3	
Asent_3.2	0.314	3		0.893	3	0.363
Asent_5.2	0.175	3		1.000	3	1.000
Asent_7.2	0.321	3		0.881	3	0.328
Asent_3.4	0.232	3		0.980	3	0.726
Asent_5.4	0.175	3		1.000	3	1.000
Asent_7.4	0.175	3		1.000	3	1.000
Asent_3.8	0.304	3		0.907	3	0.407
Asent_5.8	0.328	3		0.871	3	0.298
Asent_7.8	0.175	3		1.000	3	1.000
Contenidoaire	0.301	3		0.912	3	0.424

Conte_0.0	0.301	3		0.912	3	0.424
Conte_3.2	0.335	3		0.858	3	0.263
Conte_5.2	0.339	3		0.850	3	0.241
Conte_7.2	0.269	3		0.949	3	0.567
Conte_3.4	0.301	3		0.912	3	0.424
Conte_5.4	0.362	3		0.803	3	0.122
Conte_7.4	0.325	3		0.875	3	0.309
Conte_3.8	0.175	3		1.000	3	1.000
Conte_5.8	0.197	3		0.996	3	0.872
Conte_7.8	0.358	3		0.812	3	0.144
Densidad	0.247	3		0.969	3	0.661
Dens_0.0	0.247	3		0.969	3	0.661
Dens_3.2	0.346	3		0.837	3	0.205
Dens_5.2	0.371	3		0.783	3	0.075
Dens_7.2	0.196	3		0.996	3	0.877
Dens_3.4	0.232	3		0.980	3	0.729
Dens_5.4	0.336	3		0.856	3	0.257
Dens_7.4	0.270	3		0.948	3	0.562
Dens_3.8	0.267	3		0.951	3	0.575
Dens_5.8	0.332	3		0.863	3	0.277
Dens_7.8	0.259	3		0.959	3	0.610

Fuente: SPSS

En la tabla se realizó la prueba de normalidad donde se tomó los resultados de Shapiro-Wilk para las propiedades de contenido de aire, asentamiento y densidad.

#### Prueba de ANOVA 1

<b>ANOVA</b>						
Descripción del ensayo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Asentamiento	Entre grupos	2.701	9	0.300	170.187	0.000
	Dentro de grupos	0.035	20	0.002		
	Total	2.736	29			
Contenido de aire	Entre grupos	130.435	9	14.493	475.278	0.000
	Dentro de grupos	0.610	20	0.030		
	Total	131.045	29			
Densidad	Entre grupos	19560.935	9	2173.437	435.844	0.000
	Dentro de grupos	99.735	20	4.987		
	Total	19660.670	29			

Fuente: SPSS

Con los resultados mostrados en la tabla se comprobó que los valores de p son menores a 0,05 con lo cual se rechaza la H0 y se acepta la hipótesis alterna H1 (La

adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influencia de manera positiva en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido)

### Contrastación de hipótesis de las propiedades mecánicas

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compresion	0.312	3		0.896	3	0.373
Compr_0.0	0.312	3		0.896	3	0.373
Compr_3.2	0.204	3		0.993	3	0.844
Compr_5.2	0.318	3		0.886	3	0.343
Compr_7.2	0.176	3		1.000	3	0.986
Compr_3.4	0.202	3		0.994	3	0.851
Compr_5.4	0.271	3		0.948	3	0.560
Compr_7.4	0.339	3		0.851	3	0.244
Compr_3.8	0.216	3		0.988	3	0.795
Compr_5.8	0.357	3		0.815	3	0.151
Compr_7.8	0.263	3		0.956	3	0.595
Flexion	0.234	3		0.978	3	0.718
Flex_0.0	0.234	3		0.978	3	0.718
Flex_3.2	0.227	3		0.983	3	0.747
Flex_5.2	0.268	3		0.951	3	0.572
Flex_7.2	0.316	3		0.890	3	0.355
Flex_3.4	0.300	3		0.914	3	0.430
Flex_5.4	0.190	3		0.997	3	0.902
Flex_7.4	0.261	3		0.957	3	0.601
Flex_3.8	0.261	3		0.957	3	0.601
Flex_5.8	0.313	3		0.894	3	0.366
Flex_7.8	0.287	3		0.929	3	0.486
Permeabilidad	0.204	3		0.993	3	0.843
Perm_0.0	0.204	3		0.993	3	0.843
Perm_3.2	0.321	3		0.881	3	0.328
Perm_5.2	0.304	3		0.907	3	0.407
Perm_7.2	0.243	3		0.972	3	0.679
Perm_3.4	0.269	3		0.949	3	0.567
Perm_5.4	0.349	3		0.832	3	0.194
Perm_7.4	0.328	3		0.871	3	0.298
Perm_3.8	0.175	3		1.000	3	1.000
Perm_5.8	0.175	3		1.000	3	1.000
Perm_7.8	0.175	3		1.000	3	1.000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se realizó la prueba de normalidad donde se tomó los resultados de Shapiro-Wilk para la resistencia a compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad.

Prueba de ANOVA 2

<b>ANOVA</b>						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	9375.815	9	1041.757	626.861	0.000
	Dentro de grupos	33.237	20	1.662		
	Total	9409.052	29			
Flexión	Entre grupos	2541.817	9	282.424	992.948	0.000
	Dentro de grupos	5.689	20	0.284		
	Total	2547.506	29			
Permeabilidad	Entre grupos	1.664	9	0.185	65.941	0.000
	Dentro de grupos	0.056	20	0.003		
	Total	1.720	29			

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados mostrados en la tabla se comprobó que los valores de p son menores a 0,05 con lo cual se rechaza la H0 y se acepta la hipótesis alterna H2 (La adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influencia de manera positiva en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido.)

## V. DISCUSIÓN

En este capítulo realizamos la balance de las consecuencias conseguidas en la investigación, de tal modo que evidenciamos la relación que existe con los resultados de otras investigaciones de autores que desarrollaron estudios similares al actual, también evidenciamos las evidencias más resaltantes encontradas durante el estudio, de esta manera tenemos el objetivo general el cual busco determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023. Esta influencia se vio reflejada en los resultados debido a que cada adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada mostro cambios en los resultados de las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, para un mejor entendimiento realizaremos las discusiones de los objetivos específicos.

En relación al objetivo específico 1 se consiguió obtener las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido. Se pudo encontrar que las propiedades del agregado fino mostro un módulo de fineza de 3.17, 2.08 % de absorción, 1556.74 kg/m<sup>3</sup> de peso unitario, 1769.97 kg/m<sup>3</sup> de peso unitario compactado, 2.77 g/cm<sup>3</sup> de peso específico y 2.19% de humedad; por otra parte, el agregado grueso mostro un TMN 1", 0.52% de absorción, 1422.53 kg/m<sup>3</sup> de peso unitario, 1589.42 kg/m<sup>3</sup> de peso unitario compactado, 2.59 g/cm<sup>3</sup> de peso específico y 1.39 % de humedad. Se observó que los resultados del agregado fino y grueso se encontraron dentro de los parámetros establecidos por la NTP 400.037, de este modo se logró realizar una adecuada caracterización del agregado grueso. Finalmente, los resultados de las propiedades de los agregados no convencionales resultaron para la fibra de acero un 0.28 % de absorción, 3.19 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 6.97 g/cm<sup>3</sup> de peso específico; por otra parte, para la escoria de cobre se obtuvo 0.14 % de absorción, 2.29 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 9.60 g/cm<sup>3</sup> de peso específico respectivamente. Teniendo en cuenta los estudios realizados a los agregados, fibra y escoria, se pasó a elaborar el diseño del concreto con la (Lachira y Talledo, 2021), este diseño resulto ser de 1 bolsa de cemento por 6.039 de piedra, 0.340 de arena y 0.4 de

agua, el diseño permitió tener una relación de agua cemento de 0.4 con el cual se logró conseguir la resistencia  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$  del concreto permeable. Estos resultados guardan relación con los resultados obtenidos en el estudio de) donde durante el proceso de desarrollo, su diseño de mezcla, teniendo en cuenta los mismos criterios de diseño; relación agua-cemento 0,35, relación de vacíos 16,30 %, agregado fino 10 %,  $b/b_0 = 0,93$ , volumen de lechada 24,5 %. Por otro lado, el estudio de Angélica, (2021) con una relación w/c de 0,36 y un contenido de vacíos del 18 %. De este modo los resultados muestran similitud con los resultados encontrados en la actual investigación.

En relación al objetivo específico 2 se consiguió determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido. Se pudo encontrar que las propiedades físicas del concreto permeable se, observo que el concreto a medida que se le incrementa la adición de FA y EC muestra un ligero aumento en la trabajabilidad de la mezcla, tomando como máximo asentamiento el de 1.02 cm el cual se relaciona con la adición de 7 % de FA y 8 % de EC; por otra parte se logra entender que a medida que se le incrementa la adición de FA y EC, la mezcla muestra una disminución en el contenido de aire de la mezcla, tomando como el menor contenido de aire alcanzado el de 16.91 % el cual se produjo con la adición de 7 % de FA y 8 % de EC; finalmente se logra entender que a medida que se le incrementa la adición de FA y EC la mezcla muestra un aumento en la densidad de la mezcla. Estos resultados guardan relación con los resultados encontrados de García, (2018) el cual en sus resultados la aplicación de escoria de cobre aumento la trabajabilidad de su concreto permeable a medida que se aumentaba este material no convencional, del mismo modo se encontró que el contenido de aire disminuyo a medida que aumentaba la escoria de cobre y finalmente la densidad muestra un aumento. Otros resultados que guardan relación con la actual investigación son los hallazgos de Vásquez y Gonzales, (2018), donde de la misma manera la densidad y trabajabilidad del concreto permeable muestran aumento a medida que aumenta la fibra de acero y el contenido de aire disminuye con la adición de esta fibra. De este modo los resultados muestran similitud con los resultados encontrados en la actual investigación.

En relación al objetivo específico 3 se consiguió evaluar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido. Los resultados mostraron valores de aumento tanto para la resistencia a compresión como para la flexión donde se encontró que se consiguió un aumento máximo de la resistencia a compresión de 275.71 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia máxima a flexión de 91.12 kg/cm<sup>2</sup> los cuales se consiguieron la incorporación de 7 % fibra de acero y 8 % escoria de cobre reciclada. De la misma manera, en todos los casos con la incorporación de distintas cantidades de fibra de acero y escoria de cobre reciclada mostraron aumento a los 7, 14 y 28 días de curado. Por otro lado, los resultados de los ensayos de permeabilidad del concreto permeable, se encontró que a medida que se aumentaba fibra de acero y escoria de cobre reciclada, también aumentaba la filtración de agua a través del concreto permeable por segundo alcanzando un máximo de filtración de 3.39 cm/seg, este máximo resultado lo mostro con la incorporación de 7 % fibra de acero y 8 % escoria de cobre reciclada. Estos resultados guardan relación con los resultados encontrados en el estudio de López, Collado y Morante (2019) donde la resistencia a la compresión de la combinación de tipo II se midió en 229,55 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia a la tracción por compresión diametral se midió en 20,82 kg/cm<sup>2</sup>, y la permeabilidad se midió en 0,66 cm/s. por otro lado el estudio de Ortegón & Méndez (2018) donde la resistencia media a la flexión utilizando partículas finas de 25.964 kg/cm<sup>2</sup> y sin partículas finas de 12.163 kg/cm<sup>2</sup> se ajustan a los niveles estipulados por las normas internacionales. Los resultados de transmitancia de 22,317 cm/s y 24,53 cm/s muestran valores muy altos, aunque se encuentran dentro de los parámetros esperados en comparación con algunos estudios previos. Del mismo modo el estudio de Hwang, (2022). A los 28 días a) se alcanzó la máxima resistencia en el hormigón permeable (88,32 kg/cm<sup>2</sup>), b) utilizando un 20% de jal como ligante (103,35 kg/cm<sup>2</sup>), c) utilizando un 25% de jal como arena (86 kg/cm<sup>2</sup>). El hormigón con un 20% de jal como ligante alcanzó la mayor permeabilidad y porosidad (118,49 L/min/m<sup>2</sup> y 19,63%, respectivamente). En resumen, el hormigón permeable con un 20% de gel como ligante es adecuado para aceras, carriles bici y carreteras. Finalmente, Schwantes et al., (2018) tiene el coeficiente de permeabilidad más alto

de 4.27 cm/s con una capacidad portante promedio de 10 MPa y permeabilidad última de B0 es de unos 3 cm/s, la resistencia mecánica es de 9,5 MPa.

En relación al objetivo específico 4 se consiguió elaborar el análisis de costos de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en los costos de la elaboración del concreto permeable para pavimento rígido. Donde se observa la disminución del costo con la incorporación de fibras de acero y escoria de cobre, de tal modo que la disminución se vio reflejada en los costos del concreto permeable que presentaba mayor cantidad de porcentaje de fibra de acero, esto puede entenderse debido a que es más barato el acero que el cobre, los resultados a pesar que la disminución fue pequeña, es eficiente debido a que mejora las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto permeable estos resultados guardan relación con los resultados encontrados en el estudio de García (2018), donde sus resultados encontrados en relación a los costos aumentaron ligeramente debido a que el cobre lo obtuvo de compra y no de reciclaje, lo cual a pesar de que el concreto mostro beneficios en sus resistencia y permeabilidad genera un aumento en los costos. Por otra parte, el estudio de Vásquez y Gonzales (2018) la aplicación de fibra de acero mejoro las propiedades físico mecánicas y al mismo tiempo se redujo los costos debido a que fibra de acero obtenida lo consiguió del reciclaje efectuado por el mismo.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** Luego de realizar los estudios respectivos se llegó a la conclusión de que la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye de manera positiva en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, debido a los resultados conseguidos por para estudio de los objetivos específicos que resultaron ser beneficiosos para el concreto.

**Conclusión 2:** Se concluyó que las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales permitieron realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido, esto permitió realizar los diseños de concreto patrón permeable y los concretos con la adición de FA y ECR.

**Conclusión 3:** Se concluyó que la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influencia de manera positiva en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido, debido a que se consiguió aumento ligero en la trabajabilidad, un aumento en la densidad y una disminución del contenido de vacíos del concreto permeable.

**Conclusión 4:** Se concluyó que la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influencia de manera positiva en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, debido a que se consiguió aumento de resistencia a la compresión de 4.22%, 9.88%, 15.02%, 11.02%, 16.20%, 22.08%, 16.72%, 22.77% y 28.48% para la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente; un aumento de resistencia a la flexión de 18.97%, 26.92%, 19.24%, 28.32%, 36.17%, 44.37%, 37.91%, 46.30% y 54.36% para la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente y finalmente un aumento en la permeabilidad de 6.75%, 11.90%, 19.05%, 11.51%, 16.27%, 22.22%, 19.44%, 26.19% y 34.52% para la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

**Conclusión 5:** Finalmente se concluyó que la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada reduce los costos de la elaboración del concreto permeable para pavimento rígido en -1.09%, -1.63%, -2.17%, -1.34%, -1.88%, -2.42%, -1.85%, -2.38% y -2.91% para la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el empleo de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido debido a que mejora las propiedades físico mecánicas del concreto y reduce el costo en la empleabilidad de los materiales.
2. Se recomienda emplear 7 % de fibra de acero y 8 % de escoria de cobre reciclada en la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido debido a que en los resultados de esta investigación fueron los que mostraron los mejores resultados durante su aplicación, especialmente en las propiedades más representativas del concreto.
3. Se recomienda emplear la fibra de acero y escoria en la producción de concreto permeable para construcciones que necesiten aumentar su resistencia y generar un mayor porcentaje de filtración, debido a que se ha demostrado un aumento en la cantidad de agua que pasa por segundo a través de este tipo de concreto, el cual puede ser empleado en la disminución de inundaciones en diferentes carreteras del país.
4. Se recomienda conseguir los materiales no convencionales de manera reciclada, ya que, si se consigue estos materiales de la compra, ocurrirá lo contrario en el presupuesto, ya que estos materiales como específicamente el cobre tiene un costo elevado en la industria.

## REFERENCIAS

Acosta Calderón, Samantha, Gordillo Silva, Pablo, García Troncoso, Natividad, BOMPA V., Dan y Flores Rada, Jorge. Comparative Evaluation of Sisal and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Properties. Revista MDPI, 10(4): 1-18, marzo 2022. ISSN: 2504-3900

Amoros Morote, Carlos Enrique y Bendezu Ulloa, José Carlos. Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Tesis (Ingeniero civil). Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Facultad de Ingeniería, 2019.

AASHTO 6th Ed. (2011) "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets". Washington D.C. E.E.U.U.

Alberto Esguerra Serna, & Daniel Felipe Castro Hernandez. (2018). Basalto como agregado en concreto para construcción de bermas y cunetas en via terciarias, <https://n9.cl/d91jc>.

Bautista Pereda, Alessandro Jesus (2018) diseño de pavimentos rígidos permeable para la evaluación de agua pluviales según la norma ACI. Recuperado de [file:///C:/Users/DELITOS-01/Downloads/bautista\\_paj.pdf](file:///C:/Users/DELITOS-01/Downloads/bautista_paj.pdf)

Amorós Morote, Carlos Enrique; Bendezú Ulloa, José Carlos (2022) Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626313/BENDEZU\\_UJ.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626313/BENDEZU_UJ.pdf?sequence=3).

Andres David Mora Cano & camilo alberto argüelles saenz (2015) seño de pavimento rigido para la urbanizacion caballero y gongora, municipio de honda Tolima <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2687/1/dise%C3%a1.pdf>

Angelino Alagón Danae Sosamin (2019) "análisis comparativo entre la ductilidad de un concreto patrón  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionado con 0.6 kg/m<sup>3</sup> y 1.0 kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas, cusco – 2019."

[https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3463/Danae\\_Tesis\\_bachiller\\_2019\\_Part.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3463/Danae_Tesis_bachiller_2019_Part.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Armando Alfredo Escribá Flores (2018) función matemática para determinar la relación agua/cemento en el diseño de mezclas de concreto utilizando basalto como agregados  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8767/1/Armando%20Alfredo%20Escrib%C3%A1%20Flores.pdf>

Hilder Javier Jimenez pesantes (2019). “evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de castilla, provincia Piura y departamento de Piura” para optar el título profesional de ingeniería civil. file:///C:/Users/DELITOS-01/Downloads/CIV-JIM-PES-2019%20(1).pdf

Hwang Arcolezi, Karina. Influence of aggregate sizes and packing combination on the properties of pervious concrete. Tesis (Ingeniería Civil). Ilha Solteira: Universidad Estatal Paulista, 2022.

Baena Paz, Guillermina. 2017. Metodología de la investigación serie integral por competencias. 3.a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 157.

Bernal Torres, César Augusto. Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Libro. Universidad de La Sabana, Colombia, Escuela de Posgrados, 2019.

Cabezas Mejía, Edison Damian; Naranjo, Diedo Andrade & Torres Santamaria, Johana. (2018). Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Cesar Leonardo Guzmán Camacho (2016) concreto permeable, ventajas y desventajas de su uso en vías urbanas de bajo tránsito, en comparación con el concreto hidráulico convencional como solución a los problemas de inundaciones en zonas aledañas al humedal de jaboque, localidad de Engativá  
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15662>.

Challco Estrada, Bianca Francesca & Tuesta Gonzales Zuñiga, Lea Rebeca. (2021) “Propuesta de diseño de concreto permeable reforzado con fibras de

basalto (18mm, 17  $\mu$ m) para mejorar su desempeño aplicado en pavimentos urbanos” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654957/ChallcoE\\_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654957/ChallcoE_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

Cohen, Nestor & Gomez Rojas, Gabriela. 2019. Metodología de la investigación ¿para que?. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Teseo, 2019. 277.

D’Alessandro, M. (2016). Rocas y minerales. Obtenido de rocas y minerales:  
<https://www.rocasyminerales.net/basalto/>

González Morgado, Daniel Eduardo (2018) metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito  
<https://core.ac.uk/download/pdf/288910557.pdf>

Ortegon Lasso, Daniela Del Pilar & Méndez Gómez, Juan Sebastián (2018) “Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico adicionando Basalto con porcentajes de arena-grava buscando un módulo de rotura admisible”. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad piloto de Colombia. Facultad de Ingeniería.  
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5690/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Palacios Ruíz, Douglas Fabricio y Romero Henrríquez, Ruth Idalia (2021) evaluación del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, al combinar agregados gruesos: basalto normal con basalto vesicular  
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/25601/1/TESIS%20EVALUACION%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20DEL%20CONCRETO%20EN%20STADO%20FRESCO%20Y%20ENDURECIDO%20UTILIZANDO%20BASALTO%20VESICULAR.pdf>

Gonzales Farfán, Fabrizio Jesús & Díaz Huaquía, José Luis (2021) Análisis de la influencia de las fibras de basalto y lignina en las propiedades.

García Bustos, Arturo (2018) mortero con propiedades mejoradas de ductibilidad por adición de fibras de vicrio, carbono y basalto  
[https://oa.upm.es/54114/1/ARTURO\\_BUSTOS\\_GARCIA.pdf](https://oa.upm.es/54114/1/ARTURO_BUSTOS_GARCIA.pdf)

Hinostroza Cuadros, Carlos Alberto (2020) "Análisis estructural del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno y el pavimento rígido" <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692d=y>.

Hadbawi, Noral. The effects of recycled waste on concrete mixture properties. Kennesaw State University. Tesis (Ingeniero civil). Kennesaw: Universidad Estatal de Kennesaw, 2022.

Ivala Espinoza, Carlos Max. Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $F'C=210\text{KG}/\text{CM}^2$  Y  $F'C=245\text{KG}/\text{CM}^2$  en la ciudad de Huancayo 2017. Tesis (Ingeniero civil). Huancayo: Universidad Continental, 2018.

Miranda Espitia, Angélica Noelia. (Julio - 2021) Comportamiento Mecánico Del Concreto Con Adición De Fibras Naturales (bagazo de caña) y fibras sintéticas (polipropileno), (Tesis de Maestría) Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39794/MirandaEspitiaAngelicaNoelia2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Fernández Arrieta, Roberto J. (2019). Concreto permeable diseño de mezcla para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. <https://repositoryfile:///C:/Users/DELITOS-01/Downloads/Dialnet.pdf>.

LEWIS Cole, RAMEZ Bakheet y SHATIRAH, Akib, (2018) "Influencia de la mineralogía, textura y grado de alteración de rocas volcánicas en su comportamiento como agregado en hormigón" <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4544/TESIS%20-%20Madsen%>.

Lino Vidal, Diego Jesus & Quispe Pacheco, Claudio Fernando (2020). "Análisis y evaluación del uso de fibra de basalto en el concreto para mejorar

López Neslyn, Collado Emilla, Diacos Lois y Morante Harold. Evaluation of Pervious Concrete Utilizing Recycled HDPE as Partial Replacement of Coarse Aggregate with Acrylic as Additive. MATEC Web of conferences, 258, 2019. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201925801018>

Navarro Más, María Dolores. (2021) Research on the Mechanical Properties of Wet-Sprayed Polypropylene Fiber Concrete. Research Gate, 72(18): 1-16, julio de 2021

Martell Cusquipoma, Jaime Elmo y Rojas García, Holmer Wilinton. Estudio de la resistencia a compresión del concreto permeable  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleando aditivo chema megaplast en la ciudad de Trujillo. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2019.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). "Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos", R.D N°10-2014 – MTC/14. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). "*Manual de Diseño Geométrico*". Lima, Perú.

Monrose, John. Permeable pavement systems with low carbon and recycled materials for caribbean small island developing states. Tesis (Ingeniero civil). England: University of the West of England, Faculty of Environment and Technology Civil & Environmental Engineering Cluster, 2020.

García Asto, Oral Kelvin (2021) comportamiento estructural de losas macizas de concreto reforzadas con varillas de basalto <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b5c5fe99-809e-4f59-b59f-76444f948bfc/content>

Najeeb, Adraa M. y Mahdi Fawzi, Nada. The Effect of Using Plastic Strips and Sheets on the Properties of Slurry Infiltrated Fiber Concrete. Engineering, Technology & Applied Science Research, 11(06): 7800-7804, 2021. ISSN: 2191-0243.

Lachira Sandoval, Francisco Javier y Talledo Pintado, Fernando Leonel. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando diatomita, Piura 2021. Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2021.

Olortin Valentin, Alex y Chuquiyauri Rafael, Elvin Keler. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto al incrementar su temperatura por

exposición al fuego – Huánuco. Tesis (Ingeniero civil). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2020.

Adrianzen Flores, Orlando Jefferson & Azula Vasquez, Jhon Jeiner (2021) “Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica: Una revisión literaria”.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/47931/50024>.

Orlando, Jhon, Christian & Sócrates. (2021) Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica: Una revisión literaria. Recuperado de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052022000100029&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052022000100029&script=sci_arttext)

Pillaca Quispe, Luis Daniel. Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima – 2019. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019.

Pohl, Rachel. Applying performance engineered mixture design to permeable concrete. Maestría (Mención en Estructuras Sismorresistentes). Arkansas: Department of Civil Engineering University of Arkansas, 2020

Reyes, Christian (2018). Influencia de la aplicación de residuos de construcción en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vías peatonales, Lima, 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500>.

Rodríguez Rivera, Rodrigo (2020), “Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el Jr. Malecón Germán aliaga de la ciudad de Tocache”,  
[http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1005/TESIS%20-%20ING.%20CIVIL\\_GENITH%20SOPAN%20HERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1005/TESIS%20-%20ING.%20CIVIL_GENITH%20SOPAN%20HERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ruiz Huaraz, Carlos Bernandino & Valenzuela Ramos, Marisel Roxana. 2022. Metodología de la investigación. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernandez Morillo, 2022. 121.

Santiago Amaya Alarcón & miguel ángel Ramírez zapata (2019) Asociación, Bogotá D.C., evaluación del comportamiento mecánico del concreto

Sánchez, Ismael (2018). Propiedades mecánicas y durabilidad de concretos poroso con la adición de tres dosis de nervio de vidrio, Cajamarca, 2018. <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/954>.

Sandoval Chambi, Aldair Nivardo. Análisis de diseños de concreto permeable como alternativa en la construcción de pavimentos rígidos empleando agregados de la ciudad de Juliaca - 2019. Tesis (Ingeniero civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 2021.

Schwantes Cezario, Nicole, Peres, Maria, Fruet, Thomas, Nogueira, Geovana, Toralles, Berenice & Cezario, Davi. (2018). Crack filling in concrete by addition of *Bacillus subtilis* spores – Preliminary study. DYNA. 85. 132-139. [10.15446/dyna.v85n205.68591](https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.68591).

Vílchez Becerra, Jorge Luis. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto usando agua de mar. Tesis (Ingeniero civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2020.

## ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Influencia de propiedades del concreto adicionando fibras de acero y escoria de cobre reciclados en pavimento rígido permeable, Lima

2023	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
	<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente (X)</b> Fibra de acero y escoria de cobre	Dosificación	3 %, 5 % y 7 % de fibra de acero	<b>Diseño de la investigación</b>  Cuasi experimental  <b>Nivel de investigación</b>  Explicativo  <b>Enfoque de la investigación</b>  Cuantitativos
	¿Cuál será la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023?	Determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023.	La adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye de manera positiva en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023.			Estudio de materiales	
	<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>		Propiedades físicas del concreto permeable		
	¿Cuáles son las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido?	Obtener las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido.	Las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales permitieron realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido.			Densidad (kg/cm <sup>3</sup> )	
	¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido?	Determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido.	La adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye de manera positiva en las propiedades físicas de un concreto permeable para pavimento rígido.	Vacíos (%)			
	¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido?	Evaluar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido.	La adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido.	<b>Variable Dependiente (Y)</b> Propiedades del concreto permeable	Propiedades mecánicas del concreto permeable	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	¿Cuál será la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en los costos de la elaboración del concreto permeable para pavimento rígido?	Elaborar el análisis de costos de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en los costos de la elaboración del concreto permeable para pavimento rígido.	La adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada reduce los costos de la elaboración del concreto permeable para pavimento rígido.			Costos	
						Análisis de costos (S/.)	

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente (X):</b> Fibra de acero y escoria de cobre	La escoria de cobre, es un subproducto esencial que se forma como resultado del proceso pirometalúrgico que tiene lugar en los altos hornos de las fundiciones. (Flores Gonzales & Fuentes Carranza, 2021). Las fibras de acero, son un material flexible y muy utilizado en la vida moderna que puede encontrarse prácticamente en cualquier parte, ya que se emplean distintos tipos de acero para diversos fines y aplicaciones. (Martínez, 2017).	Se elaborara el estudio de los agregados no convencionales, entre las cuales tenemos la escoria de cobre y las fibras de acero con la finalidad de encontrar sus características importantes que influirán en las propiedades del concreto, estas características a estudiar de los agregados no convencionales tenemos el contenido de humedad peso específico, densidad y granulometría.	Dosificación	3 %, 5 % y 7 % de fibra de acero 2 %, 4 % y 8 % de escoria de cobre	De razón
			Propiedades	Granulometría Densidad (kg/cm <sup>3</sup> ) Peso específico (kg/cm <sup>3</sup> ) Contenido de humedad (%)	De razón
<b>Variable Dependiente (Y):</b> Propiedades del concreto permeable	Ensayo de compresión a probetas cilíndricas, es el proceso necesario para calcular la resistencia a la compresión de una probeta cilíndrica de hormigón de 6 "x12" se describe en ASTM C-39 (Llanos, 2018). Ensayo de resistencia a la flexión, es el mecanismo aplique continuamente una carga constante, el ensayo se realiza de acuerdo con la norma ASTM C-78 para determinar la resistencia a la flexión o el módulo de rotura de elementos de hormigón endurecido (Pereda, 2018)	Por ello, esta investigación es desarrollar un método para producir hormigón permeable mediante la inclusión en la mezcla de fibras de acero recicladas y escoria de cobre. Como consecuencia directa de ello, el hormigón mostrará niveles mejorados de sus cualidades mecánicas, como el aumento de la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la permeabilidad. Además, se fomentará la reutilización y el reciclado del material, lo que contribuirá a reducir la contaminación ambiental.	Propiedades físicas del concreto permeable	Trabajabilidad (pulgadas)	De razón
				Densidad (kg/cm <sup>3</sup> )	De razón
				Vacíos (%)	De razón
			Propiedades mecánicas del concreto permeable	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	De razón
				Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
				Permeabilidad (cm/seg)	
Costos	Análisis de costos (S/.)	De razón			

AUTOR: CAJAHUAMAN GAMARRA HEBERT JHON

TITULO: "INFLUENCIA DE PROPIEDADES DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO Y ESCORIA DE COBRE RECICLADOS EN PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE, LIMA 2023"

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	
<b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál será la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023	<b>HIPOTESIS PRINCIPAL:</b> Si existe influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> FIBRAS DE ACERO ESCORIA DE COBRE	Dosificación 3% Dosificación 5% Dosificación 8% Granulometría Dosificación 2% Dosificación 4% Dosificación 8% Granulometría	(%) (%) (%) Distribución granulométrica de las fibras (%) (%) (%) Distribución granulométrica de las escorias de cobre	Experimental descriptivo y explicativo	
	<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICAS:</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>			
	a) ¿Cómo evaluar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en la propiedad física de resistencia a la compresión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023?	Obtener la caracterización física de los agregados convencionales y no convencionales para realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido, Lima 2023	Se obtuvo la caracterización física de los agregados convencionales y no convencionales para realizar el diseño de mezcla de un concreto permeable con adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada para pavimento rígido, Lima 2023	PROPIEDADES FÍSICAS DE CONCRETO PERMEABLE	TRABAJABILIDAD DENSIDAD VACÍOS PERMEABILIDAD		(Pulgadas) (kg/m <sup>3</sup> ) (%) (mm/s)
	b) ¿Cómo evaluar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023?	Evaluar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023	La adición de la fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye positivamente en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023	PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETO PERMEABLE	COMPRESIÓN FLEXIÓN CONTENIDO DE VACÍOS		kg/cm <sup>2</sup>
	c) ¿Cuál será la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en los costos de las propiedad mecánica de resistencia a la flexión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023?	Determinar la influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en la propiedad mecánica de resistencia a la flexión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023	La adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada influye positivamente en la propiedad mecánica de resistencia a la flexión de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023	COSTOS	ANÁLISIS DE COSTOS		soles (S)

SICE - COAR Tacna  
 Ing. Freddy Olortegui Aguirre  
 Especialista en Estructuras  
 Reg. CIP N° 99365

Guido Guillermo Holgado Alvarez  
 CIP N° 32526

SICE - COAR Tacna  
 Ing. Josyl M. Cabanillas Morales  
 Residente de Obra  
 CIP 84705







**Formato**  
**ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO**

**Versión: 01**  
**Ref.: 23-100628**  
**Año: 2023**  
**Lugar: Lima**

**PROYECTO** : Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023\*

**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra

**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto

**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023

**LOCALIZACIÓN** : Lima

**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

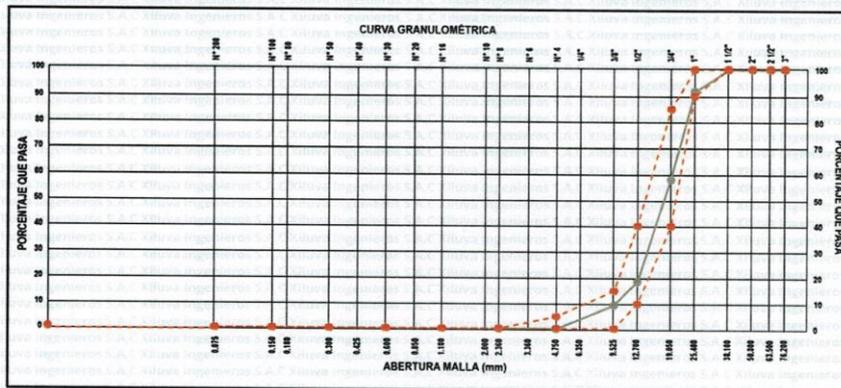
**MÉTODO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO DEL CONCRETO (ASTM C 33)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASA	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	(%)	(%)	(%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	2.14	0.00	100.00
1"	25.400	8.49	8.49	91.51
3/4"	19.050	33.66	42.15	57.85
1/2"	12.700	39.09	81.24	18.76
3/8"	9.525	9.44	90.68	9.32
N° 4	4.750	9.32	100.00	0.00
N° 8	2.360	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	100.00	0.00
-200	FONDO	0.00	100.00	0.00

DESCRIPCIÓN	
Grava (Retenido malla N° 4)	: 100%
Arena (de N° 8 a N° 200)	: 0%
Fino (Pasante malla N° 200)	: 0%
Descripción de la muestra	: Piedra
Cantera	: Arids Ribas SAC
Contenido de humedad	: 1.39
Tamaño máximo nominal	: 1"

**Observaciones:**

- El agregado grueso (piedra chancada) fue administrado por la cantera Arids Ribas SAC, Ventanilla, Callao
- Los tamices empleados fueron de Acero Inoxidable de marca PALIO.
- Cumple con la norma ASTM E 11.



**REFERENCIA:**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
- ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
- STM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
- ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

**KENNETH MIGUEL BUHON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255869

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com



**Formato**  
**ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO**

**Versión: 01**  
**Ref.: 23-100628**  
**Año: 2023**  
**Lugar: Lima**

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hébert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADO FINO (NTP 400.017:2011)**

Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta del agregado fino.		
	Densidad de masa suelta		
	Muestra 1.1	Muestra 1.2	Muestra 1.3
Peso molde + material	12.463 kg	12.420 kg	12.483 kg
Peso molde	0.640 kg	0.640 kg	0.640 kg
Peso del material	11.823 kg	11.780 kg	11.843 kg
Volumen del molde	0.0076 m3	0.0076 m3	0.0076 m3
Peso Unitario	1557.75 kg/m3	1552.09 kg/m3	1560.39 kg/m3
Peso Unitario Promedio	1556.74 kg/m3		

Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada del agregado fino.		
	Densidad de masa compactada		
	Muestra 1.4	Muestra 1.5	Muestra 1.6
Peso molde + material	13.991 kg	13.960 kg	14.270 kg
Peso molde	0.640 kg	0.640 kg	0.640 kg
Peso del material	13.351 kg	13.320 kg	13.630 kg
Volumen del molde	0.0076 m3	0.0076 m3	0.0076 m3
Peso Unitario	1759.08 kg/m3	1754.99 kg/m3	1795.84 kg/m3
Peso Unitario Promedio	1769.97 kg/m3		

- Observaciones:**
- El peso unitario suelto del agregado fino es de 1556.74 kg/cm3
  - El peso unitario compactado del agregado fino es de 1769.97 kg/cm3

- REFERENCIA:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
  - ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
  - ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
  - ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
  - ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

**KENNETH MIGUEL BUJALON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255983



El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**Formato**  
**ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO**

**Versión: 01**  
**Ref.: 23-100628**  
**Año: 2023**  
**Lugar: Lima**

**PROYECTO** : 'Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023'

**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra

**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto

**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023

**LOCALIZACIÓN** : Lima

**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO (NTP 400.017:2011)**

Densidad de masa suelta del agregado grueso.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta		
	Muestra 2.1	Muestra 2.2	Muestra 2.3
Peso molde + material	11.218 kg	11.461 kg	11.640 kg
Peso molde	0.643 kg	0.643 kg	0.643 kg
Peso del material	10.575 kg	10.818 kg	10.997 kg
Volumen del molde	0.0076 m3	0.0076 m3	0.0076 m3
Peso Unitario	1393.32 kg/m3	1425.34 kg/m3	1448.92 kg/m3
Peso Unitario Promedio	1422.53 kg/m3		

Densidad de masa compactada del agregado grueso.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada		
	Muestra 2.4	Muestra 2.5	Muestra 2.6
Peso molde + material	12.740 kg	12.693 kg	12.692 kg
Peso molde	0.645 kg	0.645 kg	0.645 kg
Peso del material	12.095 kg	12.048 kg	12.047 kg
Volumen del molde	0.0076 m3	0.0076 m3	0.0076 m3
Peso Unitario	1593.59 kg/m3	1587.40 kg/m3	1587.27 kg/m3
Peso Unitario Promedio	1589.42 kg/m3		

**Observaciones:**

- El peso unitario suelto del agregado grueso es de 1422.53 kg/cm3
- El peso unitario compactado del agregado grueso es de 1589.42 kg/cm3

**REFERENCIA:**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
- ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
- ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
- Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).



*Kenneth Miguel Bullón López*  
**KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 256969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"

**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra

**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto

**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023

**LOCALIZACIÓN** : Lima

**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

### ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO Y GRUESO (NTP 400.022 - NTP 400.021)

#### AGREGADO FINO

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la fiola	173.3 g	172.7 g	173.7 g
Peso de arena superficialmente seca	500 g	500 g	500 g
Peso de la arena superficialmente seca + peso de la fiola + peso del agua	996.1 g	995.8 g	997.2 g
peso del agua (W)	322.7 g	323.1 g	323.5 g
peso de la arena seca (A)	489.8 g	489.5 g	490.1 g
volumen de la fiola (V)	500 ml	500 ml	500 ml

Peso Especifico masa	2.76 g/cm3	2.77 g/cm3	2.78 g/cm3	2.77 g/cm3
Absorción	2.07 %	2.14 %	2.03 %	2.08 %

#### AGREGADO GRUESO

Peso de muestra S.S.S.	2231.69 g	2230.98 g	2230.73 g
Peso de la muestra + peso del recipiente + peso del agua	1374.22 g	1373.66 g	1372.58 g
Peso de la muestra seca (A)	2220.57 g	2220.02 g	2218.23 g

Peso Especifico masa	2.59 g/cm3	2.59 g/cm3	2.58 g/cm3	2.59 g/cm3
Absorción	0.50%	0.49%	0.56%	0.52%

**Observaciones:**

- El peso específico del agregado fino es de 2.77 g/cm3 y presenta una absorción de 2.08 %
- El peso específico del agregado grueso es de 2.59 g/cm3 y presenta una absorción de 0.52 %

**REFERENCIA:**

ASTM D 422-63-02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM C 29	Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
ASTM C70 - 20	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C128-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
ASTM D-422	Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

  
**KENNETH MIGUEL BULTRÓN LÓPEZ**  
 Ingeniero CMI  
 CIP N° 266389



El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com



**Formato**  
**ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO**

**Versión: 01**  
**Ref.: 23-100628**  
**Año: 2023**  
**Lugar: Lima**

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra

**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023

**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NTP 339.185)**

Contenido de humedad del agregado fino				
DESCRIPCIÓN	PROCESO			
	1	2	3	
Ensayo N°				
Peso del suelo húmedo + Tara (g)	764.00	762.00	764.00	
Peso del suelo seco + Tara (g)	749.00	746.00	749.00	
Peso de Tara (g)	47.00	47.00	47.00	
Peso de agua (g)	15.00	16.00	15.00	
Peso del suelo seco (g)	702.00	699.00	702.00	
Contenido de Humedad (%)	2.14	2.29	2.14	
Contenido de Humedad Promedio (%)	2.19			

Contenido de humedad del agregado grueso				
DESCRIPCIÓN	PROCESO			
	1	2	3	
Ensayo N°				
Peso del suelo húmedo + Tara (g)	609.00	608.00	608.00	
Peso del suelo seco + Tara (g)	601.00	601.00	600.00	
Peso de Tara (g)	48.00	48.00	48.00	
Peso de agua (g)	8.00	7.00	8.00	
Peso del suelo seco (g)	553.00	553.00	552.00	
Contenido de Humedad (%)	1.45	1.27	1.45	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.39			

**Observaciones:**

- El contenido de humedad del agregado fino es de 2.19 %
- El contenido de humedad del agregado grueso es de 1.39 %

**REFERENCIA:**



- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
- ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
- ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
- ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

*Kenneth Miguel Bullón López*  
**KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 255966

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com



**Formato**  
**CERTIFICADO DE PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD**

**Versión: 01**

**Ref.: 23-100628**

**Año: 2023**

**Lugar: Lima**

**PROYECTO** : Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023

**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra

**REFERENCIA** : Ensayo de materiales

**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023

**LOCALIZACIÓN** : Lima

**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE LA ESCORIA DE COBRE (ASTM C128)**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

Peso de la escoria de cobre S.S.S. + Recipiente + Peso agua (g)	1222.90	1237.29	1231.35
Peso de la escoria de cobre S.S.S. + Recipiente (g)	776.96	778.42	778.41
Peso del agua (gr/cm3)	445.94	458.87	452.94
Peso de la escoria de cobre SECA + Recipiente (g/cm3)	572.36	572.95	575.94
Recipiente (g/cm3)	135	135	135
Peso de la escoria de cobre SECA (g/cm3)	437.36	437.95	440.94
Volumen del recipiente (cm3)	498.90	498.90	498.90

Peso Especifico masa (g/cm3)	8.26	10.94	9.59	9.60
Peso Especifico masa SSS (g/cm3)	9.44	12.49	10.88	10.94
Peso especifico APARENTE (g/cm3)	4.84	5.62	5.07	5.18
ABSORCIÓN (%)	0.14	0.14	0.13	0.14

**DENSIDAD**

PESO DEL RECIPIENTE (gr)	44.08	43.93	43.94	
PESO DEL RECIPIENTE + PESO DE LA ESCORIA DE COBRE (gr)	964.90	966.07	966.23	
PESO DE LA ESCORIA DE COBRE (gr)	920.82	922.14	922.29	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm3)	402.12	402.12	402.12	
DENSIDAD DE LA ESCORIA DE COBRE (gr/cm3)	2.29	2.29	2.29	2.29

**Observaciones:**

- El peso específico de la escoria de cobre es de 9.60 g/cm<sup>3</sup> y presenta una absorción de 0.14 %
- La densidad de la escoria de cobre es de 2.29 g/cm<sup>3</sup>

**REFERENCIA:**

ASTM C 128-07	Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino.
ASTM C70 - 20	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C128-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.



*[Handwritten Signature]*  
**KENYTH MIGUEL**  
**SULLIVAN LÓPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP No 288989

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com



<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
<b>CERTIFICADO DE PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
	<b>Año: 2023</b>
	<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"

**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamara

**REFERENCIA** : Ensayo de materiales

**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023

**LOCALIZACIÓN** : Lima

**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

### ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE LA FIBRA DE ACERO (ASTM C128)

#### PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN

Peso de la fibra de acero S.S.S. + Recipiente + Peso agua (g)	1088.92	1088.92	1088.32
Peso de la fibra de acero S.S.S. + Recipiente (g)	646.37	640.84	644.59
Peso del agua (gr/cm3)	442.55	448.08	443.73
Peso de la fibra de acero SECA + Recipiente (g/cm3)	527.3	534.45	533.99
Recipiente (g/cm3)	139	139	139
Peso de la fibra de acero SECA (g/cm3)	388.3	395.45	394.99
Volumen del recipiente (cm3)	501.3	501.3	501.3

Peso Especifico masa (g/cm3)	6.61	7.43	6.86	6.97
Peso Especifico masa SSS (g/cm3)	8.51	9.39	8.69	8.86
Peso especifico APARENTE (g/cm3)	8.25	8.13	7.52	7.96
ABSORCIÓN (%)	0.29	0.27	0.27	0.28

#### DENSIDAD

PESO DEL RECIPIENTE (gr)	44.75	45.08	44.64	
PESO DEL RECIPIENTE + PESO DE LA FIBRA DE ACERO (gr)	1321.69	1326.07	1337.83	
PESO DE LA FIBRA DE ACERO (gr)	1276.94	1280.99	1293.19	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm3)	402.12	402.12	402.12	
DENSIDAD DE LA FIBRA DE ACERO (gr/cm3)	3.18	3.19	3.22	3.19

**Observaciones:**

- El peso específico de la fibra de acero es de 6.97 g/cm3 y presenta una absorción de 0.28 %
- La densidad de la fibra de acero es de 3.19 g/cm3

**REFERENCIA:**

- ASTM C 128-07 Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino.
- ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
- ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.



  
**KENNETH MICHAEL**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255309

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de propiedades físicas del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO DE CONSISTENCIA DE CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup>**  
**SLUMP DE MEZCLA DE CONCRETO EMPLEANDO EL CONO DE ABRAMS**  
**(NTP 339.035 - 2009)**

Muestra	Adición		Diseño (pulg)	Asentamiento (mm)		Promedio (cm)
	Fibra de acero (FA)	Escoria de cobre (EC)		Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)	
ASENT-PATRON 1.1				0.00	0.00	
ASENT-PATRON 1.2	0%	0%	0" - 2"	0.00	0.00	0.00
ASENT-PATRON 1.3				0.00	0.00	
ASENT-FA.EC 2.1				0.08	0.20	
ASENT-FA.EC 2.2	3%	2%	0" - 2"	0.11	0.28	0.26
ASENT-FA.EC 2.3				0.12	0.30	
ASENT-FA.EC 3.1				0.14	0.36	
ASENT-FA.EC 3.2	5%	2%	0" - 2"	0.13	0.33	0.35
ASENT-FA.EC 3.3				0.14	0.36	
ASENT-FA.EC 4.1				0.23	0.58	
ASENT-FA.EC 4.2	7%	2%	0" - 2"	0.19	0.48	0.55
ASENT-FA.EC 4.3				0.23	0.58	
ASENT-FA.EC 5.1				0.19	0.48	
ASENT-FA.EC 5.2	3%	4%	0" - 2"	0.17	0.43	0.47
ASENT-FA.EC 5.3				0.20	0.51	
ASENT-FA.EC 6.1				0.27	0.69	
ASENT-FA.EC 6.2	5%	4%	0" - 2"	0.26	0.66	0.67
ASENT-FA.EC 6.3				0.26	0.66	
ASENT-FA.EC 7.1				0.34	0.86	
ASENT-FA.EC 7.2	7%	4%	0" - 2"	0.32	0.81	0.86
ASENT-FA.EC 7.3				0.36	0.91	
ASENT-FA.EC 8.1				0.26	0.66	
ASENT-FA.EC 8.2	3%	8%	0" - 2"	0.29	0.74	0.71
ASENT-FA.EC 8.3				0.29	0.74	
ASENT-FA.EC 9.1				0.36	0.91	
ASENT-FA.EC 9.2	5%	8%	0" - 2"	0.31	0.79	0.86
ASENT-FA.EC 9.3				0.35	0.89	
ASENT-FA.EC 10.1				0.40	1.02	
ASENT-FA.EC 10.2	7%	8%	0" - 2"	0.41	1.04	1.02
ASENT-FA.EC 10.3				0.40	1.02	

**Observaciones:**

- *Los SLUMP se encuentran del rango de 0" a 2" para una mezcla de consistencia seca.*
- *La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC, Ventanilla, Callao.*
- *Cemento Portland Tipo I.*
- *El Cono de Abrams cumple con las medidas especificadas en la norma.*
- *El metal escoria de cobre (EC) y la fibra de acero (FA) fueron administrados por el solicitante.*

**REFERENCIA:**



NTP 339.036:1999  
 NTP 400.037  
 ASTM C 670:2003  
 NTP 334.005:2001  
 NTP 339.080:1981

Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco  
 Granulometría del agregado grueso y fino.  
 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials  
 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.  
 Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidrógeno

  
**KENNETH MIGUEL BULLÓN LÓPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com



Formato		Versión: 01
ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO		Ref.: 23-100628
		Año: 2023
		Lugar: Lima

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de propiedades físicas del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE CONCRETO 210 KG/CM2  
 EMPLEANDO EL MÉTODO DE PRESIÓN  
 (NTP 339.080 – 2017)**

**Instrumento - Olla de Washington**  
**Capacidad:** 7l  
**Rango de contenido de aire:** 0 - 10%  
**Precisión:** /- 0.1% (1 - 6% de aire); /- 0.2% (6 - 10% de aire)  
**Dimensiones:** 330 x 500 mm  
**Peso:** 10 kg

Muestra	Adición		Contenido de aire	
	Fibra de acero (FA)	Escoria de cobre (EC)	%	Promedio (%)
CON.AIRE-PATRON 1.1	0%	0%	23.21	23.44
CON.AIRE-PATRON 1.2			23.51	
CON.AIRE-PATRON 1.3			23.60	
CON.AIRE-FA.EC 2.1	3%	2%	22.85	22.68
CON.AIRE-FA.EC 2.2			22.58	
CON.AIRE-FA.EC 2.3			22.62	
CON.AIRE-FA.EC 3.1	5%	2%	21.66	21.71
CON.AIRE-FA.EC 3.2			21.63	
CON.AIRE-FA.EC 3.3			21.85	
CON.AIRE-FA.EC 4.1	7%	2%	20.98	21.21
CON.AIRE-FA.EC 4.2			21.38	
CON.AIRE-FA.EC 4.3			21.26	
CON.AIRE-FA.EC 5.1	3%	4%	20.26	20.31
CON.AIRE-FA.EC 5.2			20.46	
CON.AIRE-FA.EC 5.3			20.20	
CON.AIRE-FA.EC 6.1	5%	4%	19.67	19.63
CON.AIRE-FA.EC 6.2			19.68	
CON.AIRE-FA.EC 6.3			19.54	
CON.AIRE-FA.EC 7.1	7%	4%	18.96	18.90
CON.AIRE-FA.EC 7.2			18.72	
CON.AIRE-FA.EC 7.3			19.01	
CON.AIRE-FA.EC 8.1	3%	8%	18.33	18.19
CON.AIRE-FA.EC 8.2			18.05	
CON.AIRE-FA.EC 8.3			18.19	
CON.AIRE-FA.EC 9.1	5%	8%	17.61	17.59
CON.AIRE-FA.EC 9.2			17.37	
CON.AIRE-FA.EC 9.3			17.80	
CON.AIRE-FA.EC 10.1	7%	8%	17.08	16.91
CON.AIRE-FA.EC 10.2			16.60	
CON.AIRE-FA.EC 10.3			17.04	

Observaciones:

- Olla de Washington cumple con las medidas especificadas en la norma.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidas en la Cantera Árids Ribas SAC, Ventanilla, Callao.
- Cemento Portland Tipo I.
- El metal escoria de cobre (EC) y la fibra de acero (FA) fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

NTP 339.036:1999      Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco  
 NTP 400.037            Granulometría del agregado grueso y fino.  
 ASTM C 670:2003      Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials  
 NTP 334.005:2001      Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.  
 NTP 339.080:1981      Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico



  
**KENNETH MIGSTEL**  
 BULLON LOPEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 253869

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de propiedades físicas del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 15 de octubre del 2023

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup>**  
**PESO UNITARIO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO**  
**(Normas NTP 339.046 - 2009)**

Altura recipiente: 0.211 m  
 Diámetro recipiente: 0.213 m

Muestra	Adición		Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	Recipiente + mezcla de concreto (kg)	Densidad		
	Fibra de acero (FA)	Escoria de cobre (EC)			Masa del recipiente de medida (kg)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad Promedio (kg/m <sup>3</sup> )
DENS-PATRON 1.1	0%	0%	0.00752	15.283	0.496	1966.75	1966.35
DENS-PATRON 1.2				15.293		1968.08	
DENS-PATRON 1.3				15.264		1964.22	
DENS-FA.EC 2.1	3%	2%	0.00752	15.340	0.496	1974.33	1977.17
DENS-FA.EC 2.2				15.374		1978.85	
DENS-FA.EC 2.3				15.370		1978.32	
DENS-FA.EC 3.1	5%	2%	0.00752	15.445	0.496	1988.29	1986.25
DENS-FA.EC 3.2				15.401		1982.44	
DENS-FA.EC 3.3				15.443		1988.03	
DENS-FA.EC 4.1	7%	2%	0.00752	15.464	0.496	1990.82	1993.92
DENS-FA.EC 4.2				15.509		1996.81	
DENS-FA.EC 4.3				15.489		1994.15	
DENS-FA.EC 5.1	3%	4%	0.00752	15.552	0.496	2002.53	2004.25
DENS-FA.EC 5.2				15.567		2004.52	
DENS-FA.EC 5.3				15.576		2005.72	
DENS-FA.EC 6.1	5%	4%	0.00752	15.642	0.496	2014.50	2013.08
DENS-FA.EC 6.2				15.638		2013.96	
DENS-FA.EC 6.3				15.614		2010.77	
DENS-FA.EC 7.1	7%	4%	0.00752	15.704	0.496	2022.74	2020.70
DENS-FA.EC 7.2				15.677		2019.15	
DENS-FA.EC 7.3				15.685		2020.22	
DENS-FA.EC 8.1	3%	8%	0.00752	15.764	0.496	2030.72	2030.32
DENS-FA.EC 8.2				15.748		2028.59	
DENS-FA.EC 8.3				15.771		2031.65	
DENS-FA.EC 9.1	5%	8%	0.00752	15.802	0.496	2035.78	2038.39
DENS-FA.EC 9.2				15.829		2039.37	
DENS-FA.EC 9.3				15.834		2040.03	
DENS-FA.EC 10.1	7%	8%	0.00752	15.898	0.496	2048.55	2047.26
DENS-FA.EC 10.2				15.876		2045.62	
DENS-FA.EC 10.3				15.891		2047.61	

**Observaciones:**

- Se calculó el Peso unitario del concreto fresco con la fórmula  $\text{Peso unitario} = \text{Masa} / \text{Volumen}$ .
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- Balanza sensible al 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC, Ventanilla, Callao.
- Cemento Portland Tipo I.
- El metal escoria de cobre (EC) y la fibra de acero (FA) fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

NTP 339.036:1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco  
 NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.  
 ASTM C 670:2003 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials  
 NTP 334.005:2001 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.  
 NTP 339.080:1981 Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico.



  
**KENNETH MIGUEL**  
**BUJON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 265989

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

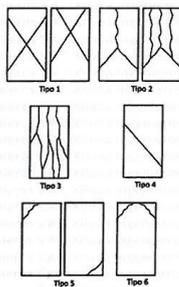
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  
 CONCRETO PATRÓN F'c = 210 KG/CM2  
 (NTP 339.034-2008)**



Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMPRESIÓN 1.1	11/10/23	18/10/23	4	15.03	177.42	21437	7	120.82	121.09
COMPRESIÓN 1.2	11/10/23	18/10/23	4	14.98	176.24	21441	7	121.66	
COMPRESIÓN 1.3	11/10/23	18/10/23	4	15.03	177.42	21431	7	120.79	
COMPRESIÓN 1.4	11/10/23	25/10/23	2	15.06	178.13	28439	14	159.65	160.41
COMPRESIÓN 1.5	11/10/23	25/10/23	2	15.02	177.19	28483	14	160.75	
COMPRESIÓN 1.6	11/10/23	25/10/23	2	15.01	176.95	28458	14	160.82	
COMPRESIÓN 1.7	11/10/23	8/11/23	6	14.95	175.54	37840	28	215.57	214.59
COMPRESIÓN 1.8	11/10/23	8/11/23	6	14.97	176.01	37855	28	215.07	
COMPRESIÓN 1.9	11/10/23	8/11/23	6	15.04	177.66	37865	28	213.13	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077-2006

NTP 339.215-2007

NTP 339.034-2008

Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Construction Laboratory Evaluation

Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y probetas de ensayo en bloques.

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas.



  
 HEBERT JHON CAJAHUAMAN GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 10000

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 3 % DE FIBRA DE ACERO Y 2 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 2.1	11/10/23	18/10/23	2	15.06	178.13	22629	7	127.04	126.99
COMP. FA-EC 2.2	11/10/23	18/10/23	2	15.06	178.13	22598	7	126.86	
COMP. FA-EC 2.3	11/10/23	18/10/23	2	15.06	178.13	22634	7	127.06	
COMP. FA-EC 2.4	11/10/23	25/10/23	5	14.95	175.54	30615	14	174.41	173.37
COMP. FA-EC 2.5	11/10/23	25/10/23	5	15.03	177.42	30611	14	172.53	
COMP. FA-EC 2.6	11/10/23	25/10/23	5	15.01	176.95	30641	14	173.16	
COMP. FA-EC 2.7	11/10/23	8/11/23	6	15.05	177.89	39538	28	222.26	223.64
COMP. FA-EC 2.8	11/10/23	8/11/23	6	15.00	176.71	39496	28	223.50	
COMP. FA-EC 2.9	11/10/23	8/11/23	6	14.95	175.54	39523	28	225.15	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 3 % de Fibra de Acero y 2 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

- ASTM C 1077:2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Material Evaluation
- NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas de probetas cilíndricas.
- NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas.



  
 HEBERT JHON CAJAHUAMAN GAMARRA  
 Ingeniero Civil  
 CIP 112333-9

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

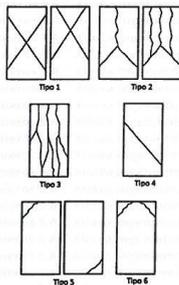
🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 5 % DE FIBRA DE ACERO Y 2 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 3.1	11/10/23	18/10/23	3	15.06	178.13	22805	7	128.02	128.37
COMP. FA-EC 3.2	11/10/23	18/10/23	3	15.06	178.13	22833	7	128.18	
COMP. FA-EC 3.3	11/10/23	18/10/23	3	15.02	177.19	22842	7	128.92	
COMP. FA-EC 3.4	11/10/23	25/10/23	4	15.01	176.95	31823	14	179.84	179.91
COMP. FA-EC 3.5	11/10/23	25/10/23	4	15.02	177.19	31837	14	179.68	
COMP. FA-EC 3.6	11/10/23	25/10/23	4	14.99	176.48	31804	14	180.21	235.79
COMP. FA-EC 3.7	11/10/23	8/11/23	3	15.02	177.19	41708	28	235.39	
COMP. FA-EC 3.8	11/10/23	8/11/23	3	15.03	177.42	41698	28	235.02	
COMP. FA-EC 3.9	11/10/23	8/11/23	3	14.97	176.01	41708	28	236.97	



El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Adicionando 5 % de Fibra de Acero y 2 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

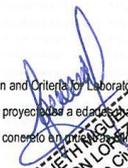
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C 1077:2006  
 NTP 339.215-2007  
 NTP 339.034-2008

Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation  
 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores.  
 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas.

  
 KENNETH MESTRE  
 BULLONI LOPEZ  
 Ingeniero CIVIL  
 CIP No 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 7 % DE FIBRA DE ACERO Y 2 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 4.1	11/10/23	18/10/23	3	15.06	178.13	23004	7	129.14	130.16
COMP. FA-EC 4.2	11/10/23	18/10/23	3	14.98	176.24	23025	7	130.64	
COMP. FA-EC 4.3	11/10/23	18/10/23	3	14.97	176.01	23005	7	130.70	
COMP. FA-EC 4.4	11/10/23	25/10/23	3	14.98	176.24	33023	14	187.37	186.94
COMP. FA-EC 4.5	11/10/23	25/10/23	3	15.04	177.66	33009	14	185.80	
COMP. FA-EC 4.6	11/10/23	25/10/23	3	14.97	176.01	33028	14	187.65	
COMP. FA-EC 4.7	11/10/23	8/11/23	3	15.05	177.89	43909	28	246.83	246.82
COMP. FA-EC 4.8	11/10/23	8/11/23	3	15.04	177.66	43920	28	247.22	
COMP. FA-EC 4.9	11/10/23	8/11/23	3	15.06	178.13	43897	28	246.43	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> Adicionando 7 % de Fibra de Acero y 2 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

- ASTM C 1077:2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Construction Evaluation
- NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas de probetas.
- NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de concreto.



El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

informes@xiluvaingenieros.com

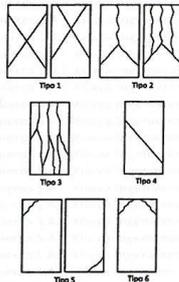
www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$**   
**ADICIONANDO 3 % DE FIBRA DE ACERO Y 4 % DE ESCORIA DE COBRE**  
**(NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 5.1	11/10/23	18/10/23	2	15.00	176.71	22844	7	129.27	129.11
COMP. FA-EC 5.2	11/10/23	18/10/23	2	15.03	177.42	22840	7	128.73	
COMP. FA-EC 5.3	11/10/23	18/10/23	2	14.99	176.48	22824	7	129.33	
COMP. FA-EC 5.4	11/10/23	25/10/23	5	15.00	176.71	31796	14	179.93	180.35
COMP. FA-EC 5.5	11/10/23	25/10/23	5	15.01	176.95	31820	14	179.82	
COMP. FA-EC 5.6	11/10/23	25/10/23	5	14.95	175.54	31823	14	181.29	
COMP. FA-EC 5.7	11/10/23	8/11/23	3	14.96	175.77	41938	28	238.59	238.24
COMP. FA-EC 5.8	11/10/23	8/11/23	3	14.98	176.24	41920	28	237.85	
COMP. FA-EC 5.9	11/10/23	8/11/23	3	14.97	176.01	41937	28	238.27	



El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 3 % de Fibra de Acero y 4 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

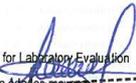
**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077:2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation  
 NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores  
 NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras



  
**KENNETH MIGUEL**  
**BELLONAS OPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 5 % DE FIBRA DE ACERO Y 4 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 6.1	11/10/23	18/10/23	4	15.02	177.19	23038	7	130.02	129.98
COMP. FA-EC 6.2	11/10/23	18/10/23	4	15.04	177.66	23007	7	129.50	
COMP. FA-EC 6.3	11/10/23	18/10/23	4	14.99	176.48	23016	7	130.42	
COMP. FA-EC 6.4	11/10/23	25/10/23	6	15.02	177.19	33024	14	186.38	186.47
COMP. FA-EC 6.5	11/10/23	25/10/23	6	15.01	176.95	33003	14	186.51	
COMP. FA-EC 6.6	11/10/23	25/10/23	6	15.01	176.95	33005	14	186.52	
COMP. FA-EC 6.7	11/10/23	8/11/23	6	14.98	176.24	44143	28	250.47	249.36
COMP. FA-EC 6.8	11/10/23	8/11/23	6	15.05	177.89	44102	28	247.91	
COMP. FA-EC 6.9	11/10/23	8/11/23	6	15.00	176.71	44127	28	249.71	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 5 % de Fibra de Acero y 4 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077:2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation  
 NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y probetas de concreto en estado plástico  
 NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas



  
**RENATA WÁNGEL**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 7 % DE FIBRA DE ACERO Y 4 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 7.1	11/10/23	18/10/23	3	14.98	176.24	23213	7	131.71	130.92
COMP. FA-EC 7.2	11/10/23	18/10/23	3	15.06	178.13	23214	7	130.32	
COMP. FA-EC 7.3	11/10/23	18/10/23	3	15.04	177.66	23224	7	130.72	
COMP. FA-EC 7.4	11/10/23	25/10/23	5	15.01	176.95	34216	14	193.37	193.43
COMP. FA-EC 7.5	11/10/23	25/10/23	5	14.98	176.24	34234	14	194.24	
COMP. FA-EC 7.6	11/10/23	25/10/23	5	15.04	177.66	34233	14	192.69	
COMP. FA-EC 7.7	11/10/23	8/11/23	1	15.02	177.19	46322	28	261.43	261.98
COMP. FA-EC 7.8	11/10/23	8/11/23	1	14.98	176.24	46331	28	262.88	
COMP. FA-EC 7.9	11/10/23	8/11/23	1	15.01	176.95	46296	28	261.63	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 7 % de Fibra de Acero y 4 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077-2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation  
 NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades tempranas y proyectadas  
 NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en tension



  
**KENNETH TRUJILLO**  
 PUSKON LOPEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 3 % DE FIBRA DE ACERO Y 8 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 8.1	11/10/23	18/10/23	3	14.95	175.54	23004	7	131.05	130.14
COMP. FA-EC 8.2	11/10/23	18/10/23	3	15.06	178.13	23032	7	129.30	
COMP. FA-EC 8.3	11/10/23	18/10/23	3	15.01	176.95	23019	7	130.09	
COMP. FA-EC 8.4	11/10/23	25/10/23	5	15.00	176.71	32997	14	186.72	186.20
COMP. FA-EC 8.5	11/10/23	25/10/23	5	15.04	177.66	33025	14	185.89	
COMP. FA-EC 8.6	11/10/23	25/10/23	5	15.03	177.42	32998	14	185.99	
COMP. FA-EC 8.7	11/10/23	8/11/23	4	15.02	177.19	44341	28	250.25	250.46
COMP. FA-EC 8.8	11/10/23	8/11/23	4	15.06	178.13	44334	28	248.88	
COMP. FA-EC 8.9	11/10/23	8/11/23	4	14.96	175.77	44339	28	252.25	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 3 % de Fibra de Acero y 8 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077-2006  
 NTP 339.215-2007  
 NTP 339.034-2008

Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation  
 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores  
 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto



MIGUEL BULLON LOPEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 5 % DE FIBRA DE ACERO Y 8 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 9.1	11/10/23	18/10/23	2	14.99	176.48	23202	7	131.47	130.95
COMP. FA-EC 9.2	11/10/23	18/10/23	2	15.05	177.89	23221	7	130.53	
COMP. FA-EC 9.3	11/10/23	18/10/23	2	15.04	177.66	23246	7	130.85	
COMP. FA-EC 9.4	11/10/23	25/10/23	2	14.99	176.48	34214	14	193.87	193.35
COMP. FA-EC 9.5	11/10/23	25/10/23	2	15.04	177.66	34208	14	192.55	
COMP. FA-EC 9.6	11/10/23	25/10/23	2	15.00	176.71	34215	14	193.62	
COMP. FA-EC 9.7	11/10/23	8/11/23	2	15.06	178.13	46538	28	261.26	263.45
COMP. FA-EC 9.8	11/10/23	8/11/23	2	14.96	175.77	46526	28	264.69	
COMP. FA-EC 9.9	11/10/23	8/11/23	2	14.97	176.01	46535	28	264.39	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 5 % de Fibra de Acero y 8 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077:2006  
 NTP 339.215:2007  
 NTP 339.034-2008

Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Civil Engineering Evaluation  
 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y propiedades de resistencia  
 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto



  
**KENNETH DANIEL**  
**BULLON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

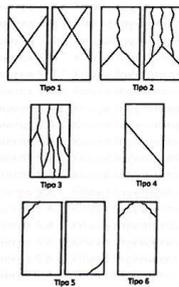
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$   
 ADICIONANDO 7 % DE FIBRA DE ACERO Y 8 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.034-2008)**



Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura							
COMP. FA-EC 10.1	11/10/23	18/10/23	4	14.97	176.01	23397	7	132.93	132.50
COMP. FA-EC 10.2	11/10/23	18/10/23	4	15.04	177.66	23417	7	131.81	
COMP. FA-EC 10.3	11/10/23	18/10/23	4	14.98	176.24	23400	7	132.77	
COMP. FA-EC 10.4	11/10/23	25/10/23	5	15.03	177.42	35414	14	199.60	199.80
COMP. FA-EC 10.5	11/10/23	25/10/23	5	14.98	176.24	35415	14	200.94	
COMP. FA-EC 10.6	11/10/23	25/10/23	5	15.06	178.13	35424	14	198.86	
COMP. FA-EC 10.7	11/10/23	8/11/23	2	15.01	176.95	48717	28	275.31	275.71
COMP. FA-EC 10.8	11/10/23	8/11/23	2	15.04	177.66	48734	28	274.31	
COMP. FA-EC 10.9	11/10/23	8/11/23	2	14.95	175.54	48712	28	277.50	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 7 % de Fibra de Acero y 8 % de Escoria de Cobre, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

**Materiales:**

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua a/c

**Observaciones:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La Fibra de Acero y Escoria de Cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C 1077-2006  
 NTP 339.215-2007  
 NTP 339.034-2008

Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Concrete Performance Evaluation  
 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y posteriores.  
 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas.



  
 MIGUEL  
 BULLON LÓPEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 265969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

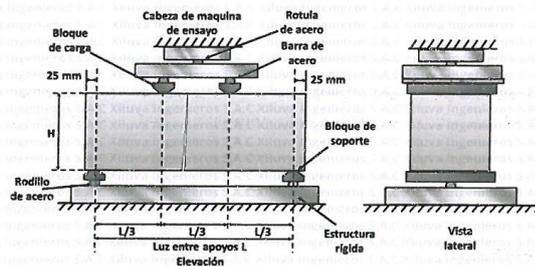
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 (NTP 339.078-2012)**



$$M_r = \frac{PL}{BH^2}$$

$M_r$  = Resistencia a la rotura (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $P$  = Carga máxima de ruptura (kg)  
 $L$  = Luz libre entre apoyos (cm)  
 $B$  = Ancho promedio de la viga (cm)  
 $H$  = Altura promedio de la viga (cm)

Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEXIÓN 1.1	11/10/23	18/10/23	14.96	15.04	45.15	2478	7	33.06	32.75
FLEXIÓN 1.2	11/10/23	18/10/23	14.96	15.04	45.06	2417	7	32.18	
FLEXIÓN 1.3	11/10/23	18/10/23	15.01	14.99	45.12	2466	7	32.99	
FLEXIÓN 1.4	11/10/23	25/10/23	15.06	14.98	45.15	3394	14	45.34	45.11
FLEXIÓN 1.5	11/10/23	25/10/23	15.00	15.02	45.00	3348	14	44.52	
FLEXIÓN 1.6	11/10/23	25/10/23	15.04	14.96	45.21	3386	14	45.48	
FLEXIÓN 1.7	11/10/23	8/11/23	15.02	15.07	44.88	4441	28	58.43	59.03
FLEXIÓN 1.8	11/10/23	8/11/23	15.00	15.01	45.03	4422	28	58.92	
FLEXIÓN 1.9	11/10/23	8/11/23	15.01	15.02	45.03	4493	28	59.75	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C - 26 °C.
- Los prismas fueron elaborados en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas

  
**KENNE P. MIGUEZ**  
 BULLON LOPEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 253949

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

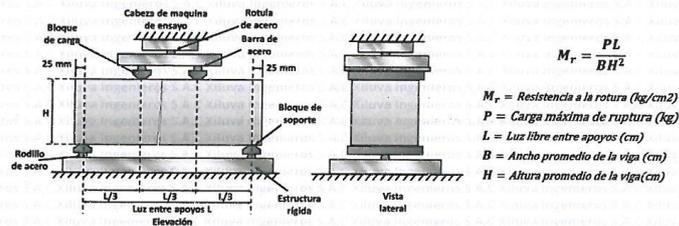
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 3 % DE FIBRAS DE ACERO Y 2 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)	F'c Prom. (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 2.1	11/10/23	18/10/23	15.01	15.06	45.12	2810	7	37.24	37.06
FLEX. FA-EC 2.2	11/10/23	18/10/23	15.05	15.02	45.12	2778	7	36.92	
FLEX. FA-EC 2.3	11/10/23	18/10/23	14.98	15.02	44.91	2785	7	37.01	
FLEX. FA-EC 2.4	11/10/23	25/10/23	15.01	15.05	44.91	4011	14	52.98	53.29
FLEX. FA-EC 2.5	11/10/23	25/10/23	14.99	14.96	45.12	4023	14	54.11	
FLEX. FA-EC 2.6	11/10/23	25/10/23	15.07	15.00	45.00	3978	14	52.79	
FLEX. FA-EC 2.7	11/10/23	8/11/23	14.96	15.02	44.91	5280	28	70.26	70.23
FLEX. FA-EC 2.8	11/10/23	8/11/23	15.04	15.02	45.03	5276	28	70.02	
FLEX. FA-EC 2.9	11/10/23	8/11/23	14.97	14.97	44.94	5256	28	70.41	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm2 Adicionando 3 % de Fibras de Acero Y 2 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C - 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de luz.

  
**KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255869

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

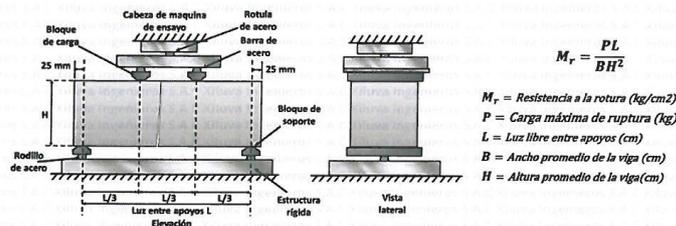
informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 5 % DE FIBRAS DE ACERO Y 2 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)	F'c Prom. (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 3.1	11/10/23	18/10/23	15.03	15.06	45.03	2855	7	37.71	37.85
FLEX. FA-EC 3.2	11/10/23	18/10/23	15.01	15.03	45.03	2851	7	37.86	
FLEX. FA-EC 3.3	11/10/23	18/10/23	15.06	15.00	45.12	2852	7	37.98	
FLEX. FA-EC 3.4	11/10/23	25/10/23	14.99	14.98	44.94	4207	14	56.21	56.43
FLEX. FA-EC 3.5	11/10/23	25/10/23	15.06	14.99	45.06	4225	14	56.26	
FLEX. FA-EC 3.6	11/10/23	25/10/23	15.00	14.98	45.15	4236	14	56.82	
FLEX. FA-EC 3.7	11/10/23	8/11/23	15.04	15.02	45.21	5612	28	74.78	74.92
FLEX. FA-EC 3.8	11/10/23	8/11/23	15.00	15.07	45.09	5625	28	74.45	
FLEX. FA-EC 3.9	11/10/23	8/11/23	15.04	14.96	45.18	5628	28	75.54	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm2 adicionando 5 % de Fibras de Acero y 2 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del claro

  
**KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

01 769 2004

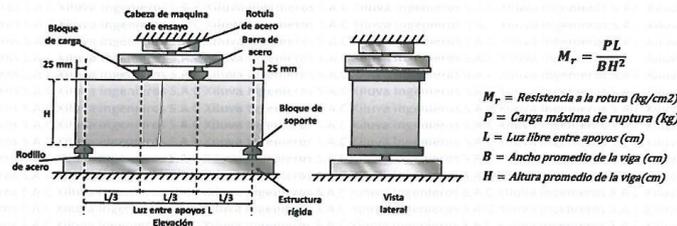
informes@xiluvaingenieros.com

www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	<b>Ref.: 23-100628</b>
		<b>Año: 2023</b>
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 7 % DE FIBRAS DE ACERO Y 2 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 4.1	11/10/23	18/10/23	15.02	14.99	45.12	2804	7	37.49	37.31
FLEX. FA-EC 4.2	11/10/23	18/10/23	14.96	15.01	44.91	2789	7	37.16	
FLEX. FA-EC 4.3	11/10/23	18/10/23	15.06	15.01	44.94	2814	7	37.27	
FLEX. FA-EC 4.4	11/10/23	25/10/23	15.00	15.02	45.09	4002	14	53.32	53.05
FLEX. FA-EC 4.5	11/10/23	25/10/23	14.98	15.01	45.03	3983	14	53.14	
FLEX. FA-EC 4.6	11/10/23	25/10/23	14.98	15.06	44.91	3985	14	52.68	
FLEX. FA-EC 4.7	11/10/23	8/11/23	14.97	14.99	45.18	5268	28	70.76	70.39
FLEX. FA-EC 4.8	11/10/23	8/11/23	15.05	15.04	45.03	5280	28	69.84	
FLEX. FA-EC 4.9	11/10/23	8/11/23	14.98	14.99	45.15	5262	28	70.58	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 7 % de Fibras de Acero y 2 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**

ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la luz



  
**KENNETH MIGUEL  
 BUJALON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

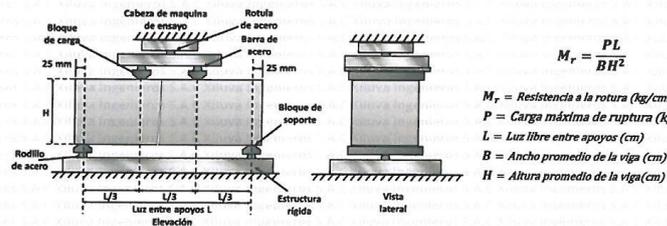
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 3 % DE FIBRAS DE ACERO Y 4 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 5.1	11/10/23	18/10/23	15.03	14.98	44.94	2865	7	38.17	37.99
FLEX. FA-EC 5.2	11/10/23	18/10/23	15.02	15.04	44.88	2870	7	37.91	
FLEX. FA-EC 5.3	11/10/23	18/10/23	15.03	15.00	44.88	2855	7	37.89	
FLEX. FA-EC 5.4	11/10/23	25/10/23	14.98	15.01	45.00	4192	14	55.89	56.02
FLEX. FA-EC 5.5	11/10/23	25/10/23	15.07	14.96	44.97	4228	14	56.37	
FLEX. FA-EC 5.6	11/10/23	25/10/23	14.96	15.06	45.09	4199	14	55.80	
FLEX. FA-EC 5.7	11/10/23	8/11/23	15.02	14.96	45.15	5700	28	76.56	75.75
FLEX. FA-EC 5.8	11/10/23	8/11/23	14.96	15.06	45.21	5667	28	75.51	
FLEX. FA-EC 5.9	11/10/23	8/11/23	15.03	15.03	44.88	5688	28	75.19	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 3 % de Fibras de Acero y 4 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas

  
**RENZO MIJUEL BULLON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 256969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

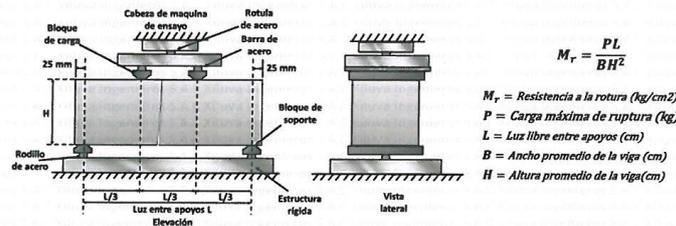
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 5 % DE FIBRAS DE ACERO Y 4 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 6.1	11/10/23	18/10/23	15.03	15.06	45.03	2941	7	38.85	38.82
FLEX. FA-EC 6.2	11/10/23	18/10/23	15.06	15.03	44.94	2939	7	38.82	
FLEX. FA-EC 6.3	11/10/23	18/10/23	14.99	15.04	44.97	2925	7	38.79	
FLEX. FA-EC 6.4	11/10/23	25/10/23	14.99	15.06	44.97	4423	14	58.50	59.01
FLEX. FA-EC 6.5	11/10/23	25/10/23	15.01	15.02	45.15	4437	14	59.16	
FLEX. FA-EC 6.6	11/10/23	25/10/23	15.03	14.99	45.18	4437	14	59.36	
FLEX. FA-EC 6.7	11/10/23	8/11/23	15.07	14.96	45.03	6051	28	80.79	80.38
FLEX. FA-EC 6.8	11/10/23	8/11/23	15.03	15.04	44.97	6048	28	80.00	
FLEX. FA-EC 6.9	11/10/23	8/11/23	15.03	14.99	44.88	6047	28	80.36	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando 5 % de Fibras de Acero y 4 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios

  
**KENYESH MIGUÉL**  
**BULLON PEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 258969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

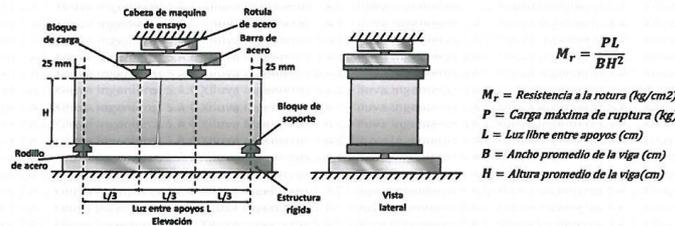
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 7 % DE FIBRAS DE ACERO Y 4 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 7.1	11/10/23	18/10/23	15.03	15.05	44.94	2995	7	39.54	39.39
FLEX. FA-EC 7.2	11/10/23	18/10/23	15.07	15.02	44.91	2959	7	39.09	
FLEX. FA-EC 7.3	11/10/23	18/10/23	15.04	15.06	44.94	3002	7	39.55	
FLEX. FA-EC 7.4	11/10/23	25/10/23	15.02	14.98	44.94	4620	14	61.60	61.46
FLEX. FA-EC 7.5	11/10/23	25/10/23	14.98	15.07	45.12	4635	14	61.47	
FLEX. FA-EC 7.6	11/10/23	25/10/23	15.00	15.07	45.06	4635	14	61.31	
FLEX. FA-EC 7.7	11/10/23	8/11/23	15.07	14.96	45.09	6414	28	85.75	85.32
FLEX. FA-EC 7.8	11/10/23	8/11/23	15.04	15.05	44.91	6430	28	84.77	
FLEX. FA-EC 7.9	11/10/23	8/11/23	15.05	14.98	45.03	6408	28	85.44	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 7 % de Fibras de Acero y 4 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios

  
**KENNETH LUIS BULLÓN LÓPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258869

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

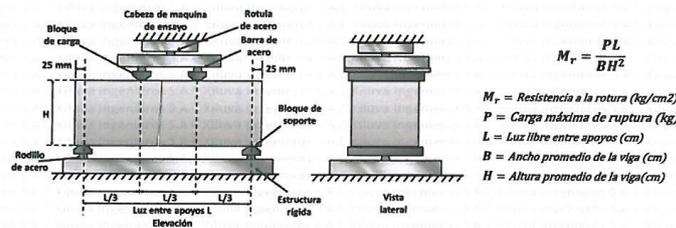
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 3 % DE FIBRAS DE ACERO Y 8 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)	F'c Prom. (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 8.1	11/10/23	18/10/23	15.07	14.99	44.94	2907	7	38.58	38.95
FLEX. FA-EC 8.2	11/10/23	18/10/23	15.05	14.99	45.12	2941	7	39.24	
FLEX. FA-EC 8.3	11/10/23	18/10/23	14.96	14.99	44.91	2922	7	39.04	
FLEX. FA-EC 8.4	11/10/23	25/10/23	14.99	15.02	44.91	4430	14	58.83	58.84
FLEX. FA-EC 8.5	11/10/23	25/10/23	15.02	15.07	45.03	4424	14	58.40	
FLEX. FA-EC 8.6	11/10/23	25/10/23	14.96	14.98	45.09	4414	14	59.29	
FLEX. FA-EC 8.7	11/10/23	8/11/23	15.00	14.98	44.97	6091	28	81.38	81.41
FLEX. FA-EC 8.8	11/10/23	8/11/23	15.00	15.04	45.06	6104	28	81.06	
FLEX. FA-EC 8.9	11/10/23	8/11/23	14.98	14.98	45.09	6097	28	81.78	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm2 adicionando el 3 % de Fibras de Acero y 8 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios

  
**BUJON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 256369

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

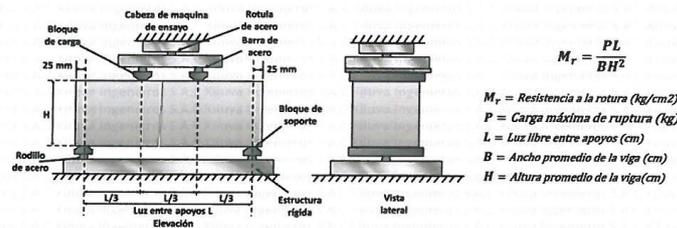
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
		<b>Lugar: Lima</b>

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 5 % DE FIBRAS DE ACERO Y 8 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 9.1	11/10/23	18/10/23	15.01	14.99	45.18	2969	7	39.77	39.84
FLEX. FA-EC 9.2	11/10/23	18/10/23	14.99	15.03	45.12	2979	7	39.69	
FLEX. FA-EC 9.3	11/10/23	18/10/23	14.96	15.00	45.00	2996	7	40.05	
FLEX. FA-EC 9.4	11/10/23	25/10/23	15.06	14.99	45.18	4637	14	61.91	61.74
FLEX. FA-EC 9.5	11/10/23	25/10/23	15.03	14.96	44.97	4620	14	61.77	
FLEX. FA-EC 9.6	11/10/23	25/10/23	15.06	15.06	45.21	4649	14	61.53	
FLEX. FA-EC 9.7	11/10/23	8/11/23	14.98	14.97	45.00	6480	28	86.86	86.36
FLEX. FA-EC 9.8	11/10/23	8/11/23	15.00	14.98	44.88	6496	28	86.61	
FLEX. FA-EC 9.9	11/10/23	8/11/23	15.01	15.05	45.15	6447	28	85.62	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 5 % de Fibras de Acero y 8 % de Escoria de Cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)  
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios

  
**MIGUEL BULLON LOPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 2559599

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

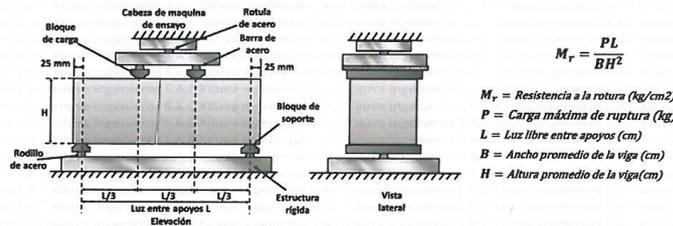
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	<b>Formato</b>	<b>Versión: 01</b>
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO</b>	
	<b>Ref.: 23-100628</b>	
	<b>Año: 2023</b>	
<b>Lugar: Lima</b>		

**PROYECTO** : "Influencia de la adición de fibra de acero y escoria de cobre reciclada en las propiedades físico mecánicas de un concreto permeable para pavimento rígido, Lima 2023"  
**SOLICITANTE** : Hebert Jhon Cajahuaman Gamarra  
**REFERENCIA** : Ensayo de materiales del concreto  
**FECHA DE INICIO** : Lima, 11 de octubre del 2023  
**LOCALIZACIÓN** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 10 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2  
 ADICIONANDO 7 % DE FIBRAS DE ACERO Y 8 % DE ESCORIA DE COBRE  
 (NTP 339.078-2012)**



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. FA-EC 10.1	11/10/23	18/10/23	14.98	14.97	44.88	3028	7	40.48	40.43
FLEX. FA-EC 10.2	11/10/23	18/10/23	15.01	15.02	44.94	3054	7	40.53	
FLEX. FA-EC 10.3	11/10/23	18/10/23	15.02	15.07	45.06	3049	7	40.28	
FLEX. FA-EC 10.4	11/10/23	25/10/23	14.97	15.02	44.88	4835	14	64.25	64.67
FLEX. FA-EC 10.5	11/10/23	25/10/23	14.99	14.99	45.18	4861	14	65.20	
FLEX. FA-EC 10.6	11/10/23	25/10/23	15.03	15.02	45.15	4847	14	64.54	
FLEX. FA-EC 10.7	11/10/23	8/11/23	15.02	14.99	44.91	6809	28	90.61	91.12
FLEX. FA-EC 10.8	11/10/23	8/11/23	14.98	14.97	45.03	6821	28	91.49	
FLEX. FA-EC 10.9	11/10/23	8/11/23	15.06	14.96	45.03	6831	28	91.26	

**Observaciones:**

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> adicionando el adicionando 7 % de fibras de acero y 8 % de escoria de cobre, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- La fibra de acero y escoria de cobre fueron administrados por el solicitante.

**REFERENCIA:**



ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

NTP 339.078-2012

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los

  
**KENNETH MIGUEL BULLÓN LÓPEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

## Anexo 4: Certificados de calibración de instrumentos



**CALITEST  
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1423737**

1 de 2

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-08-23

**SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS S.A.C.  
**DIRECCIÓN** : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : PRENSA REXON  
**Marca** : REXON  
**Modelo** : PYM150/35  
**Número de serie** : 2400-400-2850  
**Mecanismo** : HIDRÁULICO  
**Capacidad** : 150TON 10HP  
**Velocidad de Prensa** : 4.9 mm/s  
**Ubicación** : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
**Fecha** : 2023-08-19  
**Lugar** : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó haciendo una Comparación Directa con una celda de carga e indicador patrón y la Norma del ASTM C496.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura (°C)  
Humedad Relativa (%)

Inicial	Final
19.83	20.51
67	71

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**  
Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



**CALITEST SAC**  
ING. GUANMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEL-53

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1423736**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 3  
**Fecha de emisión** : 2023-08-23

**SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS S.A.C  
**DIRECCIÓN** : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
 SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN  
**Marca** : LIYA TEST  
**Modelo** : LT-C0210  
**Número de serie** : F-1100KN-VFD-220  
**Mecanismo** : Mecánico - Hidráulico  
**Capacidad** : 110000 kgf  
**Procedencia** : Turquía  
**Ubicación** : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

**Fecha** : 2023-08-19  
**Lugar** : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realiza bajo el procedimiento de la ISO 17025, "Método de compactación directa utilizando patrones trazables al SI", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del ASTM C39. Establece que la planicidad de las caras extremas del espécimen debe ser de 0.05 mm en 150 mm, igual que la exigida para los bloques de carga y soporte en uso.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.37	20.43
Humedad Relativa (%)	68	74

6. **TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Celdas patrones calibradas en el Nacional Standards Testing Laboratory Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0.6 %	MS-0235-2023

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**  
 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



**CALITEST SAC**  
 ING. GRANMARCO ANDRE  
 MESTAS PIZANGO  
 CIP 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-37

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel : 562 8972 Cel : 925076321 / E-mail : servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web : calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1423734**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 3  
Fecha de emisión : 2023-08-19
- SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS S.A.C  
**DIRECCIÓN** : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : EC30  
Número de serie : 8032032960  
Mecanismo : ELECTRICA  
Capacidad máxima : 30000 g  
Capacidad mínima : 20 g  
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C
3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
Fecha : 2023-08-19  
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C
4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó haciendo una Comparación Directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento, P-CAL-01 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático" (Versión 02) basado en el PC-001 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IV" (Edición 03) del SNM-INDECOP; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la recomendación internacional OIML-R-76:2006
5. **CONDICIONES AMBIENTALES**
- |                      | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C)     | 19.34   | 20.18 |
| Humedad Relativa (%) | 68      | 72    |

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CALITEST SAC**  
ING. QUIMÉRICO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP/ 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-40

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel 562 8972 Cel : 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1423734**
**6. PATRONES UTILIZADOS**

2 de 3

Nombre del Patrón	Código del patrón	N° de Certificado	Trazabilidad
Pesas de 20 kg/M2	PTB-PEM2-01al 10	PE 18-C-0192	CALITEST S.A.C.
Pesas de 10 kg/M2	PTB-PEM2-002	PE17-C-0872	CALITEST S.A.C.
Pesas de 5 kg/M2	PTB-PEM2-005	PE17-C-1102	CALITEST S.A.C.
Pesas de 5 kg/M2	PTB-STM2-01	PE17-C-1095	CALITEST S.A.C.
Juego Pesas de 1mg a 500 mg/M1	PTB-STM2-02	PE17-C-0793	CALITEST S.A.C.

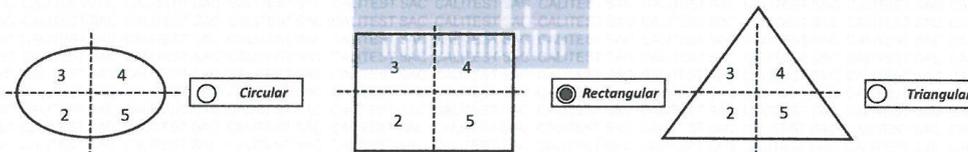
**RESULTADOS ANTES DEL AJUSTE**

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga

Valor Nominal	Carga	Indicación
Aprox. al 50 % de la cap. Max	15000,0	14995
Aprox. al 100 % de la cap. Max.	30000,0	29990

Serie 1-Aproximadamente 50% Máx.		Carga Aplicada	15 000 g
N° Pesada	Indicación I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	15000	0,7	-0,20
2	14 999	0,5	-1,00
3	14999	0,4	-0,90
4	15000	0,5	0,00
5	15000	0,6	-0,10
6	14999	0,7	-1,20
7	14999	0,6	-1,10
8	14999	0,5	-1,00
9	14999	0,5	-1,00
10	14999	0,6	-1,10
Diferencia Máxima Encontrada		1,20	
E.M.P.		20 g	

Serie 2-Aproximadamente 100% Máx.		Carga Aplicada L	30 000 g
N° Pesada	Indicación I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	30000	0,8	-0,30
2	30000	0,8	-0,30
3	30000	0,7	-0,20
4	29999	0,6	-1,10
5	29999	0,7	-1,20
6	30000	0,6	-0,10
7	30000	0,8	-0,30
8	29999	0,7	-1,20
9	30000	0,6	-0,10
10	29999	0,7	-1,20
Diferencia Máxima Encontrada		1,10	
E.M.P.		30 g	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

**Sello**

Laboratorio de Metrología


**CALITEST S.A.C.**

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALITEST SAC**

 ING. GUANISARCO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
CIF° 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-40

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1423733**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 3  
**Fecha de emisión** : 2023-08-19

**SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS S.A.C  
**DIRECCIÓN** : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**  
**Marca** : SARTORIUS  
**Modelo** : LP420  
**Número de serie** : 13462930  
**Mecanismo** : ELECTRÓNICA  
**Capacidad** : 420 g  
**Clase de Exactitud** : II  
**Capacidad Mínima** : 0,2 g  
**Identificación** : BA22AC  
**Ubicación** : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

**Fecha** : 2023-08-19  
**Lugar** : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición. SNM - INDECOPI.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.82	20.68
Humedad Relativa (%)	62	65

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JÚNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CALITEST SAC**

ING. GUANIMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP 256285  
JEFE DE LABORATORIO

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1423733

6. TRAZABILIDAD

2 de 3

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Clase de Exactitud E2	MS-0412-2023

7. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
- La indicación de la balanza fue de 420,00 g para una carga de valor nominal 420 g.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición n	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)
1	209,99	209,99	3	9 992
2	209,99	209,99	3	9 992
3	209,99	209,99	4	9 991
4	209,99	209,99	3	9 992
5	209,99	209,99	3	9 992
6	200,000	209,99	4	9 991
7	209,99	209,99	3	9 992
8	209,99	209,99	4	9 991
9	209,99	209,99	4	9 991
10	209,99	209,99	2	9 993
Emáx - Emin   (mg)				2
error máximo permitido ( $\pm$ mg)				20

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)
1	419,99	419,99	4	-10
2	419,99	419,99	3	-9
3	419,99	419,99	3	-9
4	419,99	419,99	3	-9
5	419,99	419,99	4	-10
6	420,001	419,99	4	-10
7	419,99	419,99	3	-9
8	419,99	419,99	3	-9
9	419,99	419,99	3	-9
10	419,99	419,99	4	-10
Emáx - Emin   (mg)				1
error máximo permitido ( $\pm$ mg)				30

ENSAYO DE EXCENTRICIDA

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. ( $\pm$ mg)	
	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,10	0,10	5	0	139,99	139,99	4	-9	-9	
2	0,10	0,10	4	1	140,00	140,00	6	-1	-2	
3	0,100	0,10	4	1	140,000	139,99	3	-8	-9	20
4	0,10	0,10	5	0	139,99	139,99	3	-8	-8	
5	0,10	0,10	5	0	139,99	139,99	4	-9	-9	

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

ING. GUANIMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP/ 256285  
JEFE DE LABORATORIO

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel 562 8972 Cel : 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST  
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1623004**

Página 1 de 1

Expediente : N° 0215-2023  
Fecha de Emisión : 2023-10-16

**1. SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS SAC  
**DIRECCIÓN** : MZA. D LOTE. 6 ASC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : EQUIPO DE AIRE ATRAPADO (OLLA WASHINGTON)  
Marca : PALIO  
Modelo : PE4002.1  
Número de Serie : 1623001  
Tipo : B  
Estructura : Aluminio  
Procedencia : PERU  
Identificación : No indica  
Ubicación : Instalaciones de CALITEST S.A.C.

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-10-14  
Lugar : Laboratorio de CALITEST S.A.C.

**4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD**

Método: La verificación se realiza de acuerdo a la Norma ASTM C-231.  
Trazabilidad: Metodo de verificación por volumen  
-se utilizo una balanza de 15k marca ohaus, calibrado con pesas patrones PESATEC PERÚ S.A.C. Pesa 5 kg (Exactitud M2)0381-MPES-C-2023, Pesa 10 kg (Exactitud M2) 0380-MPES-C-2023, Pesa 20 kg (Exactitud M2)0382-MPES-C-2023, Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2) 0379-MPES-C-2023

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24.2	24.8
Humedad Relativa (%)	69	79

**6. OBSERVACIONES**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**7. RESULTADOS**

Punto Inicial	
Tipo A	Tipo B
Flecha Amarilla	0
	-1
	-2
	-3
	-4
	-5

Verificación de la lectura del Manómetro (5%)			
Lectura	%	% Patrón	Diferencia en %
-5	5	5	0
-5	5	5	0

- El equipo es tipo B, su punto de inicio es -5

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP



**CALITEST SAC**

Ing. GIANMARCO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1523093**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0195-2023 1 de 5  
**Fecha de emisión** : 2023-09-22

**SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS S.A.C  
**DIRECCIÓN** : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN** : HORNO  
**Marca** : PALIO  
**Modelo** : HP312  
**Número de serie** : 296357  
**Alcance máximo** : De 0 °C a 300 °C  
**Circulación de aire** : Ventilación natural  
**Ubicación** : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

**Fecha** : 2023-09-22  
**Lugar** : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOP.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.34	20.37
Humedad Relativa (%)	64	67

6. **TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 135 - 2023	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT-0186-2023

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CALITEST SAC**  
ING. GIANMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP / 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-49

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel 562 8972 Cel : 925076321 / E-mail servicios@caltestsac.com, certificado@caltestsac.com / Web caltestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1423735**

1. EXPEDIENTE : N° 0189-2023 1 de 2  
Fecha de emisión : 2023-08-23

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C  
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO FORM TEST DE ABSORCIÓN DE AGUA A PRESIÓN

Marca : PALIO  
Modelo : C435SP  
Número de serie : 032552  
Presión : 7 m H<sub>2</sub>O (10 Psi) a 1 día de inmersión  
Tipo de indicador : Analógico  
Capacidad : 6 probetas  
Identificación : C435  
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento de uso.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-08-19  
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La muestra se coloca en la cámara de prueba, se sujeta con bridas adecuadas con tornillo central y juntas redondas. Se aplica una presión de agua conocida sobre la superficie de la muestra durante un tiempo conocido, un manómetro comprueba constantemente la presión del agua aplicada. El agua penetrada se mide rompiendo la muestra o leyendo el agua permeada a través de la bureta graduada. Tomando como referencia la norma ASTM C1701.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura (°C)  
Humedad Relativa (%)

Inicial	Final
17.96	18.27
63	66

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JÚNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CALITEST SAC**  
ING. GUANMAREO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
CIP / 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-62

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel. 562 8972 Cel : 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST**  
**S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 1423721**

<p>1. <b>EXPEDIENTE</b> : N° 0189-2023</p> <p>Fecha de emisión : 2023-08-19</p> <p><b>SOLICITANTE</b> : XILUVA INGENIEROS S.A.C</p> <p><b>DIRECCIÓN</b> : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p>	1 de 2									
<p>2. <b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b> : Tamiz N° 4</p> <p>Marca : PALIO</p> <p>Modelo : No indica</p> <p>Número de serie : 22J027</p> <p>Diámetro : 8 pulgada</p> <p>Estructura : Acero Inox.</p> <p>Procedencia : Perú</p> <p>Identificación : No indica</p> <p>Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C</p>	<p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>										
<p>3. <b>LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN</b></p> <p>Fecha : 2023-08-19</p> <p>Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C</p>	<p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>										
<p>4. <b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p>La calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.</p>											
<p>5. <b>CONDICIONES AMBIENTALES</b></p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 100px;">Inicial</td> <td style="width: 100px;">Final</td> </tr> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td style="text-align: center;">18.61</td> <td style="text-align: center;">18.78</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa (%)</td> <td style="text-align: center;">59</td> <td style="text-align: center;">63</td> </tr> </table>		Inicial	Final	Temperatura (°C)	18.61	18.78	Humedad Relativa (%)	59	63		
	Inicial	Final									
Temperatura (°C)	18.61	18.78									
Humedad Relativa (%)	59	63									

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CALITEST SAC**

ING. GERMARCO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
CIP 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

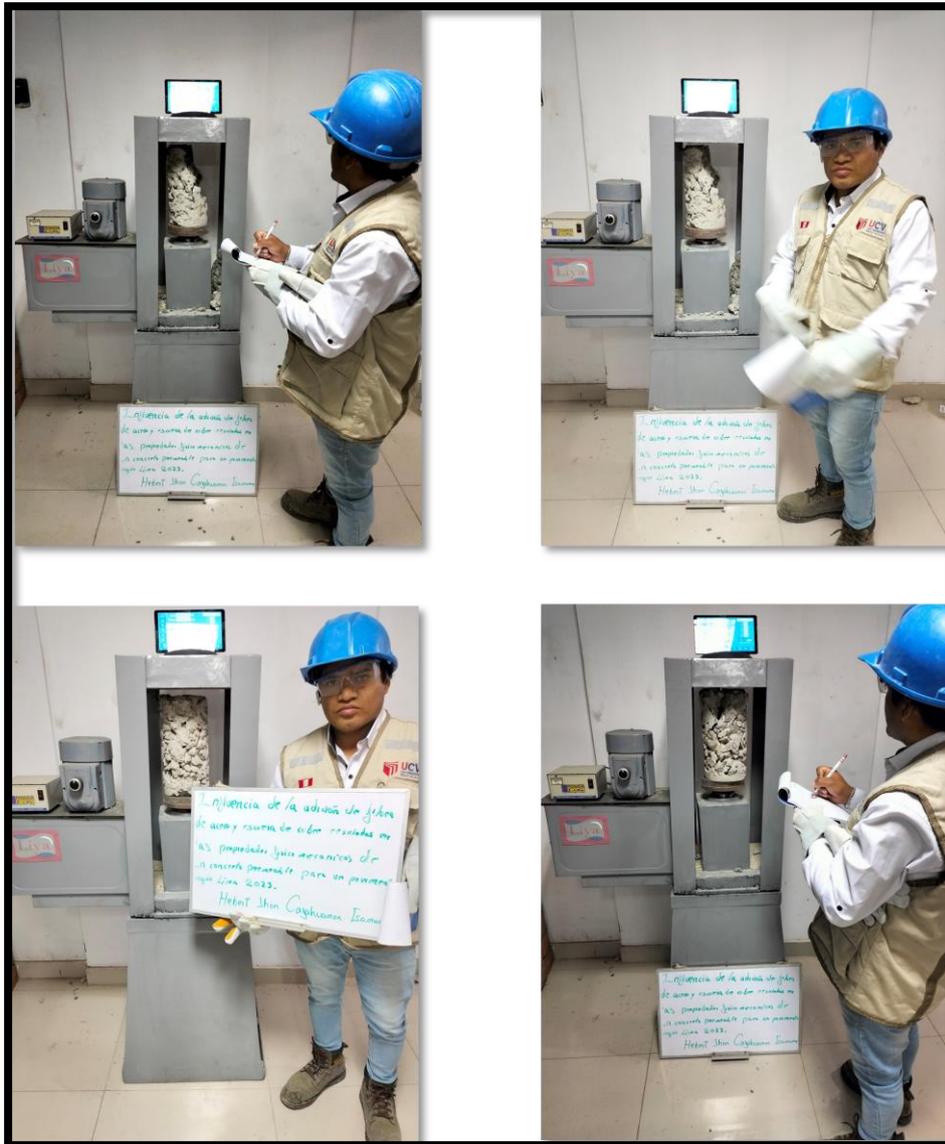
Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

## Anexo 5: Panel fotográfico

### Fotos 1: Resistencia a la compresión



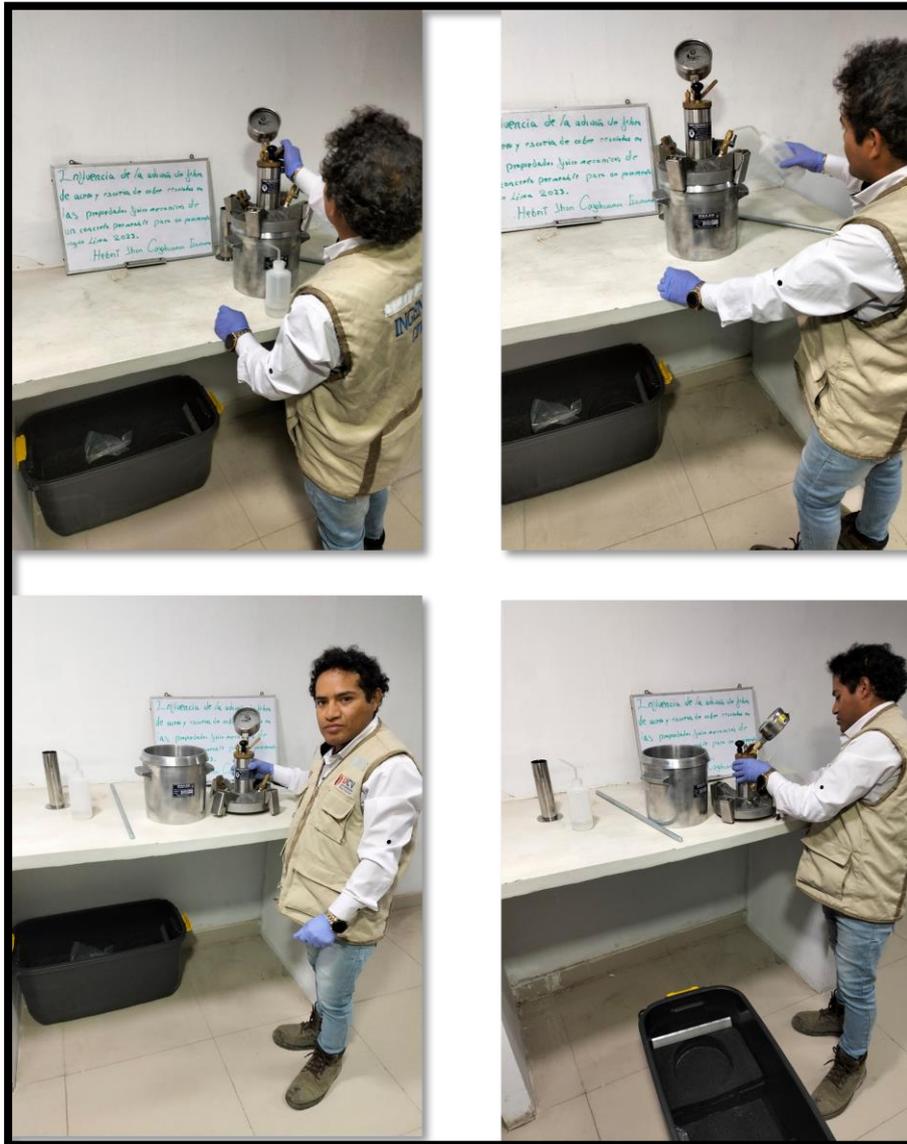
En las fotos se muestran el ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto permeable con la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

**Fotos 2: Resistencia a la flexión**



En las fotos se muestran el ensayo de resistencia a la flexión de las vigas prismáticas del concreto permeable con la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

### Fotos 3: Contenido de aire



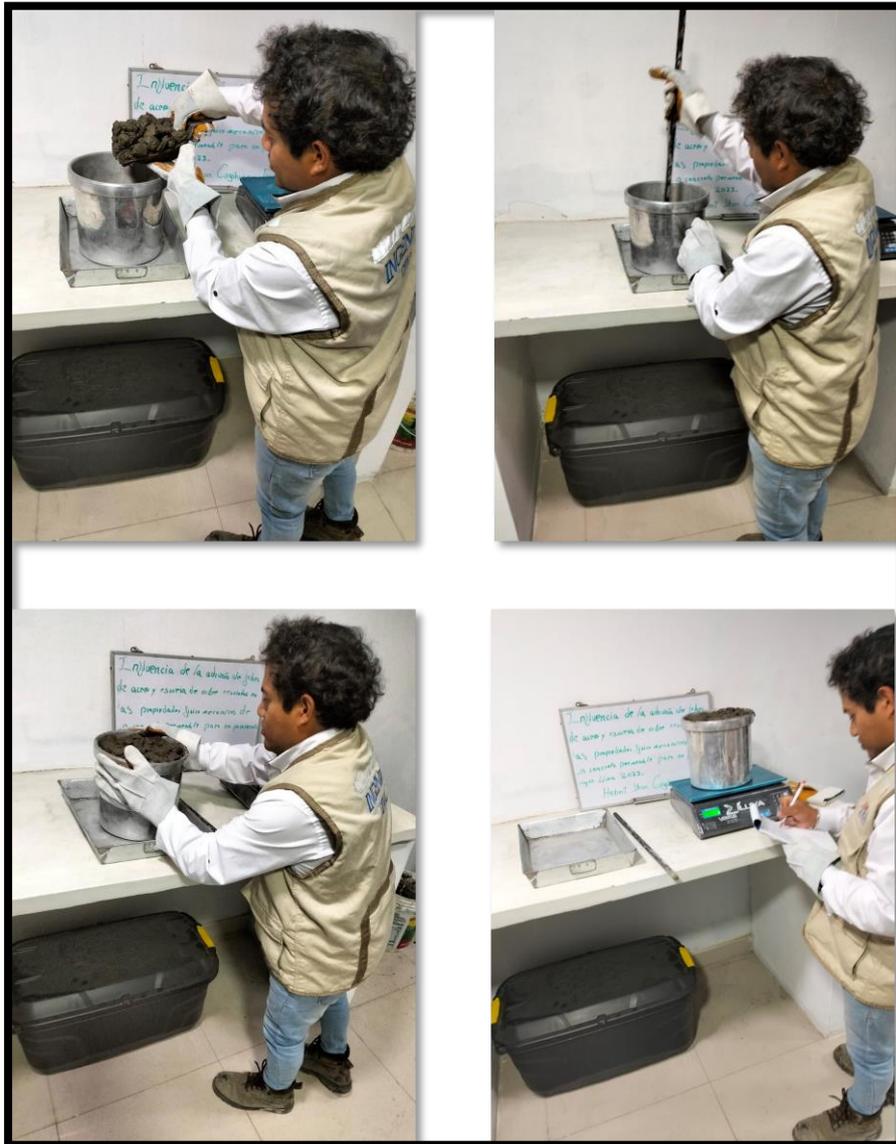
En las fotos se muestran el ensayo de contenido de aire del concreto permeable en estado fresco con la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

**Fotos 4: Densidad de masa suelta y compactada de los agregados**



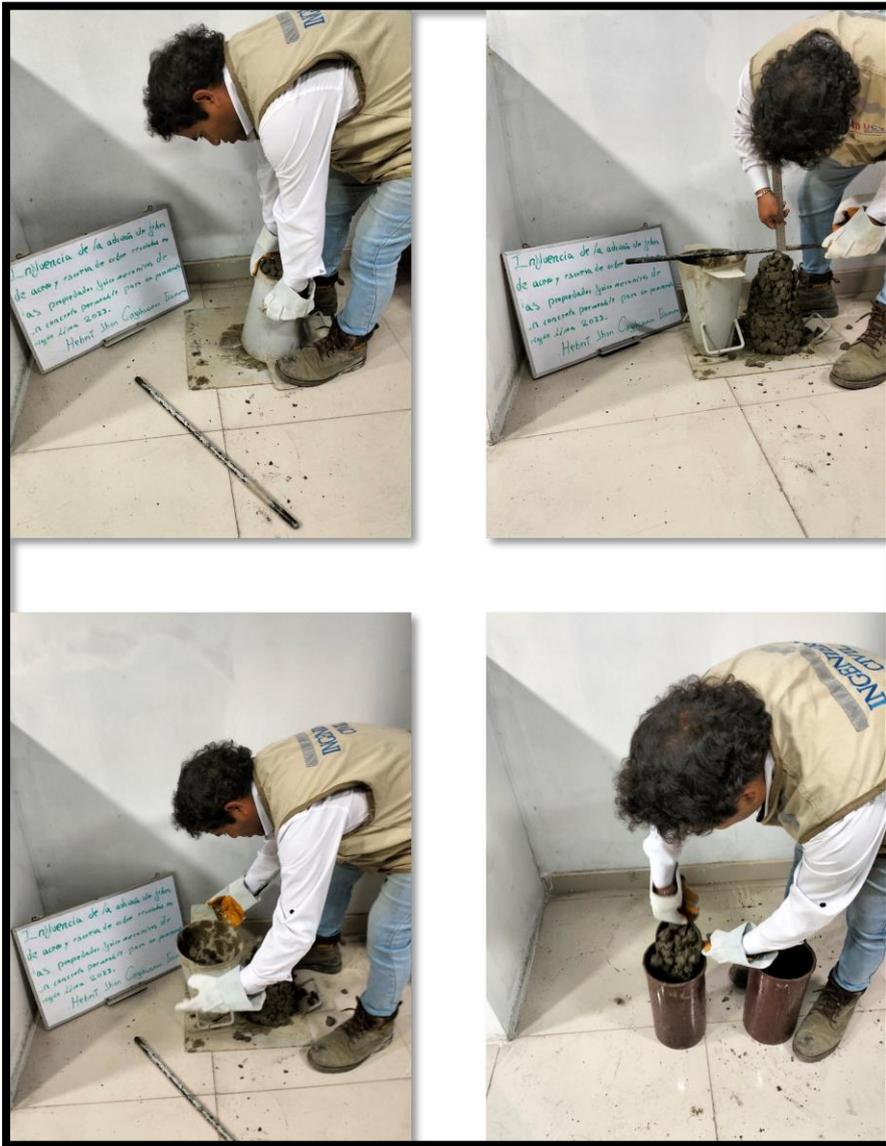
En las fotos se muestran el ensayo de los agregados, en el cual se muestra la densidad de masa suelta y compactada del agregado grueso respectivamente.

## Fotos 5: Peso unitario del concreto



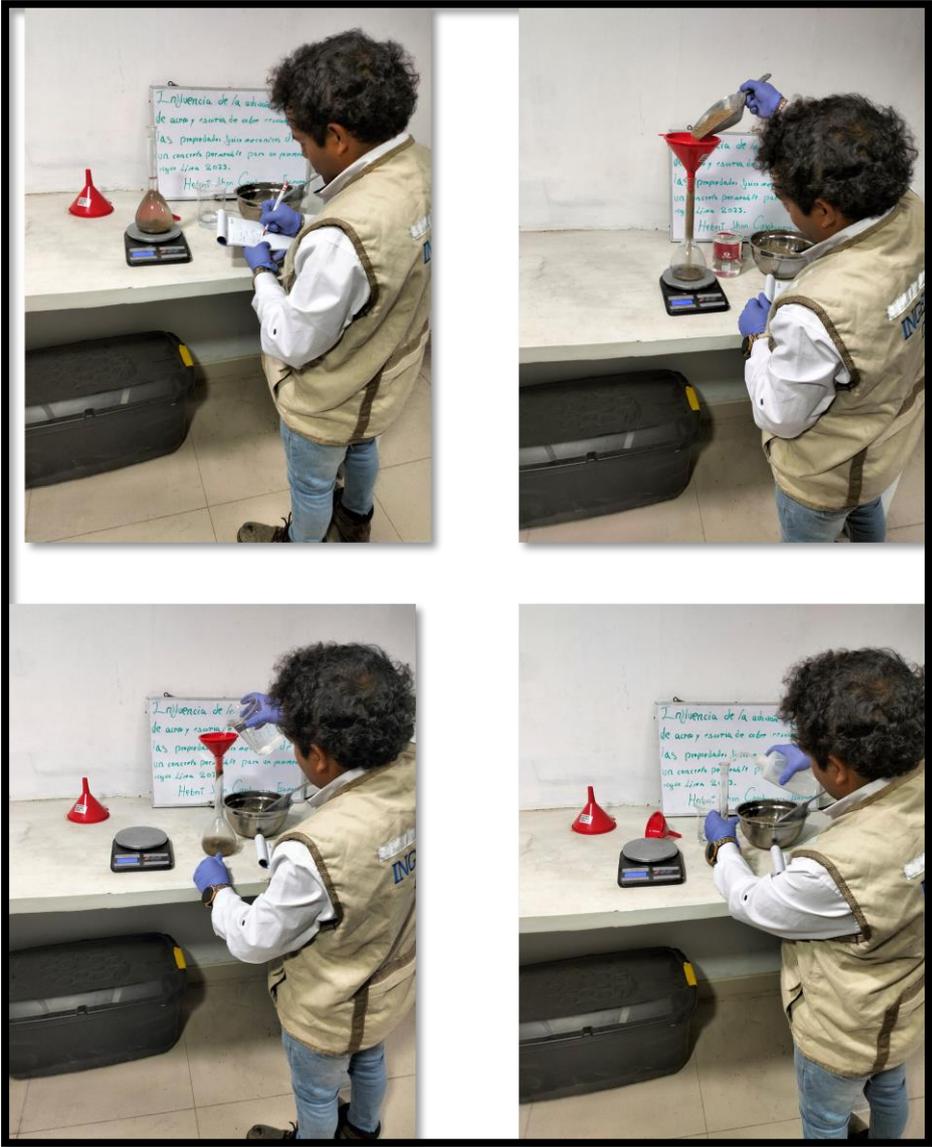
En las fotos se muestran el ensayo de peso unitario del concreto del concreto permeable en estado fresco con la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

## Fotos 6: Ensayo de trabajabilidad del concreto



En las fotos se muestran el ensayo de trabajabilidad del concreto del concreto permeable en estado fresco con la incorporación de 3%-2%, 5%-2%, 7%-2%, 3%-4%, 5%-4%, 7%-4%, 3%-8%, 5%-8% y 7%-8% de fibras de acero y escoria de cobre respectivamente.

**Fotos 7: Peso específico de la arena gruesa**



En las fotos se muestran el ensayo de los agregados, en el cual se muestra el peso específico de la arena gruesa respectivamente.

Fotos 8: Granulometria.



En las fotos se muestran el ensayo de los agregados, en el cual se muestra el tamizado de la arena gruesa respectivamente.