



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Incorporación de ceniza de bambú en un concreto poroso para  
mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido - Cusco  
2021

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

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Mary Luz, Saca Rojas (orcid.org/0000-0003-3985-5308)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis se lo dedico a DIOS en primer lugar por guiarme y darme sabiduría en cada paso de este trayecto.

A mis padres por apoyarme y por sus consejos que a diario me los brindaban a pesar de la distancia estuvieron orientándome.

A mis hijos por estar a mi lado siempre orgullos por ser una mujer valiente y ellos ser la inspiración para poder culminar esta tesis.

## **Agradecimiento**

Agradecer en primer lugar a DIOS por darme la vida y la fuerza de voluntad y una paciencia única para así poder lograr cumplir esta meta soñada.

A mis padres, porque sin el apoyo de ellos no hubiese sido posible llegar hasta esta etapa de mi vida universitaria, a mis hijos que son mis tesoros más preciados que tengo, ellos fueron un impulso más para seguir adelante con mis estudios.

A mis docentes que estuvieron en el transcurso de mi etapa universitaria a mi asesor el Dr. CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE por la paciencia y comprensión tuvo con cada uno de nosotros y a mi centro de estudios la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO por abrirme las puertas y brindarme conocimientos y apoyo incondicional.

## Tabla de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos .....	23
IV. RESULTADOS .....	24
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS .....	47

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Probetas del estudio de concreto poroso.....	18
<b>Tabla 2.</b> Instrumentos de las dimensiones de la Variable Dependiente.....	19
<b>Tabla 2.</b> Instrumentos de las dimensiones de la Variable Independiente .....	20
<b>Tabla 4.</b> Diseño de mezcla de concreto patrón.....	25
<b>Tabla 5.</b> Diseño de mezcla de concreto con adición del 2% de ceniza de bambú .....	26
<b>Tabla 6.</b> Diseño de mezcla de concreto con adición del 4% de ceniza de bambú .....	26
<b>Tabla 7.</b> Diseño de mezcla de concreto con adición del 6% de ceniza de bambú .....	26
<b>Tabla 8.</b> Contenido de aire del concreto de las muestras .....	27
<b>Tabla 9.</b> Resistencia a la compresión a los 7 días .....	28
<b>Tabla 10.</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	29
<b>Tabla 11.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	30
<b>Tabla 12.</b> Permeabilidad del concreto a los 28 días .....	32

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Procedimiento de recolección de datos.....	22
<b>Figura 2.</b> Mapa político de la zona de estudio .....	24
<b>Figura 3.</b> Valores del peso del volumen total de los diseños de mezcla.....	27
<b>Figura 4.</b> Resistencia promedio a los 7 días.....	29
<b>Figura 5.</b> Resistencia promedio a los 14 días.....	30
<b>Figura 6.</b> Resistencia promedio a los 28 días.....	31
<b>Figura 7.</b> Resumen de resistencia promedio a los 7,14 y 28 días .....	31
<b>Figura 8.</b> Coeficiente de permeabilidad K a los 28 días .....	33

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar las propiedades mecánicas de un concreto poroso para pavimento rígido con la incorporación del 2%, 4% y 6% de cenizas de bambú en su diseño de mezcla. Para ello se empleó una metodología experimental de enfoque cuantitativo, realizando una recolección de datos con los instrumentos de fichas de laboratorio para los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad. Se obtuvo como resultados que en el ensayo a la compresión se alcanzó una resistencia máxima a los 28 días de 265 kg/cm<sup>2</sup> con 6% del aditivo, y de igual manera con este diseño de mezcla el coeficiente de permeabilidad decae hasta un valor de 7.80E-12. Como conclusión se llegó a demostrar que el aditivo de cenizas de bambú influye de manera positiva en el concreto, ya que aumenta su capacidad al esfuerzo de compresión, pero al exponer que se disminuye la permeabilidad se infiere que su uso en concretos porosos será de mejor aplicación para concretos impermeables y su puesta en servicio en obras hidráulicas y otros tipos de pavimentos.

**Palabras clave:** concreto poroso, cenizas de bambú, permeabilidad, resistencia a la compresión.

## **Abstract**

The objective of this research work was to analyze the mechanical properties of a porous concrete for rigid pavement with the incorporation of 2%, 4% and 6% of bamboo ash in its mix design. For this, an experimental methodology of quantitative approach was used, carrying out a data collection with the instruments of laboratory records for the compressive strength and permeability tests. It was obtained as results that in the compression test a maximum resistance of 265 kg/cm<sup>2</sup> was reached at 28 days with 6% of the additive, and in the same way with this mix design the permeability coefficient drops to a value of 7.80 E-12. In conclusion, it was shown that the bamboo ash additive has a positive influence on the concrete, since it increases its capacity for compressive stress, but when it is stated that the permeability is decreased, it is inferred that its use in porous concrete will be better. application for waterproof concrete and its commissioning in hydraulic works and other types of pavements.

**Keywords:** porous concrete, bamboo ash, permeability, compressive strength

## I. INTRODUCCIÓN

Existe un temprano deterioro de los pavimentos rígidos a **nivel internacional** como menciona el diario la Nación (2021) que, en Paraguay, “los pavimentos son muy susceptibles al deterioro rápido”, al igual que en Costa Rica como indica DICYT (2020) ya que el mantenimiento a la infraestructura vial es constante debido a su pronto deterioro. Es por ello que, en la mayoría de países, se está buscando una forma de solucionar el problema, un ejemplo son los investigadores de la Universidad Estatal Pauslista (UNESP) y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) que se encontró un nuevo tipo de hormigón menos contaminante y más barato incorporando caña de azúcar, así como también otras cenizas naturales.

**A nivel nacional**, el bambú ha sido utilizado como un material para la ciencia, innovación y tecnología, según indica la revista Bambucyt (2018), se estuvieron haciendo estudios de laboratorio en Lima para conocer las propiedades de bambú, utilizando cenizas de bambú principalmente, obteniendo un mayor valor en cuanto a la humedad y que favorece en un gran porcentaje de resistencia máxima. Estos tipos de estudios e investigaciones se realizaron debido a que existe una gran distribución de bambú a nivel nacional (Congreso, 2003).

**A nivel local**, el Cusco, es el tercer departamento que distribuye bambú (3 867,91 km<sup>2</sup>), y si bien en su mayoría esta planta ha sido utilizada para artesanías y fibras textiles, dado a las investigaciones internacionales se pudo comprobar que este material pudo ser de utilidad para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. No obstante, el problema que existió en el departamento del Cusco es la falta de vías de comunicación puesto que los pavimentos existentes ya están deteriorados (Acuña J. y Acuña B., 2019). Por lo que se entendería, que teniendo un material que podría brindarle grandes propiedades mecánicas al concreto, este pueda ser aplicado en el pavimento rígido, ya que está compuesto por una losa de concreto.

Sin embargo, cuando se consideró la zona climática de Cusco se tiene en cuenta el factor lluvia, ante lo cual en la investigación se planteó el uso de un concreto poroso puesto que permitió la optimización de los drenajes de la lluvia por lo que ayudo a la mejora de recarga del agua subterránea y el crecimiento

de árboles y vegetación, además de favorecer la aireación del suelo. (TOXEMENT, 2017).

Ante lo expuesto, en la investigación se tiene el siguiente **problema general**: ¿Qué efectos producirá la incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso para mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido- Cusco 2021? Asimismo, los **problemas específicos** son los siguientes: ¿En qué medida será la incorporación de cenizas de bambú en el diseño de mezcla de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021? ¿Qué efectos producirá la incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso para mejorar la resistencia a la flexión en un pavimento rígido - Cusco 2021? y ¿Qué efectos producirá la incorporación de cenizas de bambú en la permeabilidad de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021?

Para fundamentar la investigación se mostraron las siguientes **justificaciones**: **teórica**, puesto que aportó una mayor comprensión sobre las bases teóricas y bases conceptuales referentes a la incorporación de las cenizas de bambú y el concreto poroso para el mejoramiento de las propiedades mecánicas; **práctica**, porque el proyecto de investigación en el desarrollo se buscó poder resolver el problema proponiendo estrategias que contribuyeron en su aplicación; **económica**, porque la investigación aportó en el tema financiero ya que lo que se logró fue buscar reducir los costos en mantenimiento de estructuras, mejorar las propiedades mecánicas(en especial la durabilidad) del concreto poroso, utilizando un aditivo natural que es la ceniza de bambú; **social**, puesto que la calidad de vida de la zona se incrementa al obtener pistas modernas, además de beneficiar a los ciudadanos aledaños a la zona con pavimentos rígidos, más duraderos y estables.

Teniendo los problemas y las justificaciones explicadas, se planteó el siguiente **objetivo general**: analizar si la incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso mejora las propiedades mecánicas de un pavimento rígido - Cusco 2021. De igual forma, se formulan a continuación los **objetivos específicos**: evaluar la medida de la incorporación de cenizas de bambú en el diseño de mezcla de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021, Determinar la resistencia a la compresión de un concreto poroso

con la incorporación de cenizas de bambú para un pavimento rígido - Cusco 2021, e Identificar el efecto que producirá la incorporación de cenizas de bambú en la permeabilidad del concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021.

Para finalizar, se tiene la **hipótesis general**: la incorporación de cenizas de bambú en un concreto porosa mejora las propiedades mecánicas de un pavimento rígido - Cusco 2021. Así mismo, las **hipótesis específicas** fueron las siguientes: la medida precisa de incorporación de cenizas de bambú mejora el diseño de mezcla del concreto poroso para un pavimento rígido - Cusco 2021, la incorporación de cenizas de bambú en un concreto porosa mejora la resistencia a la compresión de un pavimento rígido - Cusco 2021, y la incorporación de cenizas de bambú en un concreto porosa mejora la permeabilidad de un pavimento rígido - Cusco 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la sustentación de la investigación, se tuvo los siguientes **antecedentes nacionales**, según, Jiménez (2021) tuvo como objetivo general realizar la evaluación del comportamiento mecánico utilizando la metodología SUPERPAVE. Relacionado a la metodología se utilizó el diseño antes mencionado y el manual de especificaciones generales para la construcción de puentes, carreteras y caminos del ministerio de obras públicas y transporte, aparte se tuvo como referencia que se cumpla cada parámetro técnico planteado en la mezcla. Entre los resultados se encontró una mejora en lo relacionado a la resistencia a la fatiga, aunque también se logró visualizar que la mezcla no cumplió con lo esperado referente a los parámetros volumétricos que se mostraron, es por ello que se recomienda emplear agregados de menor densidad.

En conclusión, cuando se adicionó la fibra o ceniza a la mezcla se generó cambios en el VMA, VTM y VFA, es por ello, que por medio del diseño de la mezcla modificada con el material del bambú se monitorea las diversas propiedades de tal forma que no surjan incumplimientos en su volumetría y cumpla con la norma AASHTO M 323-17. Además, se incrementó la temperatura de la mezcla por encima de 170°C, para que el bambú tenga un incremento del porcentaje para perder la masa y comprometer mayor aporte de la resistencia que se generó en la mezcla.

Según, Jiménez (2019) tuvo como objetivo general analizar el desempeño mecánico que tiene una mezcla asfáltica con incorporación de la fibra de bambú siguiendo los lineamientos del diseño Superpave. Referente a su metodología se tuvo un diseño experimental de enfoque cuantitativo, permitiendo tener como resultado que la fibra de bambú brinda mejor desempeño mecánico, obteniendo además que, la resistencia de tensión diametral llega hasta a un 85%, y que los ciclos de fatiga en el tipo D y C son mayores a 25 000 y 50 000 con una deformación de 600micros, esta deformación es de forma permanente y menor a 4mm para las 19200 pasadas de rueda. La mezcla en ciertas propiedades mejoró para cumplir con las normas y especificaciones nacionales.

Concluyendo así que, la fibra brinda una mayor resistencia a la mezcla, logrando que el pavimento obtenga un mejor desempeño en la deformación

permanente, el daño por la humedad y la fatiga, por lo que se sugiere realizar de nuevo el diseño corrigiendo los errores en las especificaciones y el volumen de la mezcla para obtener un mejor desempeño mecánico.

segun Bracanga, et al. (2019) se tuvo como objetivo primordial poder proporcionar un refugio para los familiares de escasos recursos brindando una alternativa de sostenible y de bajos costos con un material natural. En los resultados se encontró que al utilizar el bambú como una tecnología de la madera laminada esta puede reemplazar la madera tradicional en diversos elementos estructurales. Este material se pudo convertir en una medida alternativa que permitió lograr desarrollarse a las comunidades que se encontraron alrededor de su tratamiento y cultivo. En síntesis, la tasa de crecimiento es rápida, proporcionando capacidad y ductilidad al bambú para desarrollarse y sobrevivir en los suelos de menor calidad para disminuir el dióxido de carbono atmosférico. Además, sus propiedades mecánicas de este material natural están por encima de la media, pero es susceptible a la humedad, los insectos o el fuego, por ello se necesita investigar y saber más sobre la construcción y el diseño de estructuras con este producto.

Según, Lázaro, et al. (2016) se tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la combinación de los distintos tamaños de cada partícula, la proporción de la mezcla plástico/bambú y el incremento de MAPP en la propiedad mecánica de impacto, flexión y tensión para poder recomendarla o que la formulación asegure un mejor desempeño. Con respecto a la metodología, se utilizó un modelo estadístico por conveniencia, al azar, con un diseño cuantitativo. En los resultados se obtuvo que existe una variación de los valores encontrados e incluso una desviación de la resistencia a la tensión máxima, esto se visualizó en todas las muestras que tienen material compuesto.

Se logró observar que incrementando un agente acoplante se favorece la obtención de una máxima resistencia, entre la más alta se encontró la de 30/70 pasada por la malla -60/+80; caso contrario en la de 50/50 usando la misma malla y sin agente se obtuvo menos resistencia y no supera el valor del plástico. En conclusión, se obtuvo una mayor resistencia a la flexión y tensión en la mayoría del material compuesto que se usó inversamente proporcional al agente que se le acopló y no se superó el plástico; por otro lado, el módulo de elasticidad en las dos

propiedades incrementó de forma directa con el agente que se le colocó y el contenido de partícula sobre el índice plástico.

Asimismo, se tiene las **investigaciones internacionales** que refuerzas el estudio, entre ellas se encuentra Bastos (2018), que tiene como objetivo presentar el bambú como uno de los materiales sustentables que se pueden utilizar en el mundo de la construcción, es por ello que busca describir algunas precauciones para su uso. En cuanto a los resultados se estudió una aplicación de la norma colombiana (G-NSR-10) de la construcción de guadua con guadua, donde se diseña un piso de dos pisos utilizando el método de tensión permisible, su esfuerzo se obtuvo utilizando este programa de forma gratuita con el elemento finito MASTAN2. En conclusión, al realizar las previas indicaciones se permitió saber si al utilizar el bambú en la construcción se considerará a estos como seguros y viables de acuerdo a la norma, además al utilizar el software se logran resultados sobre el esfuerzo solicitado y que son comparados con el valor de tensión admisible que se obtiene de la metodología.

En la investigación internacional Según, Cardona (2017) que su objetivo general fue determinar el proceso más adecuado para la obtención de la ceniza de la hoja de bambú y sus características físicas y químicas mediante el Difractómetro de Rayos X (XRD), análisis de Fluorescencia de Rayos X (XRF), espectrofotometría de Barrido Electrónico (SEM), entre otros, para evaluar el acabado como material de adición o de relleno en la preparación de mezclas de hormigón o mortero de alta resistencia. Los resultados del análisis químico de las cenizas de las hojas de bambú permitieron determinar que este tipo de cenizas está formado por sílice de naturaleza altamente amorfa y con una elevada actividad puzolánica; con posibilidad de ser utilizado como material de adición o sustitución en la preparación de mezclas de concreto.

En conclusión, para la elaboración de los bloques de concreto con reemplazo de cenizas fue necesario utilizar un 17,77% más de agua que la utilizada en la mezcla patrón, alcanzándose una relación agua-material cementante (a/c) de 0,57; mientras que para la mezcla patrón se utilizó una relación a/c de 0.484. Considerando que al aumentar la cantidad de agua disminuye la resistencia a la compresión, la gran similitud de los resultados en la resistencia a la compresión de

la mezcla control y la mezcla de reemplazo muestra el excelente desempeño del reemplazo con hoja de ceniza hecha de bambú.

Por otro lado, según, Cañas, et al. (2016) cuyo objetivo general fue realizar una caracterización mecánica de dos materiales compuestos, entre ellos se encuentra la resina de poliéster que está reforzada con fibra de bambú y de igual forma la resina de poliéster, pero fabricada con fibra de vidrio, obteniendo mejoras en la fibra/ Unión de poliéster sometida a tratamiento químico. Para la obtención de resultados se ensayaron 85 probetas las cuales fueron separadas 15 probetas para la prueba de flexión y 5 más para la tracción, donde se pudo visualizar que el esfuerzo último en tensión tuvo una minoría en la resina, por otro lado, al compararlo con el del material compuesto con bambú, existen diferentes formulaciones y no se aprecia la variación, aumentando así el porcentaje de su masa de las muestras, presentando la máxima resistencia a la tracción a 25.15Mpa, 25.34 Mpa y 25.98 Mpa.

En resumen, la muestra de poliéster que se refuerza con vidrio y bambú mostró un incremento en su módulo de elasticidad dependiendo de la fibra utilizada para cada compuesto, pero de acuerdo al incremento en su rigidez se registró una disminución en su capacidad de deformación. En el ensayo de flexión que se realizó también se observó que el 16,23% de las micro cavidades de la fibra son generadas por el aire atrapado en el procedimiento diseño de mezcla.

Según, Díaz y Vásquez (2019) tuvieron como objetivo general diseñar una mezcla óptima de concreto poroso aplicándolo en los pavimentos rígidos para un tránsito liviano con la finalidad de brindar mejoría en el proceso de infiltración en Soritor, 2019. Referente a su metodología se consideró una investigación de tipo experimental, con un diseño cuantitativo, la técnica que se utilizó fue la observación e instrumentos que fueron formatos estandarizados y contando con una muestra de 39 especímenes. En los resultados se obtuvo que las características mecánicas y físicas del agregado grueso y fino de  $\frac{3}{4}$ " de la cantera FEPECA del rio Naranjillo, junto con el agregado grueso de  $\frac{1}{2}$ " de la cantera del rio Huallaga, que cumplieron con el requerimiento técnico para poder elaborar el concreto poroso y así conseguir una dosificación apropiada obteniendo lograr alcanzar la resistencia requerida.

En síntesis, se lograron determinar por medio de ensayos el contenido de humedad, el peso específico, abrasión, absorción y la granulometría de los agregados, obteniendo como resultado que el concreto poroso que se aplicó en el pavimento rígido para poco tránsito brindando mejoría al proceso de la infiltración en Soritor.

Según, Lau (2019) tuvo como objetivo general determinar de qué manera afecta la incorporación de las cenizas de bambú en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente en el distrito mencionado anteriormente. Respecto a la metodología su tipo de investigación fue aplicada, con un diseño experimental y un nivel de tipo explicativo; su técnica fue la observación y su instrumento fueron fichas de recolección de datos. En los resultados de los diversos ensayos se obtuvo que teniendo un desgaste mecánico y físico obteniendo una adecuada resistencia de fragmentación y debiéndose a la dureza física; también se encontró que del ensayo de partículas alargadas y chatas existe una carencia en las partículas de fragmentación fácil el cual aporta resistencia cuando se elabora el MAC.

En conclusión, cuando se adicionó el 1% de la ceniza de bambú, la relación que existen entre el asfalto/polvo muestra una mejoría, el cual disminuye entre 1.29% y 1.32% siendo el valor mayor según las especificaciones técnicas. Esta no brindó una adecuada rigidez en la carpeta de rodadura, resultando así un incremento de la resistencia en la deformación plástica, teniendo menor resistencia a la fatiga, significando que la carpeta es poco flexible.

Según, Castañeda y Moujir (2016) tuvieron como objetivo general realizar el diseño de un concreto poroso aplicándolo a las estructuras de un pavimento rígido, comparándolo con la inclusión o el no agregado de los finos en su mezcla. Referente a la metodología se trabajó con la dosificación, por medio de la deducción de la ecuación que analizó todo el comportamiento de dieciocho mezclas de los concretos porosos, con distinta relación cemento – agua entre los 0.41 y 0.29 con la relación que existe con los contenidos de los vacíos. Entre los resultados que se obtuvieron se pudo visualizar que el asentamiento que se promedió de la mezcla del tipo I con los finos, se aproxima a un 12% menos a la mezcla del tipo II que no contiene finos, por otro lado el concreto convencional que posee asentamiento entre las 5" y 3", las dos sobresalieron de los parámetros, debido a que la cohesión

de ambas partículas del tipo I y su fluidez de la mezcla que tiene el tipo II, también de la variable externa como la humedad, temperatura, entre otro.

Llegando a la conclusión de que el concreto poroso que es del tipo I, contribuyo en la minoría de la escorrentía superficial, usando como complemento el sistema del drenaje, permitiendo así proporcionar de forma adecuada el agua, sin afectar la propiedad mecánica del concreto poroso; el vínculo que tiene la resistencia del concreto con la porosidad es inversamente proporcional, quiere decir que a más cantidad de poro disminuye la resistencia que tiene el concreto; significando que así la mezcla del tipo I contenga menos vacíos, tuvo un comportamiento mecánico mejor que la mezcla del tipo II el cual contuvo más vacíos que el anterior.

Por último, se tiene los **artículos científicos** según, Bacilio y Méndez (2020) que tuvieron como objetivo general realizar la evaluación de las características que puede presentar el concreto permeable para la utilización del pavimento rígido en Trujillo. Referente a la metodología su investigación tuvo un enfoque cuantitativo y la investigación fue del tipo básica, teniendo un nivel descriptivo, el diseño que tuvo fue no experimental descriptivo simple, teniendo como población a las vigas y probetas de concreto permeable; su técnica utilizada fue la observación y el instrumento fueron las guías de observación para recolectar los datos.

En los resultados se mostraron propiedades físicas que fueron necesarias para el agregado grueso de 3/8" y 1/2", esto sirvió para lograr ejecutar el diseño de la mezcla del concreto permeable para la gradación del agregado; cuando se elabora el diseño de esta mezcla se inicia de los diseños convencionales de 175kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo la resistencia mínima que se necesitaba para el pavimento especial según la norma CE. 010. Llegando a la conclusión de cuando se ejecutó la caracterización de cada agregado, se obtuvo un peso unitario de 1764.34kg/cm<sup>3</sup> en el de 12" con 2.03% de absorción, 0.6% de humedad y 2960 kg/m<sup>3</sup> del peso específico. Por último, en el agregado de 3/8" se logró obtener el peso unitario de 1463.60 kg/m<sup>3</sup>, el porcentaje de absorción de 2.32%, el contenido de humedad de 0.64% y 2630kg/m<sup>3</sup> del peso específico.

Según, Prialé (2020) tuvo como objetivo general diseñar estructuralmente un pavimento rígido de superficie de concreto poroso, el cual debió cumplir con las

especificaciones de la Norma CE.010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, para brindar mejoría a las condiciones actuales de drenaje pluvial del estacionamiento vehicular de la UCV - Filial Piura, otorgando funcionalidad estructural y el confort a los usuarios por todo el periodo de diseño. En la metodología su tipo de investigación fue descriptiva y cuantitativa, con un diseño experimental. Por otro lado, en los resultados del área de proyecto se encontró una estratigrafía por igual con estratos de grava limo, arenas limosas y grava arenosa mala lo cual se vio en el perfil estratigráfico; este suelo presentó propiedades físicas favorables según la carga del tráfico, eso significó que tuvo una buena calidad en la subrasante y se encontró apta para realizar una estructura de pavimento.

En conclusión, en el proyecto se realizó el conteo vehicular diario el cual se encontró 736veh/día que sería un 100% durante las veinticuatro horas del día y su menor volumen es de 295 vehículos; todos los datos se tomaron en consideración para la proyección del tráfico y el diseño que se realizó al pavimento, estimando una vida útil de 20 años según los datos que se obtuvieron del conteo vehicular del presente año.

Según, Rojas y Vásquez (2019) tuvieron como objetivo general realizar la demostración del comportamiento mecánico de la plancha de la fibra de aserrín y bambú, que se encuentran sometidos al esfuerzo de flexión y compresión de Moyobamba. Su investigación tuvo una metodología del tipo cuantitativa, siendo su población dieciocho planchas de aserrín y bambú como elementos estructurales; en la técnica utilizaron la observación y la experimentación. En los resultados por medio de los ensayos que se ejecutaron, el aserrín en estado húmedo logró un porcentaje de humedad de 6.28% divididos en comprimido y suelto, además se encontró el peso unitario correspondiente y se siguió promediando los dos tipos de pesos logrando obtener P.U.C= 233.00 kg/m<sup>3</sup> y P.U. S= 143.00 kg/m<sup>3</sup> y cuando se realizó en estado seco, su resultado fue de 1.18% según el bambú.

Llegando a la conclusión de que las características físicas del bambú y el aserrín tienen un menor nivel del porcentaje entre un 5.71% y 5.50% del porcentaje de absorción, aparte se determinó el contenido de humedad en estado húmedo y

seco obteniendo el aserrín un 6.28% y 1.18% de humedad, mientras que el bambú presento 4.06% y 1.28% de humedad.

Para poder comprender la presente investigación, se procedió a presentar las siguientes bases teóricas a utilizar, según Derwiler (2016), hace mención como **concepto teórico** que cuando se realizó el uso de ceniza de bambú, estas estudiaron la hidratación que contuvo este material que es combinado con cemento Portland en la industria de otro país, obteniendo la caracterización de cada parámetro cinético de la planta y su determinación, este tipo de material se utiliza mayormente en otros países como la India y Brasil, ya que es considerado como un producto mayor en el continente Asiático y toda Latinoamérica. La hoja de Bambú cuenta con **propiedades** Antioxidantes, antimicrobiano, antiviral. Además, entre sus principales **características** se menciona que es más liviano, elástico y flexible, es fácil de cultivar y más asequible que la madera, este tipo de plantas es la que crece más rápido, no se necesita volverlo a plantar ya que solo se regenera. Por otro lado, las **ventajas** de la utilización de este material son que es un recurso rentable y sostenible, se obtiene mayor resistencia, capacidad de renovación y durabilidad que mucha de las maderas y el acero, disminuyendo el efecto invernadero y muy importante es el material más barato en el rubro de la construcción.

En su **desventaja** se tuvo que este material no puede estar permanentemente en contacto con la humedad porque genera ataque de termita y pudrición, cuando el bambú no es tratado adecuadamente y envejece pierde su resistencia, otra desventaja en el ámbito de la construcción es cuando se realizó la ejecución de una pared este material no se contó con el diámetro en toda su longitud y su espesor también es distinto, además cuando se seca reduce su diámetro y se contrae. Entre sus **dimensiones** se tiene las características de los materiales, las propiedades del agregado fino y su dosificación, en sus **indicadores** se señaló la granulometría, el porcentaje de materiales, porcentaje de humedad, el índice de plasticidad, equivalente de arena, adherencias y sus porcentajes de 2%,4% y 3%. Su **escala** de medición fue de razón y el **instrumento** que se utilizó es la ficha de recopilación de datos.

Minaya (2018) menciona que la ceniza de la hoja de Bambú, por naturaleza no tiene forma, contiene un contenido elevado del oxido de silicio y calcio, es un recurso puzolánico, con este material se obtuvo sustituir el cemento en su mezcla del concreto en albañilería para el ladrillo de tipo III y IV, reemplazando el porcentaje de 15%, 20% o 25% el cual funciona de manera adecuada, logrando obtener a través de los residuos, disminuyendo la temperatura en la calcinación y el tiempo en el que se tritura el cemento, implicando la contribución de menos contaminación y bajo costo, considerándolo un material favorable y alternativo para el medio ambiente.

Añaco (2018) menciona que el bambú más usado en el Perú fue la Guadua angustifolia, el cual se utilizó de diferentes formas, este no presentó elevado grado de procesamiento, aparte de este material se usaron distintos productos para elaborar esta materia prima, son usados como diferente grado de transformación o sección de tallo de frente, se preserva seca y para la construcción, de sección basal y de manera abierta para el cerramiento que es aplicado para el uso en la agricultura y en la construcción.

Maldonado (2020) mencionó como **concepto teórico** que el pavimento rígido es una estructura que se conforma por una losa de concreto en conjunto con otras capas que se hacen llamar multicapas que están destinadas a distribuir las cargas a la capa de fundación que es la sub rasante o conocido como el suelo natural y cumplir con la resistencia del esfuerzo vertical que es producido por el tráfico. Entre sus principales **propiedades** se tuvo la resistencia a la fatiga, cortante, torsión, erosión, residual a la flexión y absorción de energía. Su **característica** es la realización de transferir las cargas a otra área más amplia ya que contuvo resistencia a la flexión comparándolo con el pavimento flexible y no es elaborado con diversas capas de distintos materiales, es por eso que es colocado de manera directa en la subrasante y se compacta por encima de una sola capa que se denomina base o subbase, este pavimento se relaciona con el tráfico vehicular haciendo que las carreteras contenga un comportamiento en la capa elástica que es apoyado encima de un medio viscoso.

La **ventaja** es que contiene un color claro el cual es visible en las noches, como tiene una rigidez requiere más espesor para lograr la distribución de la carga

en la subrasante y su costo para conservarlo es menor, contando con una vida útil de 30 años a más. Sus principales **desventajas** es que inicialmente contiene un costo elevado, en el momento de construcción y es por ellos que su utilización es limitada o solo en ciertas construcciones, el color claro en el día afecta al usuario, aparte del efecto de sonido cuando se avanza por la vía. Sus **dimensiones** fueron el diseño de mezcla del concreto poroso, la resistencia a la compresión y la permeabilidad, mientras que sus **indicadores** fueron agregados, pesos específicos, pesos unitarios, contenido de humedad y absorción, resistencia de diseño, la resistencia de 70 – 280kg/cm<sup>2</sup> y la prueba de permeabilidad; siendo su **escala de medición** la razón y su **instrumento** el ensayo de laboratorio de los materiales, ensayo de compresión de acuerdo ASTM C39 o NTP 339.034 y permeámetro de carga variable ACI 522R – 10.

Santos y Solarte (2017), mencionaron que la construcción del pavimento rígido causó la generación del impacto que género en el ámbito económico como ambiental desde el principio, el desarrollo y el final de la obra de construcción, por eso se necesita que el material no tenga un costo elevado, alta disponibilidad y su aprovechamiento y la propiedad pueda brindar que el manteamiento sea durable y se cumpla con los costos. Mayormente los países utilizan el RAP no priorizando el consumo del agregado y los beneficios a plazos cortos, resaltando las condiciones de las estructuras, calidad de sus mezclas y se generaron alternativas nuevas del estudio por medio de la mezcla hidráulica en las construcciones de los pavimentos rígidos.

Briseño (2018) mencionó que entre las propiedades que contuvo el pavimento rígido es una adecuada resistencia ante las deformaciones de la SR que perjudico a las capas superiores, también fue de forma uniforme y evitando cualquier inesperado cambio, además fue menos susceptible al agua, el hinchamiento se limita al 3% logrando evitar cambios del volumen cuando se contacta con el agua y puede causar cualquier tipo de deformación.

En relación a las bases teóricas de las dimensiones de la investigación Segura (2018) mencionó que las dosificaciones del 10 %, el bicarbonato del bambú presento un incremento de la retención del agua, especialmente en los

bicarbonatos BC y BA donde se obtuvieron el valor de 0.58 y 0.72 g biocarbón/g agua. El biocarbón de madera que se utilizó fue de una dosis del 10%, se obtuvo la detención del agua parecida al que se obtuvo con el 5%, a excepción del MB el cual manifestó un elevado valor de 0.52 g biocarbón/g agua. Es por ello, que teniendo los resultados se deduce el biocarbon de bambú el cual mostro resultados favorables cuando se retuvo un aproximado de 10% por arriba de su medida general del resultado que se obtuvo con una dosis de 10%.

Villanueva (2020) mencionó que el agregado es un elemento fundamental en las mezclas que se realizaron con el concreto ya que abarco entre el 75% y 60% del concreto, siendo un factor importante en la propiedad del concreto cuando se encuentra en estado fresco o endurecido, como también influyeron los costos. Este tipo de material está conformado por piedra triturada con una dimensión pequeña menor a 5mm o la arena natural.

Además, lo define como un agregado fino a la piedra triturada o la arena natural, con pequeñas dimensiones las cuales pasaron por el tamiz de 9.5mm que son 3/8", teniendo mayormente partículas de 5mm. La función que tuvo este agregado fino sobre el concreto es actuar como un lubricante cuando rueda el agregado grueso, brindando así la manejabilidad del concreto. Por eso se logró visualizar que cuando falta arena se refleja en su aspereza que contuvo la mezcla y cuando se excedió de arena se necesitó más demanda del agua generando un determinado asentamiento. De esa manera la mezcla es más cohesiva cuando se incrementó el agregado fino generando la necesidad de más agua y más cemento para obtener la relación cemento agua que se desea.

Castillo (2012) mencionó que las características de los materiales van a depender no solo de la propiedad física, si no a grandes aspectos de tienen diversos detalles constructivos y condiciones, las cuales son variantes sustanciales de diversos casos en los cuales no se pudieron representar por medio de expresiones matemáticas. La característica física de los materiales porosos los cuales intervinieron en la absorción de los sonidos, que abarca la modelización usando el método del elemento finito (Finite Element Method: FEM)., el diseño, la disposición espacial, construcción y clasificación.

Vélez (2010) mencionó que la resistencia a la compresión a los 28 días del concreto poroso se identificó polinomialmente con la permeabilidad (k) por medio de la siguiente fórmula expresada a continuación:

$$F_c (Mpa) = 1,280(k)^2 - 9,239(k) + 48,32$$

La porosidad influyó en la resistencia y la absorción del material, los distintos modelos para relacionarlos con la resistencia de la mezcla del concreto poroso y porosidad, los cuales no conservaron la semejanza en la relación, ni proximidades de estas mismas.

Gonzales (2015) mencionó que el diseño de mezclas de concreto poroso según la ingeniería civil, redujo el impacto en el medio ambiente el cual fue generado por el pavimento tradicional, el cual permitió que el agua pase para que se pueda absorber por el suelo que se encontraba en la parte inferior, acumulando el acuífero subterráneo y obviando el agua que se canaliza en el cuerpo hídrico, sobrecargando, la estructura no necesita inclinarse para evacuar el agua, ayudando en el mejoramiento del crecimiento de la vegetación y los árboles, la carga de las aguas subterráneas, contribuyendo en la aireación del suelo y la posibilidad de la aplicación en la obra de construcción como en la planta de los concretos premezclados.

Vanegas (2020) mencionó sobre la permeabilidad que tuvo como cualidad el ser permeable, para que sea posible el traspaso de cualquier fluido o el agua. También se le denominó conductividad hidráulica, teniendo como constante la proporción entre el gradiente hídrico y el caudal.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Este tipo de investigación ayudó a resolver el problema que se presentó en el proceso, se le denominó aplicada porque se basó y empleó las investigaciones básicas, fundamentales, entre otros, para cumplir el objetivo de estudio. Una de sus características fue que buscó el uso de los conocimientos que se adquieren mediante una base de datos previa (Veiga, 2008). La investigación fue del tipo aplicada porque el objetivo principal fue poder utilizar las teorías que ya existen, junto con las normas y la tecnología para la determinación de cada objetivo planteado.

**Nivel de investigación:** Se consideró una investigación explicativa porque se buscó averiguar el porqué de los sucesos por medio de la relación causa-efecto, esto quiere decir que en el estudio se determinaron efectos o causas por medio de la comprobación de las hipótesis (Arias, 2011). La investigación se consideró de nivel explicativo porque se fundamentó la relación que tuvo el aditivo con el pavimento, mostrando el efecto o lo que causa la ceniza de bambú en las propiedades mecánicas del pavimento rígido.

**Diseño de investigación:** La presente investigación es de diseño experimental porque la variable independiente se introdujo para que fuera manipuladas, comparando las diferencias o efecto que generó en la variable dependiente que se mide (Paitán, 2014). El diseño cuasi-experimental mayormente es usado cuando se ejecuta una investigación del tipo aplicada, relacionando con el estudio no aleatorio y usando como modelo de los experimentos que se realizarán (Mediavilla, 2011). La investigación tuvo un diseño experimental porque se controló y se manipuló la variable independiente por medio de los ensayos ejecutados en el laboratorio especializado. También se es considerado del tipo cuasi-experimental porque se manipuló el aditivo para visualizar que efecto o relación tiene con la variable dependiente (concreto poroso).

**Enfoque de investigación:** Un estudio se reconoce de enfoque cuantitativo cuando realiza la recolección y análisis de datos para poder contestar las interrogantes que se generaron en la investigación y la comprobación de la

hipótesis que se planteó, confiando en el conteo, mediciones numéricas o el uso de estadísticas estableciendo medidas exactas de los datos generados (Sampieri, 2014). La investigación se consideró cuantitativa porque los resultados que se obtuvieron de cada ensayo brindaron datos medibles y/o numéricos para su posterior análisis.

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variables:** Se considera como una variable a todo lo que puede ser estudiado, controlado y medido para un estudio, se le conoce también como conceptos clasificatorios. Estas variables asumen valores diferentes, las cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos definiéndolas de las formas conceptuales y operacionales (Reguant y Martínez, 2014). El proyecto de investigación contó con dos variables, entre ellas se tuvo la variable independiente que fue la ceniza de bambú y la variable dependiente fue el concreto poroso para pavimento rígido.

**Operacionalización:** Cuando se habla de la operacionalización de las variables, esto significa que son procesos donde se lleva la variable de lo abstracto a que sea algo concreto o certero, esto quiere decir que se requiere volver medible a la variable (Segura, 2015). En el proyecto la operacionalización de las variables del estudio que se ejecutaron se visualiza en la parte inferior ubicada en el anexo con el título de Anexo n°1: Matriz de operacionalización de variables, donde se define conceptual y operacionalmente cada variable del estudio y se determina sus dimensiones, indicadores e instrumentos.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

La población es el conjunto de elementos finitos o infinitos con similares propiedades o características (Fidias, 2006). La investigación tuvo como población a las unidades de estudios que en este caso fueron las probetas de concreto para el pavimento rígido poroso, que se sometieron a los ensayos respectivos mencionados en los indicadores de la matriz operacional.

**Muestra:**

Como se conoce la muestra es la parte representativa de una determinada población con características y propiedades equivalentes. (Argibay, 2010) El estudio experimental se basó en la muestra seleccionada de **48 probetas** las cuales son sustentadas a continuación:

**Tabla 1.**

*Probetas del estudio de concreto poroso*

Muestras de concreto adicionando cenizas de Bambú	Unidades de estudio por ensayo			
	Resistencia a la Compresión			Ensayo de permeabilidad
	7 días	14 días	28 días	28 días
Patrón	3	3	3	3
2%	3	3	3	3
4%	3	3	3	3
6%	3	3	3	3
Cantidad de probetas por ensayo	36			12
<b>TOTAL</b>	<b>48 PROBETAS</b>			

Fuente: Elaboración propia

**Muestreo:**

El muestreo fue no probabilístico porque no fue posible calcular el error estándar, es por ello que se calculó de acuerdo al investigador, teniendo en consideración los ensayos y pruebas a los materiales y al concreto endurecido, como esfuerzo a la compresión y permeabilidad del concreto poroso para pavimento rígido adicionando ceniza de Bambú.

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

#### Técnicas

Para Borja (2016) las técnicas se basaron en los datos recopilados en campo y gabinete con la aplicación de los fundamentos teóricos y experimentales (p.33) tales como:

- La Bibliografía: Recolección de información previa como antecedentes y marco teórico para la investigación.
- Observación Sistematizada: Se aplicó para establecer controles visuales durante el procedimiento de preparación de muestras como el patrón de control y las demás con la adición de la fibra de vidrio.
- Pruebas y Ensayos siguiendo las técnicas y procedimientos de acuerdo a la en el ASTM (American Society for Testing and Materials o Sociedad Americana de Pruebas y materiales), NTP (Normas Técnicas Peruanas) y el método ACI (American Concrete Institute).

#### Instrumentos

Los instrumentos fueron recursos que el investigador utiliza para el registro, fichaje y recopilación de información siendo dichos datos resultados de las dimensiones en mención (Hernández y Mendoza 2018, p.228).

Por lo indicado por los autores los instrumentos fueron elementos viables y objetivos que permitieron la obtención de datos de las variables que se mencionan a continuación:

**Tabla 2.**

*Instrumentos de las dimensiones de la Variable Dependiente*

DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
D1: Diseño de Mezcla	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ficha de Granulometría de Agregados (NTP.400.012)</li><li>• Fichas de Peso específico y absorción de los agregados (NTP.400.021)</li><li>• Ficha de Contenido de humedad de los agregados (NTP.339.185)</li><li>• Ficha Peso unitario de los agregados (NTP.400.017)</li><li>• Absorción de los agregados y (N.T.P. 400.022)</li></ul>

D2: Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha del Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto (NTP 339.034)</li> </ul>
D3: Permeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha del Permeámetro de carga variable ACI 522R-10.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 3.

*Instrumentos de las dimensiones de la Variable Independiente*

DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
Características de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de Excel</li> <li>• Formato de Laboratorio de la Granulometría</li> <li>• Cuaderno de apuntes para el Porcentaje de materiales</li> <li>• Cuaderno de apuntes para el Porcentaje de humedad</li> </ul>
D2: Propiedades del agregado fino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de laboratorio para el Índice de plasticidad</li> <li>• Formato de laboratorio para el Equivalente de arena</li> <li>• Formato de laboratorio para el Adherencias</li> <li>• Dosificación 2.0%, 4.0%, 6.0%</li> </ul>
D3: Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de Excel para los datos de las muestras con <b>2%</b> de cenizas de Bambú</li> <li>• Hoja de Excel para los datos de las muestras con <b>4%</b> de cenizas de Bambú</li> <li>• Hoja de Excel para los datos de las muestras con <b>6%</b> de cenizas de Bambú</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### Validez

El grado de validez de los instrumentos se dio de acuerdo a las Normas técnicas aplicadas al concreto para pavimento rígido poroso ya que dichas fichas se basaron en las normativas actuales ASTM, N.T.P, ACI.

## **Confiabilidad**

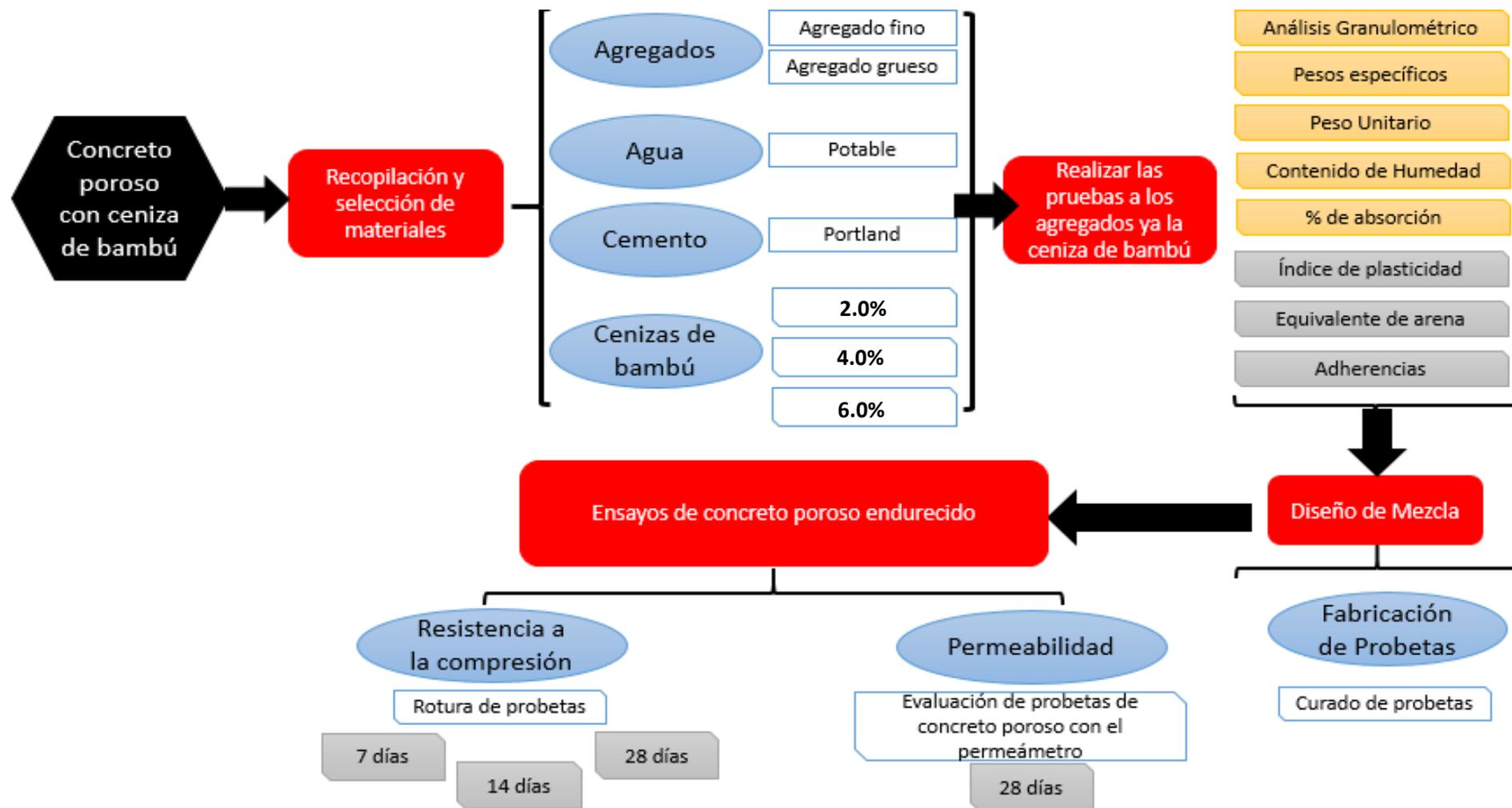
Cada técnica e instrumento utilizado en la investigación debe contener las características de validez, fiabilidad y objetividad para que la medición de los datos tenga solidez y exactitud para cumplir con los objetivos del estudio y de esta manera cada medición realizada indique un dato valido y confiable (Monje,2011, p.165).

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos se dividieron en los siguientes pasos:

- Recopilación y selección de materiales para el patrón de control y experimental, dichos materiales son:
  - ✓ Agregado Fino
  - ✓ Agregado Grueso
  - ✓ Agua
  - ✓ Cemento
  - ✓ Ceniza de Bambú
- Ensayos de los materiales (Agregados y cenizas de Bambú) Tomando en cuenta la normativa actual.
- Diseño de Mezcla: Fabricación y curado de probetas.
- Ensayos de concreto endurecido: El ensayo de compresión (7,14 y 28 días) y la prueba de permeabilidad (a los 28 días). Dichos procedimientos fueron tanto para el patrón control como también para el patrón experimental de acuerdo al diseño de investigación cuasi experimental.

Estos procedimientos son detallados en el siguiente diseño de ingeniería experimental.



**Figura 1.** Procedimiento de recolección de datos  
Fuente: Elaboración propia

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

El análisis de datos se realizó en base a los procedimientos mencionados anteriormente ya que los resultados obtenidos de dichas fases se interpretaron para llegar a cumplir los objetivos, brindar conclusiones y recomendaciones.

- Análisis y recopilación de Datos in situ y en laboratorio.
- Realización de pruebas y ensayos de acuerdo a la normativa vigente.
- Validez y Fiabilidad de los ensayos realizados.
- Procesamiento de todos los datos recopilados.
- Organización y sistematización de los datos en recuadros, gráficos, y tablas.
- Interpretación de Resultados del patrón control y experimental.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los valores y la moral fueron los aspectos éticos más resaltantes en los estudios de investigación ya que fue dirigida y confidencial a todos los datos y resultados obtenidos por parte del investigador, así mismo la referencia de cada trabajo o tesis tomado como un alcance previo, antecedentes o marcos teóricos

## IV. RESULTADOS

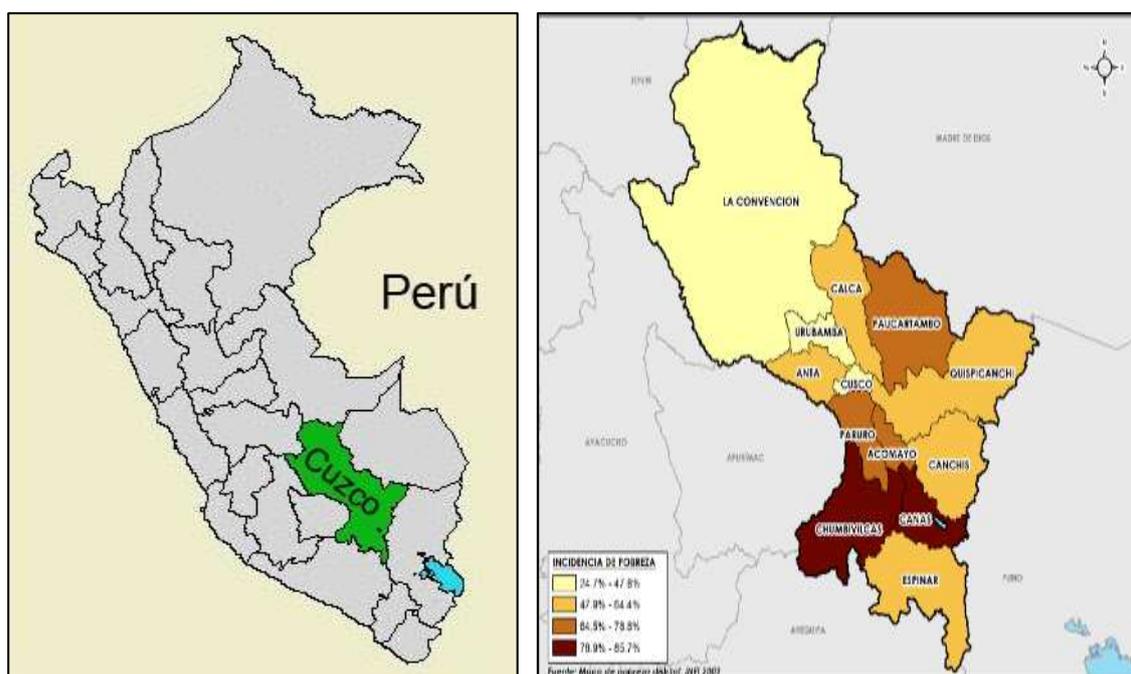
### Descripción de la zona de estudio

#### *Ubicación política*

La presente investigación se desarrolló en el departamento de Cusco.

#### *Nombre de la tesis*

Incorporación de ceniza de bambú en un concreto poroso para mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido - Cusco 2021



**Figura 2.** Mapa político de la zona de estudio

#### *Límites*

- Norte: Con los departamentos de Ucayali y Junín
- Sur: Con el departamento de Arequipa
- Este: Con el departamento de Madre de Dios
- Oeste: Con los departamentos de Ayacucho y Apurímac
- Sureste: Con el departamento de Puno

#### *Ubicación geográfica*

El departamento de Cusco se encuentra ubicado en el Perú, contiene una longitud en el Oeste de 72° 09' 47.12" y una latitud al Sur de 13° 19' 48.97"; se encuentra ubicado en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, de la

cuenca del río Huatanay, en Vilcanota. Además, según el INEI hasta el año 2017 se tuvo una población de 1 205.527 ciudadanos con una densidad de población de 16,3 hab/km<sup>2</sup>.

### **Clima**

El clima en el departamento del Cuzco es seco y frío en los meses de mayo a diciembre y empieza a llover en el mes de enero hasta abril, su temperatura en la capital es de 12°C, llegando a 18 °C como máximo y alrededor de 4°C como mínimo.

### **Objetivo específico 1: Evaluar la medida de la incorporación de cenizas de bambú en el diseño de mezcla de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021**

A continuación, se detallan los valores tomados a consideración para el diseño de mezcla patrón con los componentes típicos.

**Tabla 4.**

*Diseño de mezcla de concreto patrón*

<b>VALORES DE DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO</b>		<b>PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO</b>	
		<b>EN PESO</b>	<b>EN VOLUMEN</b>
<b>CEMENTO</b>	345.6 Kg	1.00	1.00
<b>AGREGADO FINO</b>	789.3 Kg	2.28	2.05
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1140.1 Kg	3.30	3.04
<b>AGUA</b>	161.3 Litros	19.84 (litros/bol.)	19.84 (litros/bol.)

Fuente: Elaboración propia (Ensayo realizado en Peinsac Ingeniería SAC)

En las siguientes tablas se describe los distintos diseños de mezclas considerados en el estudio para las adiciones correspondientes de cenizas de bambú.

**Tabla 5.***Diseño de mezcla de concreto con adición del 2% de ceniza de bambú*

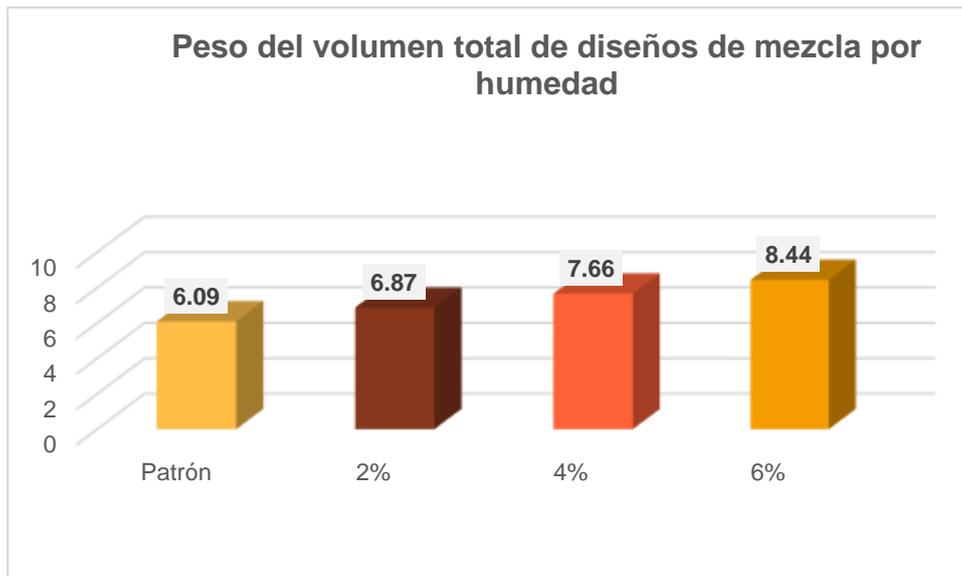
VALORES DE DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
<b>CEMENTO</b>	345.6 Kg	1.00	1.00
<b>AGREGADO FINO</b>	789.3 Kg	2.28	2.05
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1140.1 Kg	3.30	3.04
<b>AGUA</b>	161.3 Litros	19.84 (litros/bol.)	19.84 (litros/bol.)
<b>CENIZA DE BAMBÚ</b>	6.91 Kg	0.85	0.78

**Tabla 6.***Diseño de mezcla de concreto con adición del 4% de ceniza de bambú*

VALORES DE DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
<b>CEMENTO</b>	345.6 Kg	1.00	1.00
<b>AGREGADO FINO</b>	789.3 Kg	2.28	2.05
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1140.1 Kg	3.30	3.04
<b>AGUA</b>	161.3 Litros	19.84 (litros/bol.)	19.84 (litros/bol.)
<b>CENIZA DE BAMBÚ</b>	13.83 Kg	1.70	1.57

**Tabla 7.***Diseño de mezcla de concreto con adición del 6% de ceniza de bambú*

VALORES DE DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
<b>CEMENTO</b>	345.6 Kg	1.00	1.00
<b>AGREGADO FINO</b>	789.3 Kg	2.28	2.05
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1140.1 Kg	3.30	3.04
<b>AGUA</b>	161.3 Litros	19.84 (litros/bol.)	19.84 (litros/bol.)
<b>CENIZA DE BAMBÚ</b>	20.74 Kg	2.55	2.35



**Figura 3.** Valores del peso del volumen total de los diseños de mezcla

En la Tabla N°4 se aprecian los valores de diseño por humedad de los agregados del concreto patrón, mientras que en las siguientes tablas se detallan los diseños de mezcla con la incorporación del aditivo. En Figura N°3 se observan los valores sintetizados del peso del volumen total (sin considerar el peso del agua) que se obtuvieron de cada diseño de mezcla; en se expone que cuando se añade un 2% de ceniza de bambú se obtiene un valor de 6.87 en peso, al adicionar un 4% el valor aumenta a 7.66 y finalmente cuando se hizo la adición del 6% del aditivo se obtuvo el valor de 8.44; logrando así visualizar que en general al incorporar el bambú se tienen mayores valores en peso a comparación del concreto patrón, pero también a mayor sea el % de adición del agregado el peso en volumen de las muestras se incrementa linealmente.

**Tabla 8.**  
*Contenido de aire del concreto de las muestras*

MUESTRA	CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (%)
Patrón	1.8
2% ceniza de bambú	2.0
4% ceniza de bambú	2.2
6% ceniza de bambú	2.5

Fuente: Elaboración propia (Ensayo realizado en Peinsac Ingeniería SAC)

En la Tabla N°8 se aprecia que a mayor es la adición de las cenizas de bambú, la cantidad de aire en el concreto aumenta, lo que producirá una mejora en sus características físicas en su estado fresco, para obtener una mayor trabajabilidad en su mezcla.

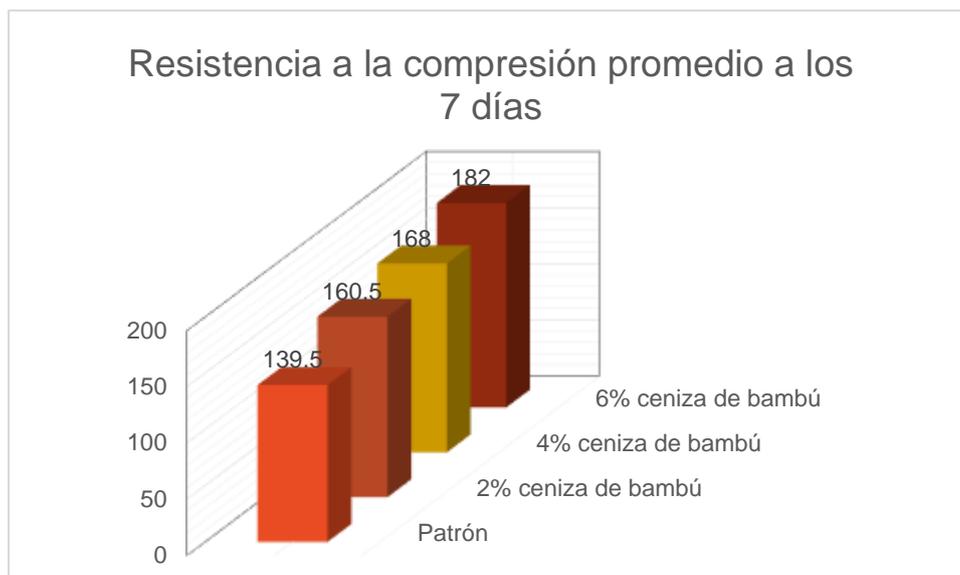
**Objetivo específico 2: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto poroso con la incorporación de cenizas de bambú para un pavimento rígido - Cusco 2021.**

A continuación, se detallan los valores resultantes de la aplicación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas seleccionadas a los 7, 14 y 28 días de ser vaceadas y curadas.

**Tabla 9.**  
*Resistencia a la compresión a los 7 días*

MUESTRA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIN CORREGIR (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	7	11.04	134.3	134	139.5
Patrón	7	11.952	145.4	145	
2% ceniza de bambú	7	12.669	158.1	158	160.5
2% ceniza de bambú	7	13.023	162.9	163	
4% ceniza de bambú	7	13.191	166	166	168
4% ceniza de bambú	7	13.551	169.8	170	
6% ceniza de bambú	7	14.24	179.2	179	182
6% ceniza de bambú	7	14.751	184.8	185	

Fuente: Elaboración propia (Ensayo realizado en Peinsac Ingeniería SAC)



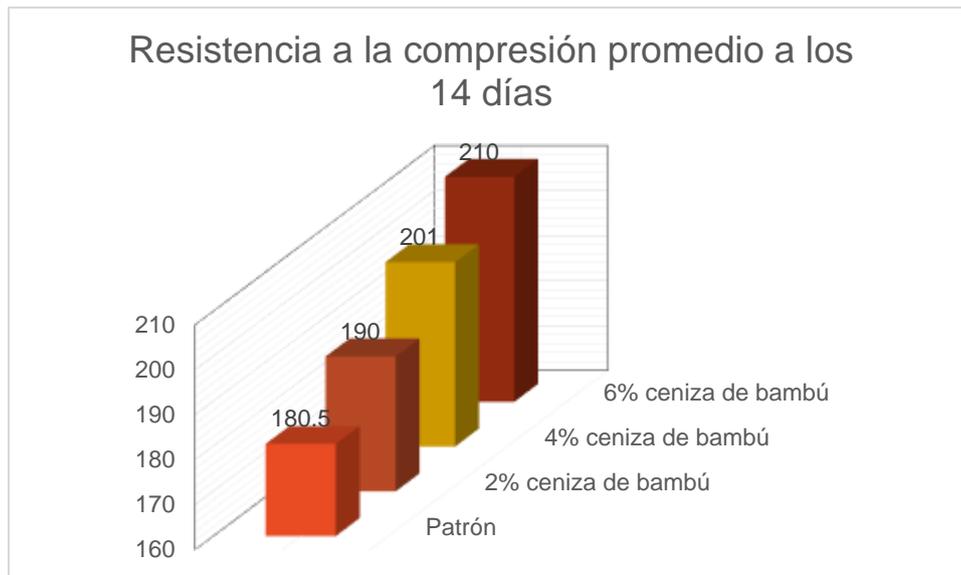
**Figura 4.** Resistencia promedio a los 7 días

**Tabla 10.**

*Resistencia a la compresión a los 14 días*

MUESTRA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIN CORREGIR (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm²)
Patrón	14	14.414	178.8	179	180.5
Patrón	14	14.811	182.3	182	
2% ceniza de bambú	14	15.675	190	190	190
2% ceniza de bambú	14	15.757	190.2	190	
4% ceniza de bambú	14	15.903	200.1	200	201
4% ceniza de bambú	14	16.11	201.9	202	
6% ceniza de bambú	14	17.157	207.9	208	210
6% ceniza de bambú	14	17.467	211.7	212	

Fuente: Elaboración propia (Ensayo realizado en Peinsac Ingeniería SAC)



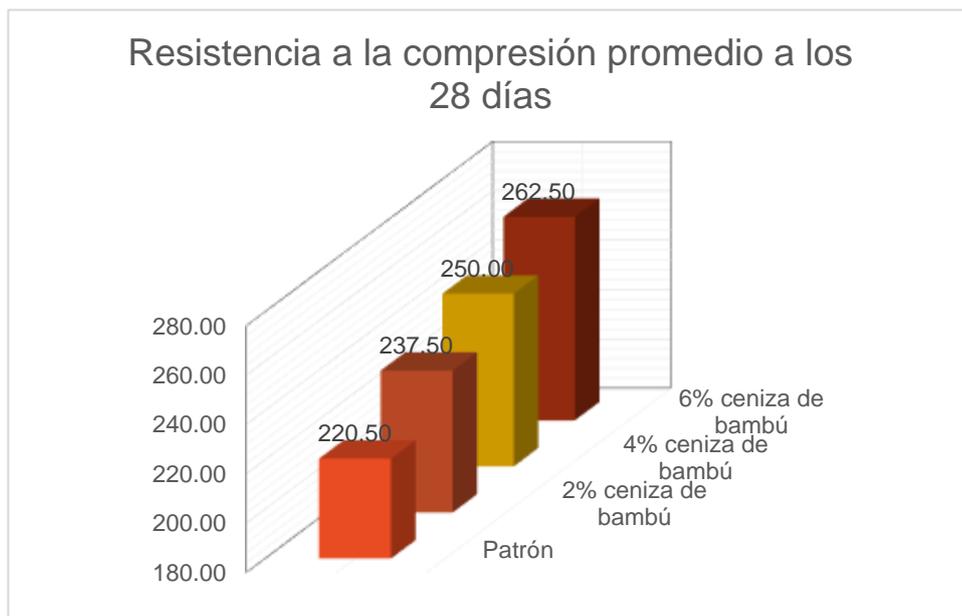
**Figura 5.** Resistencia promedio a los 14 días

**Tabla 11.**

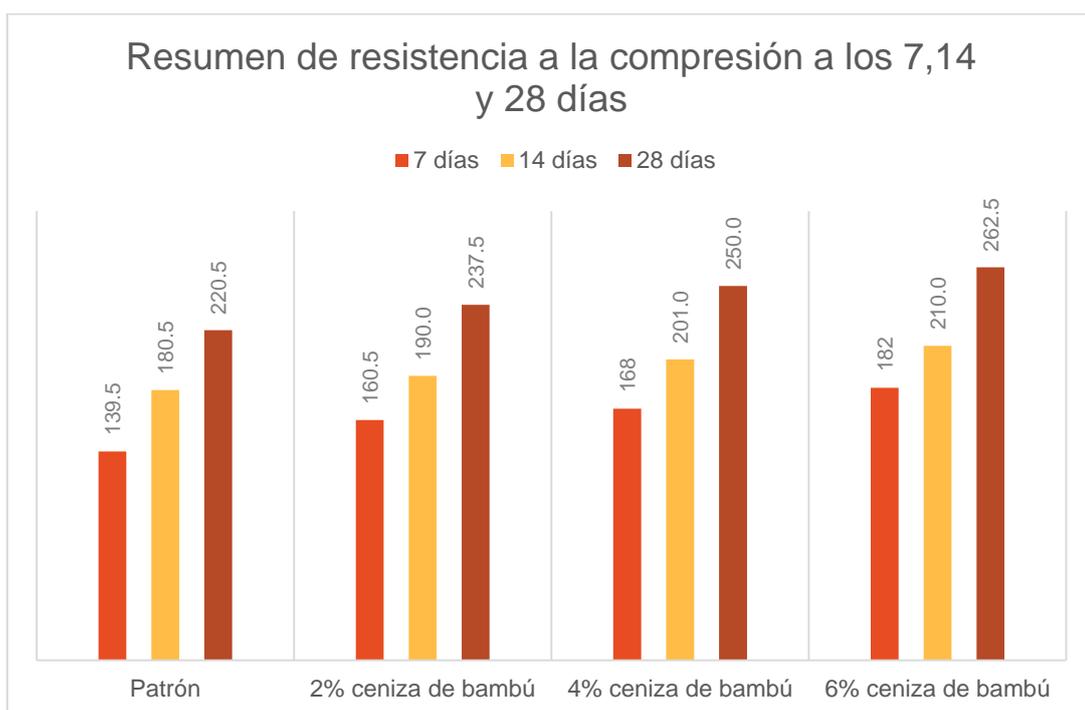
*Resistencia a la compresión a los 28 días*

MUESTRA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIN CORREGIR (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28	18.138	221.0	221.0	220.50
Patrón	28	18.151	220.4	220.0	
2% ceniza de bambú	28	19.351	235.4	235.0	237.50
2% ceniza de bambú	28	19.384	240.0	240.0	
4% ceniza de bambú	28	20.292	255.3	255.0	250.00
4% ceniza de bambú	28	19.578	245.3	245.0	
6% ceniza de bambú	28	20.547	260.0	260.0	262.50
6% ceniza de bambú	28	21.006	264.8	265.0	

Fuente: Elaboración propia (Ensayo realizado en Peinsac Ingeniería SAC)



**Figura 6.** Resistencia promedio a los 28 días



**Figura 7.** Resumen de resistencia promedio a los 7, 14 y 28 días

En las Tablas 8, 9 y 10 se exponen las resistencias promedio alcanzadas (3 probetas por edad) en cada diseño de mezcla trabajado, en las que se destaca que el resultado de las muestras patrón es inferior a todas las muestras modificadas con la adición de la ceniza de bambú. En la Figura N°7 se presencia cómo se incrementa linealmente las resistencias a la compresión de cada mezcla

en las edades determinadas según reglamento ACI (7, 14 y 28 días), alcanzando su máxima resistencia a los 28 días de ser elaborados, donde también se visualiza que las muestras con la incorporación del 6% de bambú llegan a alcanzar hasta 262 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia con cargas de rotura entre 20-21kg, mientras que el concreto patrón solo llega a 139.5 kg/cm<sup>2</sup> con cargas de roturas de 18kg.

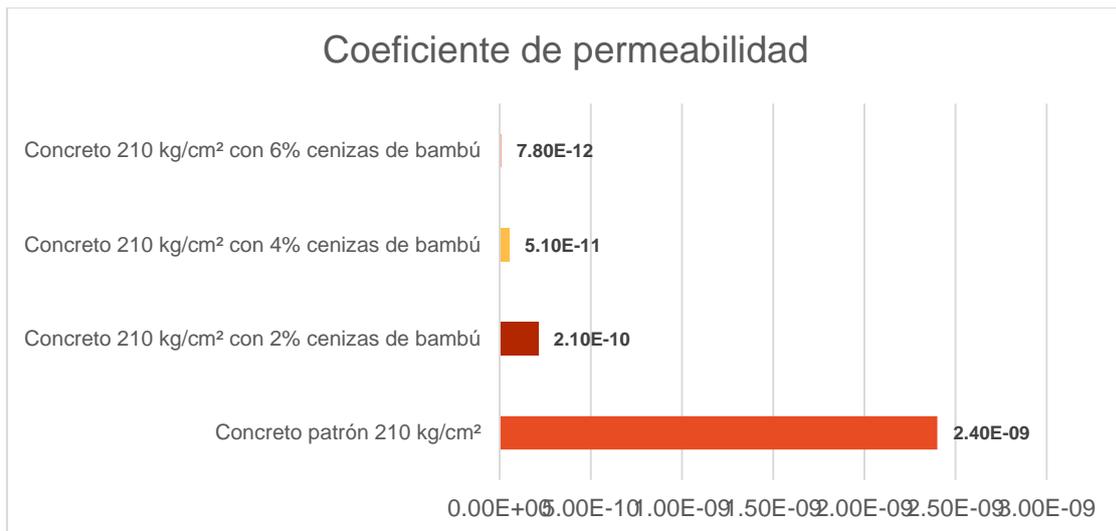
**Objetivo específico 3: Identificar el efecto que producirá la incorporación de cenizas de bambú en la permeabilidad del concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021**

En las siguientes gráficas se muestran los valores resultantes de la aplicación del ensayo de permeabilidad (Método de la canastilla) con muestras de los 4 diseños de mezclas planteados, a los 28 días de ser curados.

**Tabla 12.**  
*Permeabilidad del concreto a los 28 días*

	NTC 4483-ASTM C462		
	Absorción después de saturación (%)	Absorción después de saturación y ebullición (%)	Coefficiente de permeabilidad K (m/s)
Concreto patrón 210 kg/cm <sup>2</sup>	1.0	0.9	2.40E-09
Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 2% cenizas de bambú	0.9	0.8	2.10E-10
Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 4% cenizas de bambú	0.7	0.8	5.10E-11
Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 6% cenizas de bambú	0.5	0.7	7.80E-12

Fuente: Elaboración propia (Ensayo realizado en Peinsac Ingeniería SAC)



**Figura 8.** Coeficiente de permeabilidad K a los 28 días

En la Tabla N°11 y Figura N°5 se observan los valores k de permeabilidad que se obtuvieron al incorporar el aditivo; cuando se adiciona un 2% de ceniza de bambú se obtiene que el valor disminuye a 2.1 E-10, al adicionar un 4% el valor se reduce a 5.1E-11 y finalmente cuando se hizo la adición del 6% del aditivo se obtuvo el valor de 7.8E-12; logrando así visualizar que a mayor sea la incorporación del aditivo en el diseño de mezcla del concreto existe una decadencia de permeabilidad.

## V. DISCUSIÓN

Entre las principales fortalezas de la investigación se destaca que la guía metodológica de fuentes de información sirvió como base de elección para las dosificaciones a trabajar en los diseños de mezcla con el aditivo propuesto, lo que refuerza y brinda mayor confiabilidad a los resultados encontrados. Además, al emplear la metodología de tipo experimental en un laboratorio certificado y especializado en el manejo de ensayos para concretos (con máquinas y equipos calibrados) se logró conseguir datos certeros y de baja variabilidad entre ellos. Entre las debilidades focalizadas se presenció que al contar con pocas fuentes de información relacionadas al desempeño de permeabilidad de concretos con este aditivo (ceniza de bambú), por lo que no se especificó claramente si esta propiedad se incrementaría o disminuiría con su adicción, consiguiendo al final que se encontraron resultados opuestos a los esperados, pero que de igual manera son aplicables a otro tipo de estructuras que las planteadas.

En relación a los resultados hallados, a continuación, estos son descritos y comparados con los antecedentes trabajados previamente en el marco teórico, además son de acuerdo a los objetivos de investigación propuestos, con el fin de determinar si estos coinciden o difieren entre ellos para sustentar su viabilidad y confiabilidad para su futura aplicación en investigaciones, ensayos y obras civiles.

### **Objetivo específico 1: Evaluar la medida de la incorporación de cenizas de bambú en el diseño de mezcla de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021.**

Según Jiménez (2021), se menciona que para el diseño de mezcla asfáltica con la adición del 1%, 0.5% y 0.1% de la ceniza de bambú en su dosificación, se realizaron pruebas de caracterización (tipo de asfalto, tamaño máximo nominal y granulometría) con el fin de evaluar los parámetros volumétricos de la mezcla. En los resultados del antecedente se apreció que, a mayor cantidad del aditivo, el porcentaje de vacíos aumenta y la mezcla se vuelve más densa, en el caso del 1% llegó a 2.3 de porcentaje de vacíos. En la presente indagación se realizó una adición de 2%, 4% y 6% de bambú, donde en el mayor porcentaje se obtuvo el valor de 2.5 de contenido de vacíos y que el patrón solo presentaba un valor

de 1.8. Comparando ambas investigaciones se coincide con el autor ya que se visualiza que a mayor sea la proporción de adición del aditivo se obtendrá un diseño de mezcla más trabajable para distintas estructuras ha proponerse en el campo ingenieril.

Además, según los reportes de Cardona (2013) que empleó las cenizas de hojas de bambú como material puzolánico en el mortero después de pasar por procesos de prequemado, ingreso al horno, molienda, y análisis de su composición química y principales minerales. Al realizar el tamizado del material de mezcla se expone que se retuvo en la malla 400 y pasando hasta la malla de 325, obteniendo finalmente un material óptimo para su caracterización mecánica en los concretos, ya que este brinda propiedades de mayor densidad a la mezcla. Estos datos coinciden con los resultados encontrados en los distintos diseños de mezclas trabajados en la presente investigación, ya que se demostró que al trabajar con las cenizas de bambú en cantidades del 2%, 4% y 6%, el peso específico de las mezclas aumenta positivamente, lo que la volvió más trabajable y densa.

**Objetivo específico 2: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto poroso con la incorporación de cenizas de bambú para un pavimento rígido - Cusco 2021.**

De acuerdo con Lazaro et. al. (2016), la resistencia que tiene el suelo permite la determinación de las cargas que soporta la subrasante ante las cargas de dial, determinándolo por medio del ensayo del CBR, el cual se considera un mecanismo rápido en la comparación de las bases locales y el material de la subbase para el reforzamiento de la subrasante. En su investigación tuvo las adiciones de 5%, 7.5% y 10% de ceniza de bambú, logrando obtener 258.5 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión al añadirle el 10%; mientras que en la actual indagación se utilizaron porcentajes de 2%, 4% y 6%, obteniendo el valor de 262.50 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en la adición del 6%. Comparando ambas investigaciones se coincide con el autor porque se visualiza que a mayor sea la proporción de adición del aditivo se obtendrá una mejor resistencia a la compresión, demostrando la optimización mecánica al utilizar la fibra, permitiendo a la vez que el suelo incremente su resistencia de carga y capacidad

de soporte, considerándolo una alternativa confiable y válida a emplear en distintos escenarios.

Por otro lado, según Rojas y Vázquez (2019), que trabajó con la combinación de las fibras de bambú y aserrín en los distintos porcentajes para el diseño de mezcla, logró determinar que, a pesar de manejar un menor porcentaje de aditivo de bambú, con la combinación de un aditivo extra se logra aumentar la resistencia a la compresión de las muestras(planchas) llegando hasta 32.62 kg/cm<sup>2</sup>. Estos datos contrastan positivamente con los resultados de la investigación, ya que la resistencia a la compresión aumenta en comparación a los elementos convencionales que no emplean este aditivo, infiriendo además que también se puede trabajar con menor valores de bambú, pero incorporando un nuevo aditivo que lo complemente en su mezcla o dosificación para aplicarlo en distintos elementos estructurales de una construcción determinada.

### **Objetivo específico 3: Identificar el efecto que producirá la incorporación de cenizas de bambú en la permeabilidad del concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021**

Según Castañeda y Moujir (2016), mencionan que los concretos permeables son estructuras de la caracterización de la permeabilidad y resistencia que afectan de manera positiva. Con respecto al ensayo de permeabilidad en su investigación se tuvo mayor valor en el agregado de 3/8" generando resultados positivos en su aplicación, ya que más permeable sea el terreno, contara con mayor filtración; transmitiendo el aire y agua. En la presente investigación al adicionar los porcentajes de ceniza de bambú se obtuvo que al añadir un 6% el valor obtenido fue de 7.8 E-12 logrando así visualizar que a mayor sea la incorporación del aditivo en el diseño de mezcla del concreto existe una disminución de la permeabilidad, lo que implica que este tipo de concreto modificado podría ser empleado en otro tipo de estructuras que requieran cierto grado de impermeabilidad.

El resultado de permeabilidad coincide con algunas de los antecedentes previos, como el de Jiménez (2021) que al inferir que se obtiene un mayor porcentaje de vacíos en las mezclas modificadas con este aditivo provoca a la vez que las propiedades de permeabilidad se reduzcan, y volviéndolo más trabajable y denso ante su contacto con el agua.

Finalmente, con los resultados e interpretación de ellos se infiere que la presente investigación es de gran relevancia dentro del campo de la ingeniería enfocada al diseño de concretos impermeables, para su aplicación en distintas obras que satisfagan las necesidades de una población determinada, incluso reduciendo los costos elevados de ellos. Además, se comprende que la investigación servirá de guía y fuente metodológica para futuros investigadores interesados en aplicar este aditivo natural en el concreto para múltiples fines, ya que se reconoció los porcentajes de adición recomendados para lograr un mejor desempeño mecánico en su aplicación.

## VI. CONCLUSIONES

**Primero:** En conclusión, con referencia al primer objetivo según los resultados obtenidos por medio de los ensayos del diseño de mezcla de un concreto poroso se demostró que al adicionarle un 6% de ceniza de bambú se obtuvo un incremento de 2.55. Los cuales fueron aplicados en el pavimento rígido para garantizar que el tránsito sea más liviano y no congestionable, mejorando así los procesos de infiltración en el departamento de Cusco, 2021.

**Segundo:** Referente al ensayo de la resistencia a la compresión se obtuvo como resultado que al añadir un 6% del aditivo ceniza de bambú se tuvo el valor superior de 262.50 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que, con este tipo de aditivo permitió que el suelo incrementara su resistencia de carga y capacidad de soporte, considerándolo una alternativa confiable para mejorar la resistencia de los suelos.

**Tercero:** Con referencia a los resultados de los ensayos de permeabilidad del concreto poroso, al incrementar la dosificación del 6% se obtuvo el valor de 7.8 E-12. Concluyendo que a mayor sea el porcentaje de adición en el pavimento rígido existe una mayor impermeabilidad, logrando así impedir transmitir el agua por la estructura interna del concreto para no perjudicar sus demás propiedades físicas y mecánicas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En primer lugar, para las futuras investigaciones es recomendable continuar con este tipo de indagaciones para los diferentes tipos de pavimentos rígidos expuestos a otro tipo de ambientes, estudiando sus comportamientos mecánicos para obtener adecuadas resistencias y cumpliendo con lo señalado en la norma técnica vigente, también trabajar con el aditivo ceniza de bambú en distintas cantidades ya que queda señalado su efectividad en otras investigaciones y teniendo en cuenta su contribución en el cuidado del medio ambiente.

Además, en la indagación se usaron porcentajes de dosificación desde el 2% hasta el 6% de ceniza de bambú logrando obtener apropiados resultados; por ello se sugiere que en las próximas indagaciones se adicione porcentajes mayores del 6% para comprobar su comportamiento en el pavimento rígido, según lo estipulado en la norma técnica.

Aparte de ello, también es recomendable el uso de diferentes aditivos naturales como por ejemplo en este caso se utilizó la ceniza de bambú ya que se contribuye con el cuidado del medio ambiente, ya que es un problema crucial actualmente de forma nacional e internacional.

## REFERENCIAS

- ACUÑA, Jersen y ACUÑA, Brayam. Evaluación, Comparación y Diseño de Pavimento Rígido Convencional y con la Adición de Fibra de Acero Mediante la Guía de la Aashto 93 y la Guía de la Portland Cement Association (PCA) Aplicado a La Av. La Florida y Pasajes Aledaños, en el Distrito de San Jerónimo – Cusco. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2019. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9090>
- ANTE emergencia vial proponen implementar el hormigonado. Recursos internet. Paraguay: La Nación, 2021. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2021]. Disponible en: [https://www.lanacion.com.py/negocios\\_edicion\\_impresa/2021/02/06/ante-emergencia-vial-proponen-implementar-el-hormigonado/](https://www.lanacion.com.py/negocios_edicion_impresa/2021/02/06/ante-emergencia-vial-proponen-implementar-el-hormigonado/)
- AÑAZCO, Mario. Estudio de vulnerabilidad del Bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte del Perú. Inbar (2018). Recuperado de: [https://www.usmp.edu.pe/centro\\_bambu\\_peru/pdf/Estudio\\_de\\_vulnerabilidad\\_del\\_bambu.pdf](https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Estudio_de_vulnerabilidad_del_bambu.pdf)
- ARIAS, Fidias. Metodología de la investigación en las ciencias aplicadas al deporte: un enfoque cuantitativo. *Revista Digital EFDeportes*, 2011, vol. 16, no 157.
- BACILIO, Gean y MÉNDEZ, Ricardo. Evaluación del concreto permeable para su uso como pavimento rígido en la ciudad de Trujillo. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50724/Bacilio\\_AGP-M%c3%a9ndez\\_MRR-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50724/Bacilio_AGP-M%c3%a9ndez_MRR-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- BAMBUCYT: Bambú para la ciencia, innovación y tecnología [en línea]. Lima: Circulo de Investigación del Bambú, 2018 [Fecha de consulta: 8 de octubre 2021]. Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/SEGUNDA\\_EDICION\\_REVISTA\\_BAMBUCYT.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/SEGUNDA_EDICION_REVISTA_BAMBUCYT.pdf)

ISSN: 2663-0095

BASTOS, Cristiane, GUEDES, Joao y ROCHA, Pedro. CONSTRUÇÕES COM BAMBU. Rio de Janeiro: TEC-USU [en línea]. Julio-diciembre 2018. [Fecha de consulta: 25 de setiembre 2021]. Disponible en: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/460/360>

BRAGANCA, Luis, SEGARRA, Merce y TORRES, Bismark. El bambú como alternativa de construcción sostenible. EXTENSIONISMO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA - CLAVES PARA EL DESARROLLO [en línea]. 2019, vol.5. [Fecha de consulta: 25 de setiembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/article/download/3787/3414>

BRICEÑO, Johannes. Propiedades físicas y mecánicas de los elementos del pavimento. Perú: 2017. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/13941225/>

CAÑAS, Luz, TABORDA, July y TRISTANCHO, José. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de la resina poliéster reforzada con fibra de bambú, como material sustituto de la fibra de vidrio. Revista DYNA [en línea]. Setiembre 2017, vol.84, n°202. [Fecha de consulta: 25 de setiembre 2021]. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/57334/62390>

ISSN: 0012-7353.

CARDONA, David. Caracterización de la ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto. Tesis (Título de Maestro en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Eafit, 2017.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47250121.pdf>

CASTAÑEDA, Luis y MOUJIR, Yalil. Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. Tesis (Proyecto de grado en Ingeniería Civil). Colombia: Pontifica Universidad Javeriana, 2016. Disponible en: [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o\\_aplicacion\\_concreto.pdf?sequence=1](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_aplicacion_concreto.pdf?sequence=1)

- CASTILLO, J. y COSTA, A. (2012). Características físicas de materiales absorbentes sonoros porosos. *Cátedra Fundamentos de Acústica y Electroacústica, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*. Disponible en:  
<https://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacustica yelectroacustica/pub/file/FAyE0412E1-Castillo-Costa.pdf>
- DETWILER, Rachel J. (2016), "Controlling the Strength Gain of Fly Ash Concrete at Low Temperature". Concrete Technology Today, CT003, Portland Cement Association, pág. 3 a 5. Fatitis A.; Shah, S.P. (1985), "Lateral reinforcement for high strength concrete columns". ACI. SP87, High Strength Concrete, Editor: H.G. Russell, pp. 213-232.
- DÍAZ, Anjhela y VÁSQUEZ, Miler. Diseño de un concreto poroso aplicado en pavimentos rígidos con fines de mejorar el proceso de infiltración en Soritor, 2019. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48664/D%3adaz\\_VAG-V%3a1squez\\_SMJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48664/D%3adaz_VAG-V%3a1squez_SMJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ESPINOZA, G. y TRINIDAD, D. (2021). Efectos de la Escoria de Fundición como Agregado Fino en el Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto.
- PAITÁN, H., et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U, 2014.
- PRIALÉ, B. Diseño Estructural De Pavimento Rígido Con Concreto Poroso Para Mejora De Drenaje Pluvial Del Estacionamiento De La UCV – Filial Piura. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49552/Prialé\\_RBM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49552/Prialé_RBM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- GONZÁLES, J. y TÚLLUME, D. (2015). Diseño de mezclas de concreto poroso para pavimentos de tránsito liviano. Disponible en:  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11249/1/2019\\_dise%C3%B1o\\_mezcla\\_concreto.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11249/1/2019_dise%C3%B1o_mezcla_concreto.pdf)

- JIMÉNEZ, Angie. Análisis del desempeño de una mezcla asfáltica con fibra de bambú. Tesis (Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2019. Disponible en: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12221/TFG\\_Angie\\_Jim%c3%a9nez\\_Loria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12221/TFG_Angie_Jim%c3%a9nez_Loria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- JIMÉNEZ, Angie. Análisis del desempeño mecánico de una mezcla asfáltica modificada con fibra de bambú. Revista Infraestructura Vial / Lanamme. UCR, 23 (42): 44-52, 2021. ISSN: 2215-3705
- LAZARO, Karen, GONZALES, Héctor y CARDENAS, Aldo. Propiedades mecánicas del material compuesto elaborado con bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) y polipropileno. Rev. mex. de cienc. forestales [en línea]. 2016, vol.7, n°.38 [Fecha de consulta: 25 de setiembre 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v7n38/2007-1132-remcf-7-38-00095.pdf>
- ISSN: 2007-1132.
- LAU, Hugo. Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, Lima – 2019. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51498/Lau\\_MHG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51498/Lau_MHG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MALDONADO, Leonardo. Pavimento: Tipos, propiedades, características y usos. Perú: Lima, (2020). Disponible en: <https://geologiaweb.com/materiales/pavimento/>
- MINAYA, Leoncio. Efectos de las cenizas de hojas secas de bambú en la resistencia de ladrillos de concreto Tesis (Optar el Grado Académico de Maestro de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN). Perú: Universidad San Pedro, 2018. Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/4347/Tesis\\_55514.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/4347/Tesis_55514.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MEDIAVILLA, Mauro; CALERO, Jorge. Metodología para la evaluación de impacto de las políticas públicas educativas a través del diseño cuasi-experimental. *Lecturas sobre economía de la educación: homenaje a María Jesús San Segundo*, 2011.

NUEVA tecnología para evaluar pavimentos rígidos. Recursos internet. Costa Rica: DICYT, 2020. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://www.dicyt.com/noticias/nueva-tecnologia-para-evaluar-pavimentos-rigidos>

OBTIENEN un nuevo tipo de hormigón con residuos de caña de azúcar. Recursos internet. España: Residuos profesional, 2015. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/hormigon-residuos-cana-azucar/>

PROYECTO de Ley N°27867. El Congreso, Lima, Perú, 16 de mayo de 2003.

Disponible en: <https://www2.congreso.gob.pe/sicr/tradocestproc/clproley2001.nsf/0/a129678c75d47e0305256d28007c32c4?OpenDocument&Click=>

PRIALÉ, Bryan. Diseño Estructural De Pavimento Rígido Con Concreto Poroso Para Mejora De Drenaje Pluvial Del Estacionamiento De La UCV – Filial Piura. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49552/Prial\\_e\\_RBM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49552/Prial_e_RBM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

REGUANT, M., y MARTÍNEZ, F. (2014). Operacionalización de conceptos/variables. Disponible en

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repositorio.pdf>

ROJAS, Jorge y VÁSQUEZ, Jarderson. Comportamiento mecánico de las planchas de fibras de bambú y aserrín sometidas al esfuerzo a compresión y flexión, Moyobamba, 2019. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50403>

SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, L. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. *RH Sampieri, Metodología de la Investigación*, 2014.

SEGURA, M. y FAP, J. (2015). Operacionalización de variables. *Recuperado de: <http://bvvsper.paho.org/videosdigitales/matedu/2012investigacionsalud/26, 20>*.

SEGURA (2018). Control de calidad de biocarbón para la producción de Terra Preta. Disponible en: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10315/control\\_calidad\\_biocarb%C3%B3n\\_producci%C3%B3n\\_terra\\_preta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10315/control_calidad_biocarb%C3%B3n_producci%C3%B3n_terra_preta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SANTOS, David y SOLARTE, Norma. Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico para pavimento rígido con la inclusión del hormigón asfáltico recuperado tipo "rap". Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. (2017). ISSN: 2344-8652. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/investigacion-e-innovacion-en-ingenierias/articulo/evaluacion-de-las-propiedades-mecanicas-de-una-mezcla-de-concreto-hidraulico-para-pavimento-rigido-con-la-inclusion-de-hormigon-asfaltico-recuperado-tipo-rap>

TORO, F. (2007). *Costos y presupuestos con base en tareas*. Lulu. com.

TOXEMENT. Concreto poroso o concreto permeable. Colombia, 2017. Disponible en: [https://www.toxement.com.co/media/3812/concreto\\_poroso.pdf](https://www.toxement.com.co/media/3812/concreto_poroso.pdf)

VÉLEZ, L. M. (2010). Permeabilidad y porosidad en concreto. *TecnoLógicas*. Disponible en: <https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/869/131-Manuscrito-245-1-10-20170208.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VANEGAS, J. (2020). *Permeabilidad, comercio y vivienda: un solo concepto* (Bachelor's thesis, Uniandes). Disponible en [https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/42633/Fernandez\\_et\\_al\\_2016\\_](https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/42633/Fernandez_et_al_2016_)

Conceptos\_permeabilidad\_porosidad\_futuros\_profesores\_ciencias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VEIGA DE CABO, Jorge, et al. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y seguridad del trabajo*, 2008, vol. 54, no 210, p. 81-88.

VILLANUEVA, K. (2020). Influencia de diferentes porcentajes del agregado fino en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, en Trujillo 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24085/Villanueva%20Quispe%20Kenhy%20Johel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable Independiente: Ceniza de bambú</b>	Dosificación	2.00%	Ficha de recopilación de datos
¿Qué efectos producirá la incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso para mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido- Cusco 2021?	Analizar si la incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso mejora las propiedades mecánicas de un pavimento rígido - Cusco 2021.	La incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso mejora las propiedades mecánicas de un pavimento rígido - Cusco 2021.			4.00%	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>			6.00%	
¿En qué medida será la incorporación de cenizas de bambú en el diseño de mezcla de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021?	Evaluar la medida de la incorporación de cenizas de bambú en el diseño de mezcla de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021	La medida precisa de incorporación de cenizas de bambú mejora el diseño de mezcla del concreto poroso para un pavimento rígido - Cusco 2021			Agregados	
			Pesos específicos (kg/m <sup>3</sup> )			
			Pesos unitarios (kg/m <sup>3</sup> )			
			Contenido de Humedad (%)			
					Contenido de Absorción (%)	
¿Qué efectos producirá la incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso para mejorar la resistencia a la flexión en un pavimento rígido - Cusco 2021?	Determinar la resistencia a la compresión de un concreto poroso con la incorporación de cenizas de bambú para un pavimento rígido - Cusco 2021	La incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso mejora la resistencia a la compresión de un pavimento rígido - Cusco 2021	<b>Variable dependiente: Propiedades mecánicas de un concreto poroso</b>	Resistencia a la compresión	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de datos del ensayo de compresión de acuerdo ASTM C39 o NTP 339.034
¿Qué efectos producirá la incorporación de cenizas de bambú en la permeabilidad de un concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021?	Identificar el efecto que producirá la incorporación de cenizas de bambú en la permeabilidad del concreto poroso para mejorar un pavimento rígido - Cusco 2021	La incorporación de cenizas de bambú en un concreto poroso mejora la permeabilidad de un pavimento rígido - Cusco 2021		Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Ficha de datos del Método de la canastilla (ASTM C-642)

## Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Variable Independiente: Ceniza de bambú</b>	<p>Algunos científicos como Villar (2010) y Singh et al (2007) han realizado estudios de la ceniza de la hoja de bambú como un posible material puzolánico para la elaboración de concretos de alta resistencia. Sin embargo, a la fecha el autor de este trabajo desconoce que en Colombia se haya estudiado el uso potencial de este producto. Por lo tanto, el alcance principal de este proyecto consiste en lograr la caracterización de la ceniza de la hoja de bambú para verificar su uso como material puzolánico, ya sea como adición o llenante dentro de la mezcla de morteros y/o concretos. Los resultados de la caracterización química y física de la ceniza de la hoja de bambú podrían ser de interés para los sectores de la industria del cemento, productores de concreto y cultivadores de bambú como tal; generando una nueva industria que involucre el aprovechamiento de la hoja, la cual hoy se considera como material de desecho o incluso es usada como abono orgánico en los campos de siembra de guadua y bambú.</p>	<p>La aplicación de la ceniza de bambú tiene como dimensiones las características de los materiales, las propiedades del agregado fino y sus respectivas dosificaciones.</p>	<p>Dosificación</p>	2.00%	<p>Ficha de recopilación de datos</p>
				4.00%	
				6.00%	
<b>Variable dependiente: Concreto poroso para pavimento rígido</b>	<p>El factor sustancial en el cual se puede determinar la adaptación del material específico en una función específica. Las propiedades son medidas por distintos ensayos en laboratorios para un eficiente resultado (Newell, 2016, 134pp). Propiedades y características de un buen pavimento A continuación se lista las propiedades y características que debe tener un buen pavimento en la industria de la construcción e ingeniería. Con el objetivo de distribuir adecuadamente las cargas y tensiones que se genera en el suelo y en el pavimento debe tener un espesor adecuado. Debe ser estructuralmente fuerte para resistir todo tipo de tensiones que se le impongan. Para evitar el derrape de los vehículos, debe tener un coeficiente de fricción suficiente. Debe tener una superficie lisa y nivelada que ofrezca comodidad a los usuarios de la carretera incluso a alta velocidad. Asegura menos ruido cuando el vehículo se mueve sobre él. Debe ser a prueba de polvo para que no haya peligro para la seguridad del tráfico. Debe proporcionar una superficie impermeable, de modo que el suelo de la subrasante esté bien protegido, y debe ofrecer un mantenimiento mínimo y una vida útil prolongada.</p>	<p>El concreto poroso para el pavimento rígido tendrá como dimensiones el diseño de mezcla del concreto poroso, la resistencia a la compresión y la permeabilidad.</p>	<p>Diseño de mezcla del concreto poroso</p>	Agregados	<p>Ficha de datos de ensayos físicos de los materiales</p>
				Pesos específicos (kg/m <sup>3</sup> )	
				Pesos unitarios (kg/m <sup>3</sup> )	
				Contenido de Humedad (%)	
				Contenido de Absorción (%)	
			Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )		
			Resistencia a la compresión	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de datos del ensayo de compresión de acuerdo ASTM C39 o NTP 339.034
Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Ficha de datos del Método de la canastilla (ASTM C-642)			

## Anexo 3. Certificados de ensayos



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : MARY LIZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 102-2022/LAB\_PEINSAC

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCIÓN : .....

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 20 de Diciembre del 2021 UBICACIÓN : Provincia de Lima Perú

REFERENCIAS DE DISEÑO : CEMENTO PORTLAND  
 METODO DISEÑO : ACI (COMITÉ 211) MARCA : SOL  
 RESISTENCIA F<sub>c</sub> : 210 Kg/cm<sup>2</sup> a 28 días de edad TIPO : F  
 TIPO DE ESTRUCTURA : Diversas estructuras PESO ESPECIFICO : 3.11 g/cm<sup>3</sup>  
 ASENTAMIENTO (SLUMP) : 4.0 pulg ASENTAMIENTO OBTENIDO : ..  
 RELACIÓN A/C : 0.558 FACTOR CEMENTO : 8.13 bolsas/m<sup>3</sup>  
 AGREGADOS : GRUESO : Piedra Chancada T.M.: 1" FINO : Arena Gruesa

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECIFICO BULK BASE SECA (g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)		2.735	2.807
II PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)		1590	1626
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)		1712	1705
IV ABSORCIÓN (%) (ASTM C-127/C-128)		0.42	0.28
V CONTENIDO DE HUMEDAD (%) (ASTM C-558)		4.90	0.10
VI MÓDULO DE FINESA (ASTM C-125)		2.82	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (Pulg.)			1

#### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

##### VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 kg	1
AGREGADO FINO	752.4 kg	2.18
AGREGADO GRUESO	1130.9 kg	3.30
AGUA	193.0 Litros	23.73 (litros/bol.)

##### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 Kg	1
AGREGADO FINO	726.3 Kg	2.28
AGREGADO GRUESO	1140.1 Kg	3.30
AGUA	191.3 Litros	19.84 (litros/bol.)

OBSERVACIONES :  
 - El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.  
 - Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandará que se realice un nuevo diseño.  
 - Se recomienda el uso de aditivo plastificante-retardante en el presente diseño con fines de trabajabilidad de la mezcla en obra.

RECOMENDACIONES :  
 - El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 20 de Abril del 2022  
 El suscrito asume toda la responsabilidad técnica de la información contenida en este documento.



INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHARA VERDE  
 CIP 269063

Tec: J.F.R.  
 Rev: S.C.S.

INFORME DE ENSAYO



**PEINSAC**  
Ingenieros de Calidad

SOLICITANTE:	WARY LUZ SACA ROJAS	EXPEDIENTE:	
PROYECTO:	INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS -CUSCO 2021	DIRECCION:	
FECHA DE RECEPCION:	Lima, 20 de Diciembre del 2021	UBICACION:	Provincia de Lima/Peru
REFERENCIAS DE DISEÑO:		CEMENTO PORTLAND:	
MÉTODO DISEÑO:	ACI (COMITÉ 211)	MARCA:	SOL
RESISTENCIA f'c:	210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO:	I
TIPO DE ESTRUCTURA:	Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO:	3.11 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP):	4.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO:	-
RELACION A/C:	0.558	FACTOR CEMENTO:	6.13 bolsas/m <sup>3</sup>
AGREGADOS:		GRUPO:	
GRUPO:	Pedra Chancada T.M.: 1"	FINO:	Arme Gruesa

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127C-128)	2.726	2.807
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1590	1626
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1712	1705
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127C-128)	0.42	0.28
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-96)	4.90	0.10
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.82	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		1

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 kg	1
AGREGADO FINO	752.4 kg	2.16
AGREGADO GRUESO	1130.9 kg	3.30
AGUA	193.0 Litros	23.73 (litros/bols.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 Kg	1
AGREGADO FINO	789.3 Kg	2.28
AGREGADO GRUESO	1140.1 Kg	3.30
AGUA	161.3 Litros	19.84 (litros/bols.)
Ceniza de Bambu	6.91 Kg	0.85

OBSERVACIONES :

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandará que se realice un nuevo diseño.
- Se recomienda el uso de aditivo plastificante retardante en el presente diseño con fines de trabajabilidad de la mezcla en obra.

RECOMENDACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíe.



Lima, 22 de Abril del 2022

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

INGENIERO CIVIL  
CLESON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269003

Sec.: J.P.R.  
Rev.: E.C.S.

# INFORME DE ENSAYO



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

SOLICITANTE	MARY LUZ SACA ROJAS	EXPEDIENTE	
PROYECTO	INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021	DIRECCIÓN	
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 20 de Diciembre del 2021	UBICACIÓN	Provincia de Lima, Perú
<b>REFERENCIAS DE DISEÑO</b>		<b>CEMENTO PORTLAND</b>	
MÉTODO DISEÑO	ACI (COMITÉ 211)	MARCA	SOL
RESISTENCIA f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	I
TIPO DE ESTRUCTURA	Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	3.11 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	4.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	
RELACIÓN A/C	0.558	FACTOR CEMENTO	8.13 bolsas/m <sup>3</sup>
AGREGADOS		GRUESO	Piedra Chancada T.M.: 1"
		FINO	Arena Gruesa

## CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)	2.735	2.807
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1590	1626
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1712	1705
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	0.42	0.28
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	4.90	0.10
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.82	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		1

## DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

### VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 kg	1
AGREGADO FINO	752.4 kg	2.18
AGREGADO GRUESO	1138.9 kg	3.30
AGUA	193.0 Litros	23.73 (litros/bol.)

### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 Kg	1
AGREGADO FINO	789.3 Kg	2.28
AGREGADO GRUESO	1140.1 Kg	3.30
AGUA	161.3 Litros	19.84 (litros/bol.)
Ceniza de Bambú	13.83 Kg	1.70

### OBSERVACIONES :

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandara que se realice un nuevo diseño.
- Se recomienda el uso de aditivo plastificante-retardante en el presente diseño con fines de trabajabilidad de la mezcla en obra.

### RECOMENDACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varien.

Fecha de emisión

Lima, 22 de Abril del 2022

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



*Cleison*

INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

Tec: J.F.R

Rev: E.C.S

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Telf.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com

# INFORME DE ENSAYO



# PEINSAC

Ingeniería y Calidad

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE :  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE GENZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS FAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCIÓN :  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 20 de Diciembre del 2021 UBICACIÓN : Provincia de Lima/Parí  
 REFERENCIAS DE DISEÑO : CEMENTO PORTLAND  
 METODO DISEÑO : ACI (COMITÉ 211) MARCA : SOL  
 RESISTENCIA f'c : 210 Kg/cm<sup>2</sup> a 28 días de edad TIPO : I  
 TIPO DE ESTRUCTURA : Diversas estructuras PESO ESPECÍFICO : 3.11 g/cm<sup>3</sup>  
 ASENTAMIENTO (BUMP) : 4.0 pulg ASENTAMIENTO OBTENIDO : -  
 RELACIÓN A/C : 0.558 FACTOR CEMENTO : 6.13 bolsas/m<sup>3</sup>  
 AGREGADOS : Piedra Chancada T.M.: 1" FINO : Arena Gruesa

## CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)	2.736	2.807
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1590	1626
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1712	1705
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	0.42	0.28
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	4.50	0.10
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-135)	2.82	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg)		1

## DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

### VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 kg	1
AGREGADO FINO	752.4 kg	2.06
AGREGADO GRUESO	1136.9 kg	3.04
AGUA	193.0 Litros	23.73 (litros/bol.)

### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
	EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 kg	1
AGREGADO FINO	789.3 kg	2.26
AGREGADO GRUESO	1140.1 kg	3.04
AGUA	161.3 Litros	19.84 (litros/bol.)
Cariza de Bambu	20.74 kg	2.35

#### OBSERVACIONES :

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandará que se realice un nuevo diseño.
- Se recomienda el uso de aditivo plastificante-retardante en el presente diseño con fines de trabajabilidad de la mezcla en obra.

#### RECOMENDACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 22 de Abril del 2022

El solicitante asegura la exactitud y veracidad de la información contenida en este documento.



Tec. J.F.R.  
 Rev. B.C.S.

INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
 DIRECCIÓN :  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 EXPEDIENTE : 102-3022PEINSAC  
 FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
 UBICACION : PROVINCIA CUSCO  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO  
 DESCRIPCION : ARENA NATURAL  
 PRESENTACION : 01 Bacos de polietileno  
 CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 215**      **MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	75	245
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	335.8	303.1
Peso cápsula + suelo seco (g)	323.4	291.9
Peso del Agua (g)	12.4	11.2
Peso de la cápsula (g)	65.2	67.7
Peso del suelo seco (g)	258.2	224.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.80	5.00
	<b>4.9</b>	

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.

Fecha de emisión : Lima 26 de Abril del 2022

El emisor es responsable de la veracidad de la información contenida en este documento.

Tel.: 011- 6594730  
 Fax: 011- 974125838

Hemos Colgado - 199001

Hemos Colgado - 199002

Hemos Colgado - 199003



*Cleison*  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

Laboratorio Geotécnico



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 102-2022/PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS -CUSCO 2021 UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 110, MTC E 111 DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS, DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (TAMIZ N°40)**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

**COMENTARIOS:**  
 - Ensayo realizado al material pasante la malla 125µ.  
 - La Muestra se destiló en La copa de Casagrande.  
 - El Límite Líquido no se puede determinar.  
 - El Límite plástico no se puede determinar.

**OBSERVACION:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado fino natural.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec. D.T.G. - C  
 Rev. R.T.B.

Copa Casa Grande : Código -COGM

Balanx: Código - BP2005



*Cleison*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
 CIP-269063

Laboratorio Geotécnico

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
 Mz. 1 Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima

Telf.: (01) 6594730 Cel.: 974125838



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/PEINSAC  
 DIRECCIÓN : CANTERA DE AGREGADO UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CEMIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA : IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 DESCRIPCION : ARENA NATURAL CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 205 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS**

METODO DEL PICNOMETRO					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	...(A)	(g)	300.0	300.0	--
Peso Frasco + Agua	...(B)	(g)	656.0	661.8	--
Peso Frasco + Agua + A	...(C)	(g)	956.0	961.8	--
Peso del Mat. + Agua + Peso Frasco	...(D)	(g)	846.4	852.0	--
Vol de masa + Vol de vacio = C-D	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	109.6	109.8	--
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	...(F)	(g)	298.6	298.9	--
Vol de Masa = E - (A - F)	...(G)	(cm <sup>3</sup> )	108.2	108.7	--
PE Bulk Aparente = F/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.724	2.722	<b>2.723</b>
PE Bulk Aparente (S.S.S.) = A/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.737	2.732	<b>2.735</b>
PE Nominal = F/G		(T/m <sup>3</sup> )	2.760	2.750	<b>2.755</b>
Absorción = ((A - F)/F)*100		%	0.47	0.37	<b>0.42</b>

**DONDE:**

- Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco
- Pe. = Peso Especifico
- Mat. = Material
- Vol. = Volumen
- S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado fino natural.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec. D.T.C. - G  
Rev. R.T.B.

Bomba de vacio. Código - BVGT

Balanza Código - BP2005



*Chelison*

INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/PEINSAC  
DIRECCIÓN : FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 UBICACION : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
DESCRIPCION : ARENA NATURAL CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 203 PESO UNITARIO Y VACIOS DEL AGREGADO FINO**

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	11297	11239	11241
Peso del Molde .....(B)	gr	2110	2110	2110
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	9187	9129	9131
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	5755	5755	5755
Peso Unitario suelto (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.596	1.586	1.587
PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1590		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	11976	11978	11937
Peso del Molde .....(B)	gr	2110	2110	2110
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	9866	9868	9827
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	5755	5755	5755
Peso Unitario suelto (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.714	1.715	1.708
PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1712		

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
- Ensayo efectuado al agregado fino natural.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec.: D.T.C. - C  
Rev.: R.T.B.

Balanza: Código - BF2005

Balanza: Código - BF500



*Cleison*  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/PEINSAC  
 DIRECCION : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 UBICACION : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 DESCRIPCION : CENIZA DE BAMBU CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 204 ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N° 16	1.180			
N° 20	0.850			100.0
N° 30	0.600	13.7	13.7	86.3
N° 40	0.425	32.4	46.1	53.9
N° 50	0.300	22.0	68.1	31.9
N° 60	0.250	7.3	75.4	24.6
N° 100	0.150	1.5	76.9	23.1
N° 200	0.075	0.3	77.2	22.8
- N° 200	ASTM D 1140:00	22.8	100.0	

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
ASTM D 2489 "Descripción e identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4)	: 0.0 %
Arena (Ret. N°60)	: 77.2 %
Fino (Pas. N°200)	: 22.8 %
ASTM D 2216, "Contenido de humedad Grava"	
Cont. de humedad	--
ASTM C 33, "Modulo de Finezza"	
$\Sigma$ Retenido Acumulado Tamizos (N°4, N°6, N°16, N°30, N°50, N°100)	
MF =	$\frac{100}{100}$
MF =	$\frac{0+0+0+13.7+68.1+76.9}{100}$
MF =	1.99
OBSERVACIONES:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	
- Ensayo efectuado al agregado fino natural.	



Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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



TMO/11

*Cleison*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
 CIP 269063

Tel: D.T.C.-G  
 Fax: R.T.S

**LABORATORIO GEOTECNICO**





**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
 DIRECCIÓN :  
 PROYECTO : **REALIZACIÓN DE LÍNEA DE SUELO CON UN LÍMITE LÍQUIDO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS MECÁNICAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - JUNIO 2021**  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 IDENTIFICACIÓN : CANTERA DE AGREGADO  
 DESCRIPCIÓN : CENIZA DE SAMBU  
 EXPEDIENTE : 160-2022/PEINSAC  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DUSO  
 PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polietileno  
 CANTIDAD : 70 kg aprox.

**NTC E 110, NTC E 111 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (TAMIZ N°40)**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
<b>COMENTARIOS:</b> - Ensayo realizado al material presente la mala (M40). - La Muestra se deslica en la copa de Casagrande. - El Límite Líquido no se puede determinar. - El Límite plástico no se puede determinar.	
<b>OBSERVACIÓN:</b> - Muestra tomada e identificada por el solicitante. - Ensayo efectuado al agregado fino natural.	

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec.: D.T.C. - E  
Rev.: R.T.B.

Copa Casa Grande - Código - CCGM

Balanza, Código - BF2005



INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

Laboratorio Geotécnico

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROSAS  
 DIRECCIÓN :  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CERIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021

EXPEDIENTE N° : 103-2022PEINSAC  
 FEGIMARCEPCOON : Lima, 22 de Abril del 2022  
 UBICACION : PROVINCIA DE CUSCO

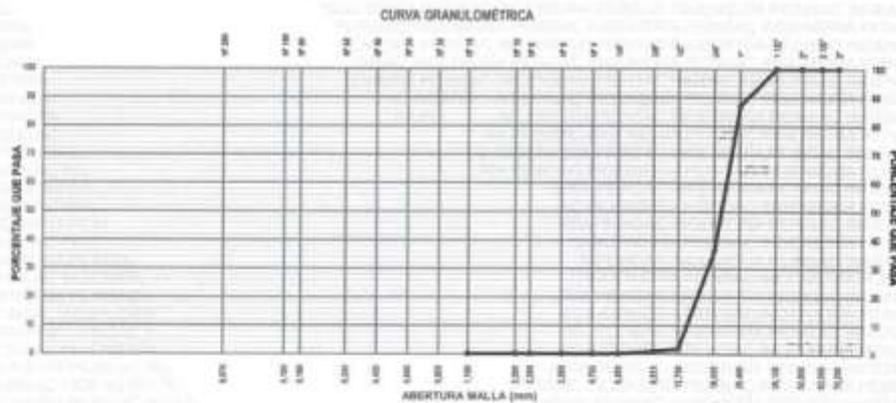
REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO  
 DESCRIPCION : GRAMA

PRESENTACION : 01 Saca de polibeno  
 CANTIDAD : 75 kg aprox.

**MTC E 204** **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MILLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SEÑAL AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			50.0
1"	25.400	13.3	13.0	87.0
3/4"	19.000	50.3	63.3	36.7
1/2"	12.500	34.3	96.2	3.8
3/8"	9.525	1.0	95.2	0.8
1/4"	6.350	0.7	95.5	0.5
N° 4	4.750	0.1	100.0	0.1
N° 5	3.350			
N° 6	2.500			
N° 10	2.000			
N° 16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600			
N° 40	0.425			
N° 50	0.300			
N° 60	0.250			
N° 100	0.150			
N° 200	0.075			
- N° 200	ASTM D 1140:99			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"	
Grava (Fol. N°4)	100.0 %
Arilla	0.0 %
Fino (Fol. N°200)	0.0 %
ASTM D 2216, "Contenido de humedad Grava"	
Cont. de humedad	0.1 %
OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante. - Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.	



Fecha de emisión : Lima, 22 de Abril del 2022

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



Malla de 1" Código: 10A005

*Cleison*  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

Tel.: 010-0  
 Fax: 010-0

LABORATORIO GEOTÉCNICO



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
 DIRECCIÓN :  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 EXPEDIENTE : 102-2022/PEINSAC  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE CUSCO  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO  
 DESCRIPCION : GRAVA  
 PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 215 MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECAO**

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	45	245
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	1733.8	2512.0
Peso cápsula + suelo seco (g)	1732.1	2509.6
Peso del Agua (g)	1.7	2.4
Peso de la cápsula (g)	70.7	142.3
Peso del suelo seco (g)	1661.4	2367.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.10	0.10
<b>0.1</b>		

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tel.: D.T.C. - G  
 Rev.: R.T.B.

Horno: Código - HRN001

Horno: Código - HRN002

Balanza: Código - BP2305



*Chen*  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP-269063

Laboratorio Geotécnico

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
 Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACÁ ROJAS EXPEDIENTE : 162-2022PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 UBICACIÓN : PROVINCIA DE CUSCO

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : CANTERA DE AGREGADO PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : GRAVA CANTIDAD : 70 kg aprox.

MTC E 110, MTC E 111

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS, DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (TAMIZ N°40)**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LIQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

**COMENTARIOS:**  
 - Ensayo realizado al material presente la malla N°40  
 - La Muestra se deslica en La copa de Casagrande.  
 - El Límite Líquido no se puede determinar.  
 - El Límite plástico no se puede determinar.

**OBSERVACIÓN:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado fino natural.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Abril del 2022

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

Tec: D.T.C.-E  
Rev: R.T.B

Copa Casa Grande : Código -C03M

Balanza: Código -BF2205



*[Firma]*  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

Laboratorio Geotécnico

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
 DIRECCIÓN : -  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 EXPEDIENTE N° : 102-2022PEINSAC  
 FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE CUSCO  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CANTERA DE AGREGADO  
 DESCRIPCION : GRAVA  
 PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 CANTIDAD : 70 kg aprox.

**MTC E 206 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS**

METODO DE LA CANASTILLA					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A)	(g)	1,227.0	1,291.0	--
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( Sumergido en agua )	...(B)	(g)	786.0	835.0	--
Vol de Masa + Vol de Vacios = A - B	...(C)	(cm <sup>3</sup> )	441.0	456.0	--
Peso Mat. Seco a 105 °C	...(D)	(g)	1,223.0	1,288.0	--
Vol. de Masa = C - (A - D)	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	437.0	453.0	--
PE Aparente = D/C		(T/m <sup>3</sup> )	2.773	2.825	2.799
PE Aparente ( S.S.S. ) = A/C		(T/m <sup>3</sup> )	2.782	2.831	2.807
PE Nominal = D/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.799	2.843	2.821
Absorción = (A - D) / D		(%)	0.33	0.23	0.28

**DONDE:**  
 - Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco  
 - P<sub>s</sub> = Peso Especifico  
 - Mat. = Material  
 - Vol. = Volumen  
 - S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec.: D.T.C.-E  
 Rev.: R.T.B.

Balanza Código - SP2005



Balanza Código - BPG0

  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/PEINSAC  
 DIRECCIÓN : - FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022.  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 UBICACIÓN : PROVINCIA DE CUSCO  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA : - PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
 IDENTIFICACIÓN : CANTERA DE AGREGADO CANTIDAD : 70 kg aprox.  
 DESCRIPCIÓN : GRAVA

**MTC E 203 PESO UNITARIO Y VACIOS DEL AGREGADO GRUESO**

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3		
Peso del Material + Peso del Molde	gr	11486	11477	11435		
Peso del Molde	gr	2110	2110	2110		
Peso del Material	gr	9376	9367	9325		
Volumen del Recipiente	cm <sup>3</sup>	5755	5755	5755		
Peso Unitario suelto (c/d)	gr/cm <sup>3</sup>	1.629	1.628	1.62		
PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1626				

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3		
Peso del Material + Peso del Molde	gr	11931	11911	11914		
Peso del Molde	gr	2110	2110	2110		
Peso del Material	gr	9821	9801	9804		
Volumen del Recipiente	cm <sup>3</sup>	5755	5755	5755		
Peso Unitario suelto (c/d)	gr/cm <sup>3</sup>	1.707	1.703	1.704		
PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1705				

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec. D.T.C. - G  
 Rev. R.T.B.

Balanza: Código - BP2005

Balanza: Código - BP500



*Cleison*  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP-269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**

### INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : MARY LUZ SACA ROJAS  
**DIRECCIÓN** : -  
**PROYECTO** : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
**REFERENCIA DE LA MUESTRA**  
**IDENTIFICACION** : CONCRETO FRESCO Fc=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
**DESCRIPCIÓN** : -  
**EXPEDIENTE N°** : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 22 de Abril del 2022  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA CUSCO  
**PRESENTACIÓN** :  
**CANTIDAD** :

ASTM C 138 NTP 329.046	PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO				
<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde	---(A)	gr	43677	43680	43680
Peso del Molde	---(B)	gr	8956	8956	8956
Peso del Material	---(C) = (A) - (B)	gr	34721	34704	34724
Volumen del Recipiente	---(D)	cm <sup>3</sup>	14146	14146	14146
Peso Unitario Compactado (c/d)	---(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	2.454	2.453	2.455
<b>PROMEDIO</b>		Kg/m <sup>3</sup>	<b>2454</b>		

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de ensayo : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tm: D.T.C.-G  
 Rev: R.T.S

Balanza Cáligo - BP205



Balanza Cáligo - BP500

  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : - FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO  
 POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE  
 LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup> PRESENTACION :  
 DESCRIPCION : 2% de Ceniza Bambu CANTIDAD :

**ASTM C 138**  
NTP 339.046 **PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO					
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde	---(A)	gr	43570	43557	43573
Peso del Molde	---(B)	gr	8956	8956	8956
Peso del Material	---(C) = (A) - (B)	gr	34614	34601	34617
Volumen del Recipiente	---(D)	cm <sup>3</sup>	14146	14146	14146
Peso Unitario Compactado (rho)	---(C) / (D)	g/cm <sup>3</sup>	2.447	2.449	2.447
PROMEDIO		Kg/m <sup>3</sup>	2448		

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 28 de Abril del 2022

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

Tec: D.T.C. - G  
Rev: R.T.S

Balanza Código--9F2005



Balanza Código--9F2005



INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE Nº : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : DIRECCIÓN REGIONAL DE INGENIERÍA DE CUSCO FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=210 Kg/cm<sup>2</sup> PRESENTACION :  
 DESCRIPCIÓN : 4% de Ceniza Bambu CANTIDAD :

<b>ASTM C 138</b> NTP 339.046	<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO</b>
----------------------------------	--

PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO				
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	43540	43560	43560
Peso del Molde .....(B)	gr	8956	8956	8956
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	34584	34604	34604
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	14146	14146	14146
Peso Unitario Compactado (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	2.445	2.446	2.446
<b>PROMEDIO</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>2446</b>		

**OBSERVACIONES:**  
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec: D.T.C. - G  
Rev: R.T.B.

Balanza Código - BP2005

Balanza Código - BP50G



*Chuis*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
CIP 269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. 1 Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
DIRECCIÓN :  
EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
REFERENCIA DE LA MUESTRA  
IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
DESCRIPCIÓN : 6% de Ceniza Bambu  
PRESENTACION :  
CANTIDAD :

ASTM C 138 NTP 339.046		PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO			
PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO					
DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde	---(A) g	4305	4310	4308	
Peso del Molde	---(B) g	895	895	895	
Peso del Material	---(C) = (A) - (B) g	3459	3454	3453	
Volumen del Recipiente	---(D) cm <sup>3</sup>	14146	14146	14146	
Peso Unitario Compactado (cfd)	---(C) / (D) g/cm <sup>3</sup>	2.442	2.443	2.443	
PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	2443			

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de ensayo : Lima, 26 de Abril del 2022

El usuario asume total responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec. D.T.C. - E  
Rev. R.L.D.

Balanza Código - 87206



Balanza Código - 87501

  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

#### LABORATORIO GEOTECNICO

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com



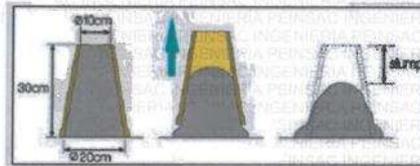


**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : - FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fe=175 Kg/cm² PRESENTACION :  
 DESCRIPCIÓN : 2% de Ceniza Bambu CANTIDAD :

**ASTM C143 ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO (SLUMP TEST)**



PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	N° DE GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)
SECA	0-5.08
PLASTICA	7.62-10.16
FLUIDA	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO	
SLUMP (cm)	10.16
CONSISTENCIA	PLASTICA

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tel.: D.T.C. - G  
Rev.: R.T.B.

Balanza: Código - BP2005

Balanza: Código - BP50G



*Chum*  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

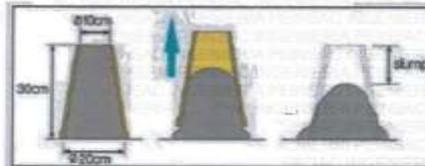
### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
DIRECCIÓN :  
PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
REFERENCIA DE LA MUESTRA  
IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
DESCRIPCION : 4% de Ceniza Bambu

EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
UBICACION : PROVINCIA CUSCO  
PRESENTACION :  
CANTIDAD :

ASTM C143

### ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO (SLUMP TEST)



PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	N° DE GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)
SECA	0-5.08
PLASTICA	7.62-10.16
FLUIDA	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO	
SLUMP (cm)	5.08
CONSISTENCIA	SECA

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de ensayo : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec. D.T.C. - G  
Rev. R.T.S.

Balanza Código - BP2005



Balanza Código - BP50G

*Chay*  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. 1 Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com

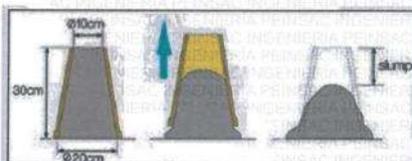


**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=175 Kg/cm² PRESENTACION :  
 DESCRIPCIÓN : 6% de Ceniza Bambu CANTIDAD :

**ASTM C143 ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO (SLUMP TEST)**



PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	N° DE GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)
SECA	0-5.08
PLASTICA	7.62-10.16
FLUIDA	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO	
SLUMP (cm)	0
CONSISTENCIA	SECA

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Teo: D.T.C. - G  
Rev: R.T.B.

Balanzas Código - BP2005

Balanzas Código - BP50G



*Cleison Chinchayhuara Verde*  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022 FECHA RECEPCIÓN :  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=210 Kg/cm² PRESENTACION :  
 DESCRIPCIÓN : CANTIDAD :

**ASTM C231 Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión**

**CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

C.A.C. (%) 1.8

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec: D.T.C.-G  
Rev: R.T.B

Balanza: Código - BP2005

Balanza: Código - BP500



**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
CIP 269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**

Peinsac Ingenieria S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
 DIRECCIÓN :  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fe+210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 DESCRIPCION : 2% de Ceniza Bambu  
 EXPEDIENTE N° : 162-2022LAB\_PEINSAC  
 FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
 UBICACION : PROVINCIA CUSCO  
 PRESENTACION :  
 CANTIDAD : 1

**ASTM C231**      **Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión**

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO	
C.A.C. (%)	2.0

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificado por personal de laboratorio

Fecha de emisión : Lima, 25 de Abril del 2022

El emitente asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec. D.T.C. - G  
 Rev. N.T.B.

Balanza Código - BF2205



Balanza Código - IP300

*Cleison*  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : - - - - - FECHA RECEPCIÓN : Lima, 22 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO  
 LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fc=210 Kg/cm³ PRESENTACION :  
 DESCRIPCION : 4% de Ceniza Bambu CANTIDAD :

ASTM C231	<b>Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión</b>
-----------	---

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO	
C.A.C. (%)	2.2

**OBSERVACIONES:**  
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Abril del 2022

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

Tec. D.T.C.-G  
Rev. R.T.B.

Balanza: Código – BP2005

Balanza: Código – BP50G



*Chaim*

**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
CIP 269063

**LABORATORIO GEOTECNICO**

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS  
DIRECCIÓN : -  
PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021  
REFERENCIA DE LA BUESTRA  
IDENTIFICACION : CONCRETO FRESCO Fo-210 Kg/cm<sup>2</sup>  
DESCRIPCION : 6% de Ceniza Bambu

EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
FECHA RECEPCION : Lima, 22 de Abril del 2022  
UBICACION : PROVINCIA CUSCO  
PRESENTACION :  
CANTIDAD :

**ASTM C231**      **Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión**

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO	
C.A.C. (%)	2.5

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Abril del 2022

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

Tel: D.T.C. - 0  
Rev: A.T.B.

Balances Calibrados - 10/2018

Balances Calibrados - 10/2018



INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

### LABORATORIO GEOTECNICO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE N° : 102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA DE ENSAYO : Lima, 27 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 UBICACIÓN : PROVINCIA CUSCO

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACION : DISEÑO DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 DESCRIPCIÓN :

ASTM C - 642	<b>Método de ensayo. Determinación de la densidad, la absorción de agua y los vacíos en el concreto endurecido</b>
--------------	--

METODO DE LA CANASTILLA					
DESCRIPCION	UND	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup> +	210 kg/cm <sup>2</sup> +	210 kg/cm <sup>2</sup> +
			2% BAMBU	4% BAMBU	6% BAMBU
Peso Seco Final	(g)	3,251	3,285	3,284	3,288
Peso saturado ( Sumergido en agua )	(g)	3,315	3,315	3,308	3,305
Peso saturado ( Ebullición )	(g)	3,311	3,312	3,309	3,310
Peso sumergido ( Sumergido en agua )	(g)	2,000	1,999	2,003	2,003
Absorción Después De Saturación	(%)	1.0	0.9	0.7	0.5
Absorción Después De Saturación Y Ebullición	(%)	0.9	0.8	0.8	0.7
Densidad Global Seca	(T/m <sup>3</sup> )	2.502	2.501	2.513	2.515
Densidad Después De Saturado	(T/m <sup>3</sup> )	2.528	2.524	2.531	2.528
Densidad Después De Saturación Y Ebullición	(T/m <sup>3</sup> )	2.526	2.521	2.533	2.532
Densidad Aparente	(T/m <sup>3</sup> )	2.562	2.553	2.563	2.558
Volumen De Vacíos	(%)	2.3	2.0	1.9	1.7
Coefficiente de permeabilidad K (m/s) NTC 4483 EN 12390-8		2.4E-09	2.1E-10	5.1E-11	7.8E-12

**OBSERVACIONES:**

Fecha de emisión : Lima, 04 de Mayo del 2022

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

Tec: JFP  
 Rev: RTJ

Balance Código - B1200



Balance Código - B100

  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : MARY LUZ SACA ROSAS  
**EXPEDIENTE** : 0100-2022/LAB\_PEINSAC  
**DIRECCIÓN** :  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 26 de Abril del 2022  
**PROYECTO** : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUICO 301  
**DIRECCION DE PROYECTO** : PROVINCIA DE CUICO

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA** : ELEMENTO : PATICH  
**EQUIPO DE COMPRESION** : MARCA/MODELO : SOKLTEST

**ASTM C 39/C39M** **ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vencido	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (mm)	Diámetro (S) (mm)	Relación L/D	Área (mm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión sin Corregir (kgf/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Corregida (kgf/cm <sup>2</sup> )
P-01	26/04/2022	26/04/2022	11.040	20.62	10.23	2.00	62.15	1.00	134.3	134
P-02	26/04/2022	26/04/2022	11.353	20.48	10.23	2.00	82.15	1.00	140.4	140

**ANTES DEL ENSAYO**



**DESPUES DEL ENSAYO**



**ANTES DEL ENSAYO**



**DESPUES DEL ENSAYO**



**OBSERVACIONES :**

Fecha de emisión

24 de Mayo del 2022

El usuario asume toda responsabilidad de uso de la información contenida en este documento.

Tel: 478  
Fax: 478



  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
 CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARYLIZ SACARUAS EXPEDIENTE : 01/02-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCION : FECHA DE RECEPCION : 26 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE SEMEJA DE SAMSU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEDIR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CIRCO 2011 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA DE CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : GRUPO DE COMPRESION :  
 ELEMENTO : PATRON MARCA / MODELO : SOL TEST

**ASTM C 39/C308 ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Votado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (h) (mm)	Diámetro (D) (mm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P-03	26/04/2022	13/05/2022	14.414	20.42	10.15	2.02	80.60	1.00	178.6	178
P-04	26/04/2022	13/05/2022	14.811	20.30	10.17	2.00	81.22	1.00	182.3	182



OBSERVACIONES : -

Fecha de ensayo : Lima, 13 de Mayo del 2022

© todos los derechos reservados. Toda la información contenida en este documento.



  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

Tel: JFA  
RUC: 878

LABORATORIO GEOTECNICO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : PERÚ FECHA DE RECEPCIÓN : 26 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCIÓN DE PROYECTO : PROVINCIA DE CUSCO

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ELEMENTO : PATRON

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA/MODELO SOLTEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion LD	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P-05	29/04/2022	24/05/2022	18,130	20.46	10.22	2.00	82.03	1.00	221.0	221
P-06	29/04/2022	24/05/2022	18,151	20.55	10.24	2.01	82.35	1.00	220.4	220

ANTES DEL ENSAYO



DEPUÉS DEL ENSAYO



ANTES DEL ENSAYO



DEPUÉS DEL ENSAYO



**OBSERVACIONES :**

—

Fecha de emisión

Lima, 24 de Mayo del 2022

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



LABORATORIO GEOTECNICO

*Chela*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
 CIP 269063



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
DIRECCIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN : 27 de Abril del 2022  
PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : EQUIPO DE COMPRESION :  
ELEMENTO : DISEÑO 2% DE CENIZA DE BAMBÚ MARCA / MODELO : SOLTTEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vaseado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 01	27/04/2022	4/05/2022	12,669	20.52	10.10	2.03	80.12	1.00	158.1	158
PROBETA 02	27/04/2022	4/05/2022	13,023	20.47	10.09	2.03	79.96	1.00	162.9	163

ANTES DEL ENSAYO



DESPUÉS DEL ENSAYO



ANTES DEL ENSAYO



DESPUÉS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES :  
Fecha de emisión : Lima, 04 de Mayo del 2022

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

Tec: JFR  
Rev: RTB



LABORATORIO GEOTECNICO

*Che*  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

Peinsac Ingeniería S.A.C.  
Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima  
Web: www.peinsacingenieria.com

Tel.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
Email: ventas@peinsacingenieria.com

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACARUAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA DE RECEPCION : 27 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : EQUIPO DE COMPRESION :  
 ELEMENTO : DISEÑO 2% DE CENIZA DE BAMBU MARCA / MODELO : SOILTEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Díametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 03	27/04/2022	11/05/2022	15,675	20,36	10,25	1,99	82,52	1,00	190,0	190
PROBETA 04	27/04/2022	11/05/2022	15,757	20,55	10,27	2,00	82,84	1,00	190,2	190

**ANTES DEL ENSAYO**



**DESPUES DEL ENSAYO**



**ANTES DEL ENSAYO**



**DESPUES DEL ENSAYO**



OBSERVACIONES : —

Fecha de emisión

Lima, 11 de Mayo del 2022

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento

Tec: JFR  
Rev: R.T.B.



LABORATORIO GEOTECNICO

*Chavez*  
**INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN : 27 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEDIR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS CUSCO 2021 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ELEMENTO : DISEÑO 2% DE CENIZA DE BAMBU

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA/MODELO : SOLTST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Descripcion	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 05	27/04/2022	25/05/2022	19.351	20.30	10.23	1.98	82.19	1.00	236.4	236
PROBETA 06	27/04/2022	25/05/2022	19.384	20.37	10.14	2.01	80.75	1.00	240.0	240

ANTES DEL ENSAYO



DESPUES DEL ENSAYO



ANTES DEL ENSAYO



DESPUES DEL ENSAYO



**OBSERVACIONES :**

Fecha de emisión : Lima, 28 de Mayo del 2022

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

Tec: JFR  
Res: RTB



LABORATORIO GEOTECNICO

INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARYLIZ SACA AGUIRRE EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN : 27 de Abril del 2022  
 PROYECTO : RECUPERACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO FINA MEDIANTE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS INGRESOS - CURCO 3821 DIRECCIÓN DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : ELEMENTO : CIGERO 4% DE CENIZA DE BAMBÚ  
 EQUIPO DE COMPRESIÓN : MARCA / MODELO : SOLTEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vencido	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (mm)	Diámetro (D) (mm)	Relación L/D	Área (mm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión sin Corrección (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 1	20642022	09/02/2022	13,101	20.61	10.08	2.04	70.49	1.00	105.0	105
PROBETA 2	20642022	09/02/2022	13,501	20.45	10.08	2.03	71.80	1.00	105.8	170



OBSERVACIONES : -

Fecha de emisión : Lima, 11 de Mayo del 2022

El emitente asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tel.: 011  
Fax: 011



  
 INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

LABORATORIO GEOTECNICO



**PEINSAC**  
Ingeniería de Calidad

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC

DIRECCIÓN : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA FECHA DE RECEPCIÓN : 27 de Abril del 2022

PROYECTO : MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCIÓN DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ELEMENTO : DISEÑO 4% DE CENIZA DE BAMBU (14 DIAS)

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA/MODELO : SOL TEST

<b>ASTM C 39/C39M</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO</b>
-----------------------	---

Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relación L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 3	29/04/2022	13/05/2022	15,903	20,51	10,05	2,04	79,49	1,00	200,1	200
PROBETA 4	29/04/2022	13/05/2022	16,110	20,45	10,08	2,03	79,80	1,00	201,9	202

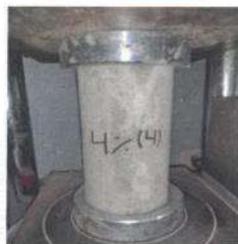
**ANTES DEL ENSAYO**



**DESPUÉS DEL ENSAYO**



**ANTES DEL ENSAYO**



**DESPUÉS DEL ENSAYO**



OBSERVACIONES : —

Fecha de emisión : Lima, 13 de Mayo del 2022

(El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento)

Tec: JFR  
Rev: RTB



*Cleison Chinchayhuara Verde*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
**CIP 269063**

**LABORATORIO GEOTECNICO**

Peinsac Ingenieria S.A.C.

Mz. I Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P. - Lima

Web: [www.peinsacingenieria.com](http://www.peinsacingenieria.com)

Tel: (01) 6594730 Cel.: 974125838

Email: [ventas@peinsacingenieria.com](mailto:ventas@peinsacingenieria.com)

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROAS  
 EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN :  
 FECHA DE RECEPCION : 27 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BARRIO EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS HUECOS - CUSCO 2021  
 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :  
 ELEMENTO : CEMENTO 4% DE CENIZA DE BARRIO (28 DIAS)  
 EQUIPO DE COMPRESION :  
 MARCA / MODELO : SOL TEST

**ASTM C 29/C09M ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vaseo	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresion sin Corrección (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PRCIBETA 5	25/04/2022	27/06/2022	20,250	20.48	10.05	2.03	78.68	1.01	238.3	238
PRCIBETA 6	25/04/2022	27/06/2022	19,578	20.47	10.05	2.03	79.80	1.00	245.3	245



OBSERVACIONES :  
 Fecha de emisión : Jun 27 de Mayo del 2022  
 El emisor asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec: 27.8  
Rev: 0.128



  
 INGENIERO CIVIL  
 TIFISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 2690H3

LABORATORIO GEOTECNICO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN : 29 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUSCO 2021 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : EQUIPO DE COMPRESION :  
 ELEMENTO : DISEÑO 0% DE CENIZA DE BAMBU MARCA / MODELO : SOLTEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 1	29/04/2022	6/05/2022	14,240	20.51	10.06	2.04	79.49	1.00	179.2	179
PROBETA 2	29/04/2022	6/05/2022	14,751	20.45	10.08	2.03	79.80	1.00	184.8	185



OBSERVACIONES : —

Fecha de emisión : Lima, 06 de Mayo del 2022

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

Tec.: JFR  
 Rev.: R.T.B.



LABORATORIO GEOTECNICO



INGENIERO CIVIL  
 CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
 CIP 269063

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LUZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCION : FECHA DE RECEPCION : 29 de Abril del 2022  
 PROYECTO : INCORPORACION DE CENIZA DE BAMBU EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUISCO 2021 DIRECCION DE PROYECTO : PROVINCIA GUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : EQUIPO DE COMPRESION :  
 ELEMENTO : DISEÑO 6% DE CENIZA DE BAMBU MARCA/MODELO : SOILTEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Descripcion	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm2)	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm2)	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm2)
PROBETA 3	29/04/2022	13/05/2022	17.157	20.61	10.25	2.01	82.52	1.00	207.9	208
PROBETA 4	29/04/2022	13/05/2022	17.457	20.65	10.25	2.01	82.52	1.00	211.7	212

ANTES DEL ENSAYO



DESPUES DEL ENSAYO



ANTES DEL ENSAYO



DESPUES DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : —

Fecha de emision : Lima, 13 de Mayo del 2022

El solicitante asume toda responsabilidad de uso de la información contenida en este documento.

Tec: J.F.R.  
Rev: R.T.B.



LABORATORIO GEOTECNICO

*Chau*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE**  
**CIP 269063**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : MARY LIZ SACA ROJAS EXPEDIENTE : 0102-2022/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN : 29 de Abril de 2022  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ EN UN CONCRETO POROSO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS - CUISO 2021 DIRECCIÓN DE PROYECTO : PROVINCIA CUSCO

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : ELEMENTO : DISEÑO 8% DE CENIZA DE BAMBÚ EQUIPO DE COMPRESIÓN : MARCA / MODELO : SOC TEST

**ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Descripción	Fecha de Vencido	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Dámetro (D) (cm)	Relación L/D	Área (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión sin Corrección (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Corrección (kg/cm <sup>2</sup> )
PROBETA 5	29/04/2022	27/05/2022	20,547	20.43	10.03	2.04	79.21	1.00	200.0	200
PROBETA 6	29/04/2022	27/05/2022	21,006	20.41	10.05	2.03	79.33	1.00	204.8	205

ANTES DEL ENSAYO



DESPUÉS DEL ENSAYO



ANTES DEL ENSAYO



DESPUÉS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : -

Fecha de emisión : Lima, 29 de Mayo del 2022

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

Tel: JFR  
Rta: R18



*Cleison*  
INGENIERO CIVIL  
CLEISON CHINCHAYHUARA VERDE  
CIP 269063

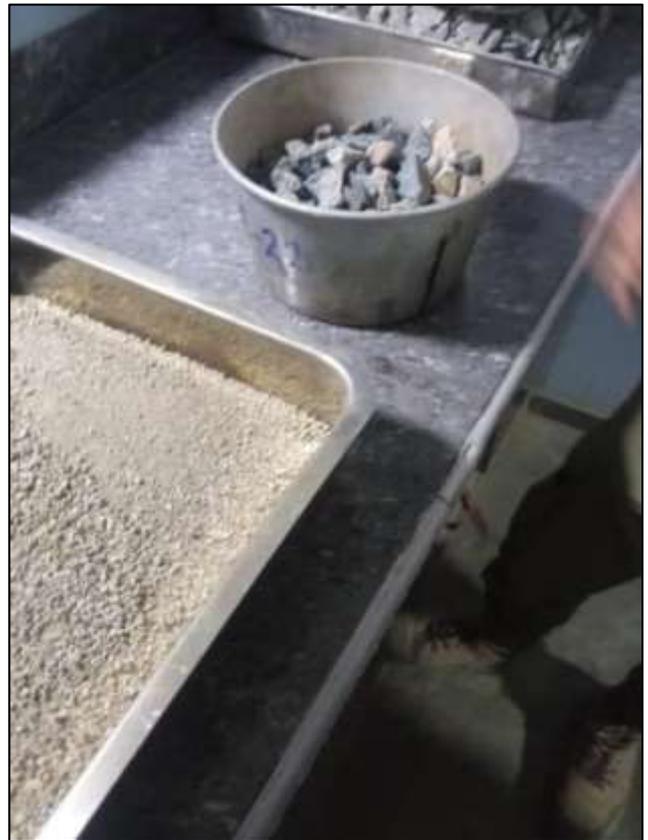
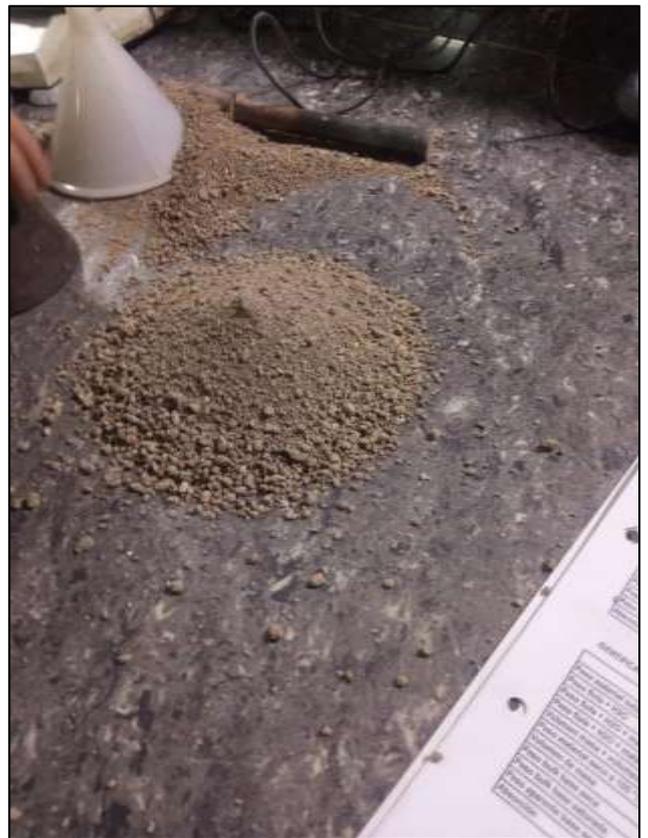
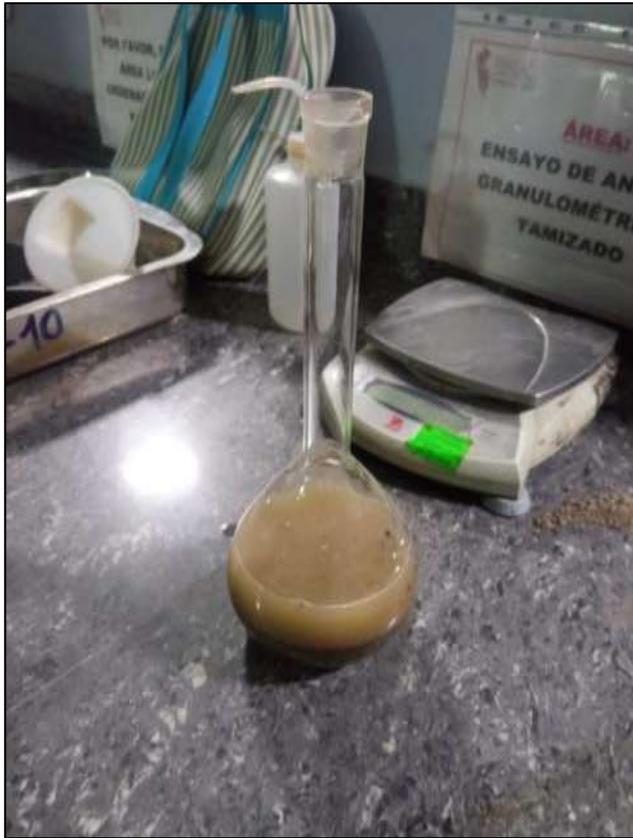
LABORATORIO GEOTECNICO

#### Anexo 4. Panel fotográfico











**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, 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: "Incorporación de ceniza de bambú en un concreto poroso para mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido - Cusco 2021", cuyo autor es SACA ROJAS MARY LUZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 24 de Junio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE <b>DNI:</b> 07239759 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 18-07-2022 20:32:02

Código documento Trilce: TRI - 0310388