



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Determinación óptima de cenizas de hojas de bambú para mejorar  
la resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2022

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Tineo Evangelista, Jeimi Jordan (ORCID: [0000-0003-1589-1320](https://orcid.org/0000-0003-1589-1320))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Casso Valdivia, Hugo (ORCID: [0000-0002-7891-0819](https://orcid.org/0000-0002-7891-0819))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## DEDICATORIA

A mis progenitores Hugo Tineo y Viviana Evangelista por haberme guiado todos mis pasos en este largo camino, por haberme forjado como una persona con principio y valores, para poder sobresalir como persona y como un futuro profesional.

A mis hermanos, Maryori y Kevin, que en el día a día con su paciencia, respaldo y cariño me impulsaron para poder salir adelante, además de saber que mis logros también son suyos.

A mi hermano mayor Gabriel, que desde el cielo guía mis pasos para poder salir adelante y siempre lo llevo en mi corazón.

## AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradecer a Dios, por estar siempre a mi lado en cada momento y no haber permitido que decaiga en el proceso de mi carrera profesional.

Mi más grande agradecimiento a mi asesor Mg. Casso Valdivia, Hugo por guiarnos y brindarnos sus conocimientos y apoyo incondicional, en este proceso de elaboración de nuestro proyecto de investigación.

Agradecer también a la Universidad Cesar Vallejo y a los docentes por brindarnos todos estos años todos sus conocimientos para nuestra formación profesional.

Culminar, agradeciendo a mis amistades más cercanas ya que siempre me mostraron su apoyo durante estos largos años sin ningún interés alguno, para que pueda culminar con esta etapa tan importante en mi vida profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	36
3.1. Tipo y diseño de investigación	36
3.2. Variables y operacionalización	37
3.3. Población, muestra y muestreo	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.5. Procedimientos	53
3.6. Método de análisis de datos	60
3.7. Aspectos éticos	60
IV. RESULTADOS	61
V. DISCUSIÓN	117
VI. CONCLUSIONES	121
VII. RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS	124
ANEXOS	130

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje que pasa de agregado fino por tamices .....	159
<b>Tabla 2.</b> Tamiz para agregado grueso.....	159
<b>Tabla 3.</b> Límite de porcentaje pasante de agregado grueso.....	160
<b>Tabla 4.</b> Componentes del cemento.....	160
<b>Tabla 5.</b> Tipo y aplicación de cementos.....	160
<b>Tabla 6.</b> Cementos peruanos.....	161
<b>Tabla 7.</b> Componentes del agua.....	161
<b>Tabla 8.</b> Valores de asentamiento recomendados para estructuras.....	161
<b>Tabla 9.</b> Edades y tolerancias para ensayo de muestras.....	162
<b>Tabla 10.</b> Composición química de los materiales cementantes.....	162
<b>Tabla 11.</b> Requisitos químicos según clase de puzolana.....	162
<b>Tabla 12.</b> Requisitos físicos según clase de puzolana.....	163
<b>Tabla 13.</b> Composición química de la ceniza de hoja de bambú.....	163
<b>Tabla 14.</b> Operacionalización de variables.....	164
<b>Tabla 15.</b> Numero de muestras de concreto para ensayo a compresión y flexión.....	34
<b>Tabla 16.</b> Técnicas para la recolección de datos.....	35
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje y magnitud para la validación de formatos.....	44
<b>Tabla 18.</b> Valores de composición química de cenizas de hojas de bambú.....	52
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje mínimo de óxidos en cenizas.....	52
<b>Tabla 20.</b> Porcentaje obtenido de la composición de la ceniza.....	53
<b>Tabla 21.</b> Peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza.....	165
<b>Tabla 22.</b> Propiedades físicas del agregado fino - CANTERA TRAPICHE.....	165
<b>Tabla 23.</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....	55
<b>Tabla 24.</b> Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.....	165
<b>Tabla 25.</b> Peso unitario suelto del agregado fino.....	166
<b>Tabla 26.</b> Peso unitario compactado del agregado fino.....	166
<b>Tabla 27.</b> Propiedades físicas del agregado grueso (CANTERA TRAPICHE).....	166
<b>Tabla 28.</b> Análisis granulométrico del agregado grueso.....	61
<b>Tabla 29.</b> Peso específico y porcentaje de absorción del agrado grueso.....	167
<b>Tabla 30.</b> Peso unitario suelto del agregado grueso.....	167
<b>Tabla 31.</b> Peso unitario compactado del agregado grueso.....	167

<b>Tabla 32.</b> Datos de laboratorio para elaboración del diseño de la mezcla.....	65
<b>Tabla 33.</b> Análisis de diseño.....	68
<b>Tabla 34.</b> Aportación de agua de los agregados.....	69
<b>Tabla 35.</b> Cantidades de materiales para el muestreo del concreto patrón.....	70
<b>Tabla 36.</b> Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> por peso seco con adición de 5% cenizas de hojas de bambú.....	71
<b>Tabla 37.</b> Cantidad de materiales para el muestreo de concreto con un 10% de adición de cenizas de hojas de bambú.....	72
<b>Tabla 38.</b> Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> por peso seco con adición de 15% cenizas de hojas de bambú.....	73
<b>Tabla 39.</b> Asentamiento de la mezcla de concreto patrón y con sustitución parcial de cenizas de hojas de bambú.....	74
<b>Tabla 40.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto patrón a 7, 14 y 28 días de curado.....	75
<b>Tabla 41.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto con 5% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.....	76
<b>Tabla 42.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto con 10% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.....	78
<b>Tabla 43.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto con 15% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.....	79
<b>Tabla 44.</b> Aumento de los valores en porcentajes a resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días.....	82
<b>Tabla 45.</b> Aumento de los valores en kg/cm <sup>2</sup> a resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días.....	82
<b>Tabla 46.</b> Valores de resistencia a la flexión del concreto patrón a 7, 14 y 28 días de curado.....	83
<b>Tabla 47.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto con 5% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.....	85
<b>Tabla 48.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto con 10% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.....	86
<b>Tabla 49.</b> Valores de resistencia a compresión del concreto con 15% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.....	87

<b>Tabla 50.</b> Porcentaje de valores de incidencia de resistencia a la flexión del concreto con adición de cenizas de hojas de bambú con respecto al concreto patrón a 7, 14 y 28 días.....	90
<b>Tabla 51.</b> Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la compresión a 7 días de edad (ANOVA de un solo factor).....	168
<b>Tabla 52.</b> Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la compresión a 14 días de edad (ANOVA de un solo factor).....	168
<b>Tabla 53.</b> Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la compresión a 28 días de edad (ANOVA de un solo factor).....	92
<b>Tabla 54.</b> Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la flexión a 7 días de edad (ANOVA de un solo factor).....	169
<b>Tabla 55.</b> Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la flexión a 14 días de edad (ANOVA de un solo factor).....	169
<b>Tabla 56.</b> Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la flexión a 28 días de edad (ANOVA de un solo factor).....	94
<b>Tabla 57.</b> Prueba de normalidad de los datos (variable 1).....	95
<b>Tabla 58.</b> Prueba de normalidad de los datos (variable 2).....	96
<b>Tabla 59.</b> ANOVA, respecto a los resultados a resistencia a la compresión.....	97
<b>Tabla 60.</b> Subconjuntos de las medias homogéneas de resultados de resistencia a la compresión.....	98
<b>Tabla 61.</b> ANOVA, respecto a los resultados a resistencia a la flexión.....	100
<b>Tabla 62.</b> Subconjuntos de las medias homogéneas de resultados de resistencia a la flexión.....	101

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Gráfico 1.</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....	56
<b>Gráfico 2.</b> Análisis granulométrico del agregado grueso .....	61
<b>Gráfico 3.</b> Curva promedio del concreto patrón a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	75
<b>Gráfico 4.</b> Curva promedio del concreto con adición del 5% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	77
<b>Gráfico 5.</b> Curva promedio del concreto con adición del 10% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	78
<b>Gráfico 6.</b> Curva promedio del concreto con adición del 15% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	80
<b>Gráfico 7.</b> Resumen de valores de resistencia a compresión de las muestras sometidas a ensayo de concreto patrón vs concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú.....	81
<b>Gráfico 8.</b> Curva promedio del concreto patrón a resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días.....	84
<b>Gráfico 9.</b> Curva promedio del concreto con adición del 5% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	85
<b>Gráfico 10.</b> Curva promedio del concreto con adición del 10% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	86
<b>Gráfico 11.</b> Curva promedio del concreto con adición del 15% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	88
<b>Gráfico 12.</b> Resumen de valores promedios de resistencia a flexión de las muestras sometidas a ensayo de concreto patrón vs concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú.....	89
<b>Gráfico 13.</b> Curvas de módulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto patrón y adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días.....	90
<b>Figura 1.</b> Medición de asentamiento del concreto.....	19
<b>Figura 2.</b> Prensa digital para rotura de muestras de concreto.....	21
<b>Figura 3.</b> Diagrama de aplicación de esfuerzos a flexión de vigas con cargas a dos tercios (NTP 339.078).....	22

<b>Figura 4.</b> Diagrama de aplicación de esfuerzos a flexión de vigas con carga al eje (NTP 339.079).....	23
<b>Figura 5.</b> Distribución de especies nativas de bambú.....	25
<b>Figura 6.</b> Equipos e instrumentos para el análisis granulométrico.....	36
<b>Figura 7.</b> Instrumentos y equipos para el Peso Unitario.....	37
<b>Figura 8.</b> Instrumentos y equipos para el Peso Específico.....	38
<b>Figura 9.</b> Instrumentos y equipos para ensayo de asentamiento de concreto..	40
<b>Figura 10.</b> Equipo para ensayo de resistencia a compresión.....	41
<b>Figura 11.</b> Equipo para ensayo de resistencia a flexión.....	43
<b>Figura 12.</b> Recolección de hojas secas de bambú.....	45
<b>Figura 13.</b> Recolección de hojas secas de bambú.....	45
<b>Figura 14.</b> Limpieza y lavado de hojas de bambú.....	45
<b>Figura 15.</b> Secado de hojas de bambú.....	46
<b>Figura 16.</b> Obtención de cenizas de hojas de bambú.....	46
<b>Figura 17.</b> Tamizado de cenizas de hojas de bambú por tamiz N° 200.....	47
<b>Figura 18.</b> Tamizado de hoja cenizas de hoja de bambú.....	47
<b>Figura 19.</b> Calcinación de cenizas de hojas de bambú.....	47
<b>Figura 20.</b> Diagrama para la elaboración de especímenes.....	49
<b>Figura 21.</b> Muestra de ceniza de hoja de bambú y equipo para análisis de composición química.....	51
<b>Figura 22.</b> Medición de asentamiento de la mezcla de concreto en laboratorio (Slump).....	74
<b>Figura 23.</b> Recolección de hojas secas de bambú.....	151
<b>Figura 24.</b> Limpieza, lavado y secado de las hojas de bambú.....	151
<b>Figura 25.</b> Calcinación de hojas secas de bambú.....	152
<b>Figura 26.</b> Tamizado de cenizas de hoja de bambú.....	152
<b>Figura 27.</b> Instrumentos para los ensayos de laboratorio.....	152
<b>Figura 28.</b> Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza de hoja de bambú.....	153
<b>Figura 29.</b> Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.....	153
<b>Figura 30.</b> Pesado del agregado (fino y grueso) suelto y compactado.....	154
<b>Figura 31.</b> Determinación del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.....	154
<b>Figura 32.</b> Pesaje de los agregados, agua y cenizas de hoja de bambú.....	155

<b>Figura 33.</b> Elaboración de concreto para muestreo.....	155
<b>Figura 34.</b> Instrumentos para el ensayo de asentamiento y moldes para probetas cilíndricas y tipo viga.....	156
<b>Figura 35.</b> Ensayo de asentamiento del concreto fresco (SLUMP).....	156
<b>Figura 36.</b> Muestreo de probetas cilíndricas y tipo viga.....	157
<b>Figura 37.</b> Curado de probetas cilíndricas y tipo viga.....	157
<b>Figura 38.</b> Ensayo de resistencia a compresión de muestras cilíndricas.....	157
<b>Figura 39.</b> Ensayo de resistencia a flexión de muestras tipo viga.....	158

## RESUMEN

La presente investigación ha sido realizada con el objetivo de evaluar de qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia del concreto simple con la sustitución parcial del cemento en porcentajes de 5%, 10% y 15%, se tiene un enfoque de estudio cuantitativo y de tipo experimental correlacional, dado que la variable independiente puede ser manipulada con el fin de mejorar la resistencia del concreto a cargas de compresión y flexión. Se cuenta con una población total de 60 unidades (36 probetas cilíndricas y 24 testigos de tipo viga), las cuales han sido sometidas a ensayos de resistencia a la edad de 7, 14 y 28 días, donde la muestra con adición de 10% de cenizas obtuvo un valor máximo de resistencia a la compresión de 10% 304.01 kg/cm<sup>2</sup>, y la muestra con adición de 5% de cenizas obtuvo un valor máximo de resistencia a la flexión de 54.25 kg/cm<sup>2</sup>. Llegando a la conclusión que la sustitución parcialmente del cemento por cenizas de hojas de bambú en un 10% es muy favorable ya que se obtiene buenos resultados en resistencia a la compresión y flexión sobrepasando los valores obtenidos del concreto patrón.

Palabras clave:

Cenizas de hoja de bambú, cemento portland, puzolana, porcentajes, ensayo, compresión, flexión, diseño de concreto.

## ABSTRACT

The present investigation has been carried out with the objective of evaluating how the destruction of bamboo leaf ashes influenced the resistance of simple concrete with the partial substitution of cement in percentages of 5%, 10% and 15%, it has a quantitative and experimental correlational study approach, since the independent variable can be manipulated in order to improve the resistance of concrete to compression and bending loads. There is a total sample population of 60 units (36 cylindrical specimens and 24 beam-type witnesses), which have been subjected to resistance tests at the age of 7, 14 and 28 days, where the sample with extensions of 10 % ash obtained a maximum compressive strength value of 10% 304.01 kg/cm<sup>2</sup>, and the sample with an increase of 5% ash obtained a maximum flexural strength value of 54.25 kg/cm<sup>2</sup>. Reaching the conclusion that the partial replacement of the cement by ashes of bamboo leaves by 10% is very favorable since good results are obtained in resistance to compression and bending, exceeding the values obtained from the concrete pattern.

Keywords:

Bamboo leaf ash, portland cement, pozzolana, percentages, test, compression, bending, concrete design.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de la construcción es una de las actividades responsables de la contaminación ambiental en nuestro planeta, de un lado, la explotación masiva de nuestros recursos no renovables (combustibles y materias primas), y por otro lado, la gran emisión de gases de efecto invernadero entre ellas tenemos el metano, óxido nitroso hexafluoruro de azufre entre otros, Por tal motivo, la principal línea de nuestra investigación en esta área lo constituye la sustitución parcial del Clinker portland por otros materiales con propiedades cementantes (minerales naturales, materiales procedentes de desechos industriales y subproductos agroindustriales), con el fin de reducir los aspectos negativos, y en consecuencia propiciar ventajas energéticas, económicas y medioambientales, motivo que conlleva a diversos investigadores a descubrir nuevos métodos y materiales (residuos orgánicos e industriales) para realizar o elaborar concreto sin que se vea afectado nuestro sistema medioambiental.

Dado que el concreto es uno de los materiales compuestos, que posee propiedades y características muy semejantes a los “materiales pétreos”; que lo obtenemos por medio de mezclar agregados rocosos, combinados con una pasta de cemento hidráulico. En ciertas oportunidades de ser necesario se adiciona o incorpora a la mezcla aditivos o microfibras con la finalidad de alterar algunas de sus características mecánicas o físicas del concreto (Lamus & Andrade, 2015). En este sentido se han realizado una gran cantidad de experimentos y/o investigaciones basados en la adición de materiales a la mezcla convencional, que permitan el desarrollo de las cualidades físicas y mecánicas del concreto, para así poder demostrar que se puede mejorar el comportamiento de las estructuras de concreto ante los agentes externos como el clima y otras condiciones ambientales externas, la cual nos permitirá cubrir esta necesidad que se requiere en el sector de la construcción (Cardona, 2014).

La industria de la construcción permanece en la búsqueda constante de estrategias sostenibles en materiales de construcción; habiendo un especial interés en los agro-residuos, como la cascarilla de arroz, residuos de caña entre otros, que podamos encontrar con propiedades químicas similares al cemento

dado que estos materiales cuentan con un potencial muy elevado para poder sustituir parcialmente a los materiales de construcción convencionales, para que en un futuro se pueda lograr un desarrollo sostenible con el planeta, es de esta manera en la que se ha podido hallar diferentes tipos de materiales que pueden ser aplicados en la construcción, como en ladrillos, concreto u hormigón. Como otros materiales que puede ser utilizados como aislamiento para edificaciones, refuerzos, aglomerantes entre otros (Castellana, 2020).

En este contexto, algunos investigadores han efectuado estudios en los que incorporan materiales orgánicos con el propósito de hacer un análisis de cómo influyen estas en las propiedades del concreto , Ismanti & Yasufuku (2017) utilizaron la ceniza de hoja de bambú en su estudio, determinando que es un material puzolánico eficaz al usarlo como reemplazo parcial en una mezcla del 20% en su peso del cemento portland (OPC), encontrando capacidades a la resistencia a compresión muy significativos respecto al cemento portland, en los morteros de 28 días de edad.

Akaninyene, et al. (2013), estudiaron el efecto del fresno de concha de bígara (PSA) y fresno de hoja de bambú (BLA) sobre las propiedades de un concreto endurecido (propiedades mecánicas) para la elaboración de una mezcla estandarizada de 1:2:4, en la cual hallaron que la mezcla de hormigón con un 80% de cemento, 10% PSA y 10 % BLA proporciona una mejor resistencia a la mezcla.

Ahora bien, respecto al bambú este es un material compuesto de origen natural que crece con abundantemente en la mayor parte de los países, es considerado de esta manera por que consta de fibras celulósicas incrustadas en una matriz de lignina. Estas se alinean a lo largo de toda su longitud del bambú, la cual le proporciona tracción, resistencia a la flexión y rigidez en esa dirección. En la actualidad, se han identificado 1200 especies de bambú en todo el mundo (Dhinakaran & Chandana, 2016).

En países donde se produce como el caso de Japón, las hojas de este material no se usan; solo se emplean como fertilizante natural o lo queman en áreas

abiertas, convirtiéndose en un residuo de bajo valor. Por otro lado, países como Brasil, Nigeria e India que cuentan con un alto potencial de recursos de bambú, recurren al reciclaje como una de las soluciones a los desechos agrícolas (Ismanti & Yasufuku, 2017). En cuanto al Perú, se ha podido registrar un total de 67 especies de bambú, que pertenecen a un total de 18 géneros de bambú, entre los que destacan la Chusquea, Auloneamia y la Guadua. Este último se considera como uno de los géneros más importantes en el país; habiéndose identificado varias especies en la parte selva de nuestro territorio peruano, principalmente en los sectores de San Martín y Amazonas (Añazco, 2015).

De los bambúes la especie Guadua es considerado entre las 20 especies que más sobresalen a nivel mundial, gracias sus propiedades y su capacidad para concentrar energía y adquirir una mejor flexión, convirtiéndose así en uno de los materiales más adecuados para las construcciones de viviendas sismo-resistentes. Por lo tanto, dicho material forma parte de nuestro patrimonio, la cual género y aporta con la economía rural de la zona, como también aportan a la protección de los recursos de nuestro medio ambiente (Añazco, 2015).

Dado que en nuestro país el material comúnmente utilizado en las construcciones es el concreto y contamos con una gran disponibilidad de hojas de bambú, para la investigación se pretende evaluar la resistencia que presentan estas al estar sometidas a esfuerzos a flexión y compresión un concreto adicionando cenizas de hojas de bambú con respecto al cemento en porcentajes correspondientes.

De tal manera se llegó a la conclusión de plantear el siguiente Problema General:  
¿Como influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2022?

Así como se planteó los problemas específicos para la presente investigación:

- ¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en el estado plástico del concreto del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2022?

- ¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022?
- ¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022?

En la presente investigación tiene las siguientes justificaciones de estudio:

Justificación teórica: De esta manera, la investigación tiene una justificación teórica, ya que realizara con la finalidad de crear nuevas contribuciones al ámbito estudio que servirán de apoyo a futuras investigaciones en lo que respecta al uso de nuevos materiales alternativos, para la producción de concreto con adición de cenizas de hojas de bambú, que serán utilizados en las estructuras de concreto, al mismo tiempo se está contribuyendo con la búsqueda de estrategias sostenibles, siempre y cuando tomando como guía lo mencionado en las normas técnicas internacionales y nacionales.

Justificación practica: Tiene justificación práctica, dado que nos permitirá determinar los valores de la resistencia del hormigón con la adición puzolana en porcentajes 5%, 10% y 15%, al ser sometidas a esfuerzos de flexión y compresión, orientándonos a un diseño innovador por medio de resultados óptimos las cuales mejoren las propiedades del concreto elaborado.

Justificación social: De igual manera, la investigación se justifica socialmente, debido a que propone una técnica nueva que será accesible para cualquier persona y podrá ser llevada a cabo en procesos constructivos, brindando estructuras seguras y de calidad. En lo que respecta a la justificación por conveniencia, la presente investigación es importante ya que dará a conocer el óptimo porcentaje de adición de puzolana de hoja de bambú para lograr obtener una mejor resistencia del concreto.

Justificación metodológica: Finalmente, presenta una justificación metodológica por que se llevara a cabo mediante objetivos planteados, desarrollando procesos

metodológicos, realizando estudios de los diferentes materiales a utilizar tomando en cuenta los lineamientos del código de diseño de mezcla ACI 221.

Para la investigación presente se planteó como Objetivo General: “Determinar cómo influye la adición de cenizas de hoja de bambú en la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

Así como también se ha planteado los siguientes objetivos específicos:

- Determinar qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en el estado plástico del concreto del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.
- Determinar qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.
- Determinar qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

De esta forma se plantea la Hipótesis General: “La adición de cenizas de hojas de bambú influye de manera positiva en la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2022”.

Así como se plantea también las hipótesis específicas de la presente investigación:

- La adición de cenizas de hojas de bambú influye de manera favorable en el estado plástico del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.
- La adición de cenizas de hojas de bambú produce resultados favorables en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.
- La adición de cenizas de hojas de bambú produce resultados favorables en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación, se ha consultado diversos tipos de artículos e investigaciones científicas con el fin de tener una base de comparación nacional e internacional.

León (2019) realizó el estudio “Caracterización y evaluación de las mezclas binarias puzolánicas para la elaboración de cementos ternarios eco-eficientes, Cuba” donde se propuso como objetivo principal calificar cualitativa y cuantitativamente los materiales puzolánicos basados en los residuos de caña de azúcar y hojas de bambú, y sus combinaciones a distintos porcentajes; sobre la base del estudio realizado a las reacciones de las muestras en un sistema de puzolana/CH mediante la aplicación de modelos matemáticos, técnicas experimentales y de actividad puzolánica, como parte de sus objetivos específicos, relacionándolo con la presente investigación, el autor determinó la combinación más idónea para la elaboración de cementos ternarios. Con base en sus resultados, llegó a la conclusión que las cenizas de hojas de bambú (CHBC100) poseen un mayor índice de amorficidad (35.46%) en comparación con los residuos de caña (CBCAC100) con un índice de 9.17%, un indicador muy importante en las evaluaciones de cementos con adiciones mediante su actividad puzolánica, resultando los mejores valores para la CHBC100 por sí sola, en tanto que la combinación, la mezcla más idónea para cementos ternarios resultó la CBCAC60+CHBC40, la cual arrojó un índice de amorficidad 58.61%, mayor entre las tres combinaciones. Finalmente, el autor recomienda realizar estudios tecnológicos en los cementos ternarios elaborados con la mezcla binaria y cemento portland ordinario (CPO), para realizar los ensayos correspondientes y realizar una comparación de resultados con los cementos binarios utilizando los mismos residuos y con el de CPO por sí solo.

Análogamente, López (2017) realizó el estudio “Caracterización y actividad puzolánica de la ceniza de corteza de bambú en México”, donde realizó la evaluación de las características de la ceniza de la corteza de bambú, donde se propuso evaluar las propiedades de las cenizas de la corteza de bambú, mediante estudios químicos y físicos, con la finalidad de recolectar toda la data

posible y poder determinar si este material puede ser constituido como una puzolana clase N, de acuerdo con los estándares propuestos por la norma ASTM C618. Y dentro de sus objetivos específicos en aporte a su investigación, cuantifico el “índice de actividad de resistencia” del material según la normativa internacional ASTM C311, mediante la elaboración de pequeñas muestras de mortero con la adición parcial de un 20% de cenizas de corteza de bambú por el cemento y luego ser sometidas a ensayos de compresión cada uno de los especímenes elaborados. Los resultados que obtuvieron mostraron que se tenía una mineralogía amorfa, la cual colocaba las cenizas de corteza de bambú dentro de las puzolanas clase N, el índice de actividad de resistencia (I.A.R) demostró que los cubos de mortero con sustitución del cemento por cenizas en porcentaje elaborados obtuvieron un incremento de resistencia de 75% por encima de la mezcla patrón. De tal manera el investigador pudo concluir con que la ceniza proveniente de la corteza del bambú cumple con las condiciones químicas mínimas propuestas por la ASTM C618, para ser considerado como clase N y al sustituir o reemplazar parcialmente al cemento en porcentajes, este aumenta la resistencia a compresión del mortero elaborado.

Por otro lado, Umoh y Odesola (2015), realizaron estudio “Characteristics of Bamboo Leaf Ash Blended Cement Paste and Mortar. Civil Engineering Dimensión 17 Indonesia”, donde se propusieron investigar sobre las características físicamecánicas del mezclar “mortero y cemento elaborado” con CPO en combinación con las cenizas de hojas de bambú (BLA), con el fin de determinar la mezcla idónea entre CPO y BLA para ser usados en los trabajos de mampostería, para la mezcla de cemento emplearon combinaciones de cemento y agua en variaciones de 4%, 8%,12%, 16% y 20% de BLA con respecto a la masa del cemento; a las cuales se le evaluaron la gravedad específica, consistencia, tiempos de fraguado y solidez. En tanto que el mortero se elaboró a partir de una proporción en masa de 1:3 cemento: arena, con vínculo de agua/cemento de 0.4 como referencia; en este caso, el cemento de la mezcla fue reemplazado por porciones de 4%, 8%,12%, 16% y 20% con respecto a la masa de este. Donde se concluyó que la resistencia del mortero con adición de puzolana CPO/BLA, aumenta con el tiempo de curado de las muestras. Así e obtuvo un buen desempeño para el mortero con el 8% de BLA en relación a la

mezcla patrón; mientras que la muestra que contenía 12% de BLA presento un mejor comportamiento en cuanto a resistencia. Asimismo, tanto la absorción como la porosidad incrementaron con la adición de BLA, mientras que la densidad aparente disminuyo. Finalmente recomiendan que el 12% de contenido de BLA en sustitución parcial por el cemento, es el contenido óptimo para la elaboración de mortero de albañilería para obras de edificación.

Cardona (2013), realizo el estudio de la “Caracterización de la ceniza de hoja de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto en Colombia”, tubo por objetivo la búsqueda de una metodología para la elaboración y caracterización fisicoquímica de la ceniza de hoja de bambú, para cumplir con su propósito utilizo diferentes procedimientos y métodos, realizo ensayos de laboratorio los cuales le proporcionaron los valores necesario para poder determinar si estas cenizas podrían ser utilizados como un material de remplazo o sustitución parcial del cemento en un porcentaje de 20%, en probetas de concreto tipo cilíndricas y cubos de mortero, realizando ensayos de edades de 7 y 28 días, donde se los valores obtenidos a 7 días fueron un 99.25% de resistencia obtenida en comparación del cubo patrón, y a los 28 días se obtuvo un 95.91% con respecto al cubo patrón, sin embargo comenta que para elaborar la mezcla de mortero tubo que adicionar un 17.77% de agua adicional a la mezcla dado que la cenizas retenían un cierto porcentaje de agua adicional. Concluyo su investigación con que la adición y/o remplazo de cenizas de hojas de bambú por la del cemento, muestra una mejoría en el comportamiento del concreto de acuerdo a lo que se obtuvo muestran similitud a resistirse a ser comprimido.

Coyasamin (2016) realizo la investigación “Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cascaras de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de cana (CBC) en Ecuador”, donde se propuso realizar un diseño de concreto donde se pueda incluir nuevos materiales con gran potencial puzolánicos como material de sustitución en porcentaje del cemento portland, entre sus objetivos específicos se propuso evaluar las resistencias del concreto elaborado, realizar una análisis para comparar los valores resistencia, así como realizar una comparativo entre el costo y beneficio del hormigón con adición del 15% de

puzolana de CCA y CBC con respecto al cemento, las cuales fueron sometidas a ensayos de resistencia a compresión a edades de 14 y 28 días, obtuvieron resultados favorables, donde el diseño de concreto fue de 240 kg/cm<sup>2</sup> y cuando se trabajó con el 15% de una tipo de ceniza (CCA o CBC) de obtuvo una mayor valor de resistencia en comparación al patrón, pero al juntarlos se obtiene un 30% de puzolana este solo muestra un incremento del 2% de resistencia con respecto al hormigón patrón, donde concluye que el adicionar puzolana de CCA y CBC al mismo tiempo esta muestra una mejora mínima en su capacidad de resistencia a la compresión, sin embargo al ser utilizados individualmente se obtuvo valores superiores al diseño, donde el adicionar un 15% de puzolana de cascara de arroz obtuvo una resistencia de 304.30 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, así como adicionar un 15% de puzolana de bagazo de caña obtuvo una resistencia de 262.30 kg/cm<sup>2</sup>, ambos valores superiores a la resistencia de diseño.

Flores & Upiachihua (2021), en su tesis “Diseño de concreto simple utilizando puzolana de hoja de bambú para mejorar la resistencia a compresión Tarapoto 2021”, tuvieron de objetivo principal identificar si la adición de 2%, 5% y 7% de cenizas de CHB (cenizas de hojas de bambú), llega a influir positivamente en el resistir del concreto de diseño experimental al ser sometidas a cargas a compresión, para la cual el investigador elaboro un total de 36 muestras de concreto en forma de cilindros, al ser ejecutados a los respectivos ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días, donde se pudo determinar que el porcentaje ideal de CHB es de 2% obteniendo una resistencia superior al de concreto de diseño, resiste a los 28 días de 236.10 kg/cm<sup>2</sup>, donde también comento que para elaborar un m<sup>3</sup> de concreto con una adición del 2% de cenizas de hojas de bambú, tiene un costo de S/164.70, superior a la de elaborar un concreto tradicional.

Tito (2017), realizo el estudio de “Resistencia de mortero con sustitución en 15%, 18% y 20% por las cenizas de hojas de bambú Chimbote 2017”, su investigación tu como objetivo, la disminución de los costos al elaborar mortero simple empleando cenizas de hojas secas de bambú, la cual será sustituido parcialmente en un 15%, 18% y 20% de cenizas por el cemento portland, para la cual se realizaron un total de 36 cubos de mortero, las que fueron sometidas

a cargas a compresión en edades de 3, 7 y 28 días. Donde los cubos patrón a 3,7 y 28 días arrojaron promedios de 180.64, 248.27 y 327.68 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde los cubos donde se adición 15% de puzolana de hojas de bambú obtuvieron resistencia de 160.60 kg/cm<sup>2</sup>, 221.21 kg/cm<sup>2</sup> y por ultimo 269.08 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los cubos con 20% de adición de puzolana obtuvo valores de resistencia 90.99 kg/cm<sup>2</sup>, 165.51 kg/cm<sup>2</sup> y por ultimo 235.17 kg/cm<sup>2</sup>, donde también fue realizado un “análisis de composición química” a las cenizas empleadas, dando un total de 53.11% de óxidos principales (silicio y aluminio), sin embargo al realizar la sustitución de CHB por el cemento, este no se logró favorecer positivamente a la resistencia de los cubos de mortero ya que lo que se obtuvo fue inferior a los del patrón, argumentando que fue para el bajo porcentaje de óxidos de calcio principal propiedad que otorga propiedades puzolánicas a la ceniza.

Minaya (2018), realizo el estudio de “Efectos de las cenizas de hojas secas de bambú en la resistencia de ladrillos de concreto Chimbote 2018”, Analizo las resistencias a compresión de ladrillos elaborados a base de puzolana de hoja de bambú en remplazo del cemento portland a un 15%, 20% y 25% de CHB, para lograr el objetivo se tuvo que calcinar las CHB a temperatura constante de 600 °C por un tiempo de 04 horas continuas y a la vez esta tuvo que ser molida hasta que las partículas sean de un aproximado de 74 um, convirtiéndolo en un material particulado PHB (polvo de hojas secas de bambú), con la finalizar de potenciar sus propiedades y/o principios puzolánicos de la ceniza, se realizaron ensayos a los 28 días de curado de los ladrillos elaborados, obteniendo resultados favorables y no favorables, la cual se puede destacar los ladrillos con 15% de adición de cenizas de hojas secas de bambú, a los 28 días se obtuvo una resistencia de 182.50 kg/cm<sup>2</sup> clasificándolo así como un ladrillo de tipo IV. Por los altos valores de porcentajes de óxidos de silicio, calcio y aluminio dentro de su componer químico de la ceniza de hoja seca de bambú, esta puede lograr sustituir favorablemente al cemento en la elaboración de ladrillos de tipo I, II y III, al comprobar que estos cenizas ha sido extraídas a partir de residuos (hojas secas, caídas), se podría concluir que es de bajo costo y menor contaminación ya que es un material alterno y amigable con el medio ambiente, pero tiene resultados muy favorables para la fabricación de ladrillos de concreto.

Por su parte Bazán (2018), realizó el estudio “Efecto de sustitución de 15% y 20% del cemento por ceniza de hojas de pino *Pinus Radiata* en la resistencia de un concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  Huaraz 2018”, donde pudo concluir que los resultados obtenidos producto de la “sustitución del cemento por cenizas de hojas de pino” en 15% y 20%, son favorables en resistir a cargas a “compresión del concreto de diseño”. Para ello, realizó análisis químico a las cenizas mediante métodos gravimétricos, donde identificó los óxidos principales, las cuales resultaron como un material puzolánico de clase C, según la ASTM C618-00, como también realizó ensayos de resistencia a cargas a compresión donde incrementó su resistir del 0.03% en relación al “concreto patrón” en las muestras con un 15% de cenizas para 28 días de curado y un aumento del 6.4% en los especímenes elaborados con el 20% de cenizas para la misma edad de curado del concreto.

Por otro lado, Farfán (2017), realizó la investigación “Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a compresión del concreto Trujillo 2017”, el autor identificó las consecuencias generadas por la adición de CBC ante el resistir a cargas a compresión del concreto experimental, adicionando 20% y 40% de cenizas. Donde obtuvo como resultado que a los primeros 7 días de curado no se obtuvo valores significativos, mientras que a los 28 días de edad a la probeta que se le adicionó el 40% de cenizas hubo una disminución de resistencia a la compresión muy considerable e incluso realizando la prueba de Kruskal-Wallis esta arrojó diferentes valores muy significativos al promedio del concreto patrón, en la cual concluyó que mientras más porcentaje de ceniza se adicionaba a la mezcla de concreto esta reducía las propiedades de resistencia que posee el concreto.

A continuación, se mencionarán conceptos relacionados al tema:

**Concreto:** Es un material con gran demanda a nivel mundial, ya que con esta se pueden realizar diversos tipos de construcciones entre ellos pavimentos, edificaciones, puentes, losas, obras hidráulicas entre otros relacionados al sector construcción.

Dado el contexto de la presente investigación, la “American Concrete Institute” (ACI), la define la unión de varios materiales y está compuesta por agua, cemento, agregado fino y grueso, donde la adición de aditivos dependerá de varios factores. Esto resulta en una pasta que contiene partículas de agregados con diferentes dimensiones para producir un material, cuyo estado puede ser moldeable en diversas formas durante las primeras horas de elaboración de este; luego con el tiempo la mezcla toma una consistencia rígida debido a la reacción del agua con el cemento, adquiriendo una resistencia mecánica capaz de convertirlo en un material de excelente desempeño estructural, al estar expuestos a diversos ambientes.

Para la Portland Cement Association (2004, p. 11), el concreto es, “la unión de dos ingredientes; la pasta y los agregados, la pasta está constituida por el agua y el cemento portland, que con la unión de los agregados fino y gruesos forma una masa muy parecida a una roca”.

Según la NTP 339.047 (2014, p. 8), menciona que, “el hormigón es la combinación de materiales aglomerantes, agregados extraídos de cantera (agregados finos y gruesos) y se suele utilizar como material aglomerante el cemento portland y el agua, que al pasar de los días se torna mas rígida”

Por lo mencionado anteriormente podemos entender que el concreto u hormigo, es la mezcla de varios materiales entre ellos pétreos y cementantes, que al juntarse con el agua se genera una reacción en esta la cual permite que al pasar de los días la mezcla va tomando mayor resistencia y eso se debe al diseño el cual fue elaborado con anterioridad de preparar la mezcla.

Agregados: Para elaborar concreto u hormigón, los agregados deben cumplir con ciertas características y especificaciones otorgadas las entidades nacionales e internacionales, siendo principales y determinantes los siguiente ensayos análisis granulométricos, peso y gravedad específica, grado de absorción y el porcentaje de humedad. El análisis granulométrico cumple la función de distribuir el tamaño de las partículas del agregado, determinadas mediante el análisis de los tamices normalizados; el peso unitario consiste en determinar la densidad del

material, que se refiere al peso de la muestra que se necesita para saturar el recipiente que tiene un volumen unitario específico, el cual corresponde al espacio ocupado por el agregado y el espacio no ocupado entre partículas. La gravedad específica, es la conexión que existe entre el agua y la masa del agregado; el grado de absorción y porcentaje de humedad de los agregados se determina mediante un procedimiento estandarizado por las normas aplicables, con la finalidad de controlar el porcentaje total de agua que se tiene en el concreto.

Agregado fino: es material que se extrae a través de la desintegración de forma natural y artificial de las rocas.

Para la NTP 400.037 (2014, p. 8), “El agregado fino puede provenir forma natural (disgregación de rocas), como también de forma oficial (mano del hombre), que pasa mediante tamices normalizados empezando con el 3/8” (9.5 milímetros) y quedando atrapado en el N° 200 (74  $\mu\text{m}$ )”.

Requisitos que el agregado fino deberá cumplir para la elaboración de hormigón, según la NTP 400.037.

- Granulometrías continuas y retenidas entre los tamices N°4 hasta el N°100 de la serie Tyler.
- No presentar retenciones mayores al 45% del total en dos tamices consecutivos.
- La granulometría no deberá exceder los parámetros que precisa la NTP 400.037, donde los agregados finos deberán cumplir con los límites permitidos por dicha norma.

En la tabla 1 (ver ANEXO N°4), podemos observar tipo de malla o tamices estandarizados y los porcentajes del agregado fino que debe pasar a través de estas, según lo indicado en la NTP 400.037, 2014.

Por lo mencionado en el párrafo anteriormente, Rivva manifiesta que:

Los parámetros recomendados para el diseño del concreto deberán tomarse en cuenta el módulo de fineza entre 2.35 mínimo y no mayor a 3.15, donde este deberá estar en los límites de  $\pm 0.2$ , si se diera el caso que este sobrepase los límites del agregado fino, la supervisión podrá rechazar o solicitar realizar reajustes a relación de los materiales, para poder equilibrar la variabilidad en la granulometría de los agregados. esta no deberá afectar la proporción de contenido de cemento, previa coordinación y/o aprobación por parte de ambos ejecutores. (2019, p 210).

Según la RNE (E.060), menciona que “el agregado fino deberá estar libre de materiales y/o sustancias que sean dañinas para la elaboración de concreto armado” (p.30).

Agregado grueso: También conocido como piedra triturada o chancada y/o grava, esto materiales provienen de manera natural o artificial de materiales pétreos a través de la desintegración de estas, que podemos encontrar en los lechos de ríos y canteras en las cuales se deposita de forma natural.

Según lo mencionado en la NTP 400.037 (2014, p. 8), “El agregado grueso puede provenir forma natural (disgregación de rocas), como también de forma oficial (mano del hombre), y es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y deberá cumplir con los límites establecidos”.

Consideraciones que se deben tomar en cuenta para los agregados gruesos según Rivva (2000).

- Dimensión del agregado deberá ser 1/5 menor de las medidas del encofrado.
- Dimensión del agregado deberá ser 1/3 del espesor o peralte de la losa.
- Dimensión del agregado deberá ser 3/4 la separación entre las varillas de acero.

En la tabla 2 (ver ANEXO N°4), podemos observar tipo de malla o tamices estandarizados para realizar el análisis granulométrico del agregado grueso, según la NTP 400.012, 2012.

En la tabla 3 (ver ANEXO N°4), podemos observar los porcentajes del agregado grueso que debe pasar a través de estas, según lo indicado en la NTP 400.037, 2014.

Cemento: El cemento portland es el generalmente se emplea como material aglomerante para la elaboración de concreto, este producto o material lo podemos obtener por medio de la trituración del Clinker Portland, que con la unión del  $\text{CaSO}_4$  (yeso), la cual nos permite obtener el cemento, se puede agregar cualquier otro tipo de elemento o aditivo siempre y cuando esta no altere las propiedades de concreto final, cuando este se une con el agua toma forma plástica con características de adherencia y moldeables, que al pasar de las horas se endurece y solidifica durante un periodo de curado de 28 días en la cual logra obtener su máxima resistencia.

La norma “NTP 334.009” menciona que:

El cemento portland, es un cemento hidráulico que se puede obtener mediante la desintegración del material principal el Clinker con la mezcla principalmente de los silicatos de calcio hidráulico, el cual contiene comúnmente un porcentaje de sulfato de calcio y rara vez se incorpora piedra caliza al momento del molido de estos materiales en mención. (2016, p. 16).

El Reglamento Nacional de Ediciones (RNE-E0.60), menciona que el “cemento portland, es un material particulado compuesto por óxidos, al unirlo con el agua esta forma una pasta homogénea aglomerante que al pasar de las horas se solidifica en cualquier ambiente en un tiempo determinado”. (p. 26).

Todo cemento portland que tenga finalidad de ser usado en la preparación de concreto, debe cumplir con ciertas características y propiedades según la Estandar Specification for Portland Cement (ASTM C-150), que lo califica según sus componentes de la siguiente manera, en la tabla 4 (ver ANEXO N°4), podemos observar los componentes del cemento, según lo mencionado en la Norma ASTM C-150.

Según Galicia & Velásquez, manifiestan que:

El Clinker es compuesto entre un 70% a 75% de silicato tricálcico y silicato bicálcico, un 15% a 7% de aluminato tricálcico y lo restante por ferro-aluminato Tetracálcico, donde los componentes secundarios que los complementan como los óxidos de azufre y magnesio, la relación entre porcentajes que representaran estos componentes en el Clinker, dependerá únicamente del porcentaje que este se encuentren en la materia prima y está compuesto por los siguiente minerales como el calcio, hierro, aluminio y silicio (2016, p. 12).

Tipos de cemento: Hoy en día la mayor parte de los cementos empleados a nivel nacional es el cemento portland y según los parámetros dados por la Norma ASTM C150 y NTP 334.009, califica en 5 diferentes tipos de cemento portland, que están ya estandarizados y cuya producción esta normalizada por los requisitos específicos de la norma en mención.

Los tipos de cementos nacionales y sus aplicaciones podemos observarlos en la tabla 5 y tabla 6 (ver ANEXO N°4).

Agua: Considerado como un principal elemento para elaborar concreto, dado que este al unirse con el cemento genera un proceso llamado la hidratación como también provoca una serie consecutiva de reacciones que activan la propiedades físicas y mecánicas que posee el cemento portland, el buen uso del agua convierte a este en uno de los parámetros primordiales para realizar evaluaciones y definir el eficaz comportamiento del concreto, el agua a utilizar no deberá ser perjudicial para el acabado final del concreto es por esta razón, la cual se recomienda utilizar agua potable.

Se podrá utilizar agua no potable solo si esta cumple con los requisitos mencionados en el RNE (E.060) y la NTP 339.088.

- Si están limpias y libres de cualquier residuo que sea perjudicial para el concreto, acero o elementos embebidos.

- Seleccionar las proporciones de la mezcla elaborada, para ser sometidas a distintos tipos de ensayos de laboratorio, en la que se utilizó el agua no potable.
- Las muestras de concreto elaboradas con el agua no potable, deberán ser ensayadas en laboratorio para determinar su resistencia a esfuerzos a los 7, 14 y 28 días de edad, la cual deberá tener resultados similares o como un mínimo del 90% los valores obtenidos durante los ensayos a las muestras elaboradas con agua potable. Al comparar los valores a resistencia de las muestras deberá ser idénticas, excepto el agua con la cual se elaboró, deberá ser ensayados descuerdo con lo que indica la norma NTP 334.051.

Según lo investigado por Rivva (2019, p.254), menciona que los componentes y los valores admisibles con los que deberá contar el agua, ver tabla 7 (ANEXO N°4).

Propiedades del concreto en estado plástico: cuando se encuentra en su situación plástica debe cumplir con factores muy importantes para este, como la trabajabilidad, consistencia y la homogeneidad estos determinaran la buena calidad del concreto, garantizando la durabilidad del concreto deseado por el proyecto, con el fin de garantizar todo lo mencionado se deben fijar los parámetros establecidos por las normas nacionales e internacionales, a continuación, detallaremos estos parámetros:

Trabajabilidad: También llamada como la manejabilidad, es considerada como una de las cualidades del concreto la cual define el esfuerzo que se necesita para poder maniobrar estando en un estado fresco o plástico, como también incluye a todos sus funciones involucradas para la trabajabilidad de concreto en este estado, la cual nos permite el transporte, colocación, compactación y moldeado del concreto.

Según Rivva (2019, p. 205), menciona que, “la trabajabilidad es aquella facilidad que se tiene para poder mezclarla y formar una determinar cantidad de concreto,

así como su fácil manejo, transporte y colocación de estas con el más mínimo trabajo y una máxima homogeneidad”.

La trabajabilidad del hormigón se define por muchos factores como por ejemplo las características de los agregados, esto lo determina el análisis granulométrico, ya que con estos valores obtenidos de los agregados podremos determinar los litros de agua que se necesita para elaborar un hormigón que posea una buena trabajabilidad.

**Consistencia:** Se utiliza este término para dar a conocer el estado de la fluidez del hormigón en un estado fresco, ya que esta es la que le otorga la capacidad para poder deformarse y lograr ocupar en su totalidad el molde o recipiente donde se coloca, si el material no tiene mucha fluidez nos indica que la pasta o mezcla se encuentra muy seca, la cual se determina mediante el ensayo de cono de Abrams (asentamiento de la mezcla).

Según Rivva define la consistencia del concreto como:

La propiedad que especifica la cantidad de agua en la mezcla por el rango de fluidez del hormigón, teniendo en cuenta que mientras la mezcla contenga mayor humedad, se podrá obtener un mejor manejo del concreto a la hora de su vertido. Está vinculada con la trabajabilidad, ya que una mezcla podrá tener una muy buena consistencia para ser vertido en un pavimento, pero ese mismo concreto podría ser muy complicado verterla en estructuras como vigas, columnas, placas entre otras. (2019, p. 208).

Podemos agregar que una mezcla de buena consistencia, es recomendable ya que esta nos garantiza una mejor en la mezcla, ya que esta fluirá con facilidad permitiendo que los agregados puedan distribuirse por toda la estructura, reduciendo a su vez la probabilidad de anomalías en el acabado final como la segregación y/o cangrejeras. Para poder evaluar la humedad y consistencia del concreto de manera adecuada se requiere realizar el ensayo de cono Abrams, siguiendo paso a paso lo indicado en la Norma Técnica Peruana 339.035 y Estandar Specification for Portland Cement (C143).

- Prueba de cono de Abrams: Se ejecuta cuando el concreto se encuentra en un estado plástico o fresco, luego de debe verter sobre un molde estandarizado en tres capas, donde por capa de deberá compactar con una varilla lisa de 16 milímetros de diámetro, dando 25 golpes por cada capa de llenado de mezcla. Luego procedemos al retiro lentamente del molde, tirando lentamente hacia arriba dando lugar a que la mezcla de concreto se asiente, se coloca la varilla de acero sobre el molde y con una cinta métrica realizamos la medida del espacio vacío entre el concreto y la varilla, las mediciones obtenidas pueden variar según el tipo de estructura y diseño de concreto. Para ello presentamos la siguiente tabla donde podemos observar el asentamiento mínimo y máximo de cada estructura de concreto.

Según Enrique Rivva López (2019), menciona los valores de asentamiento de la mezcla permitidos por estructura, ver tabla 8 (ANEXO N°4).

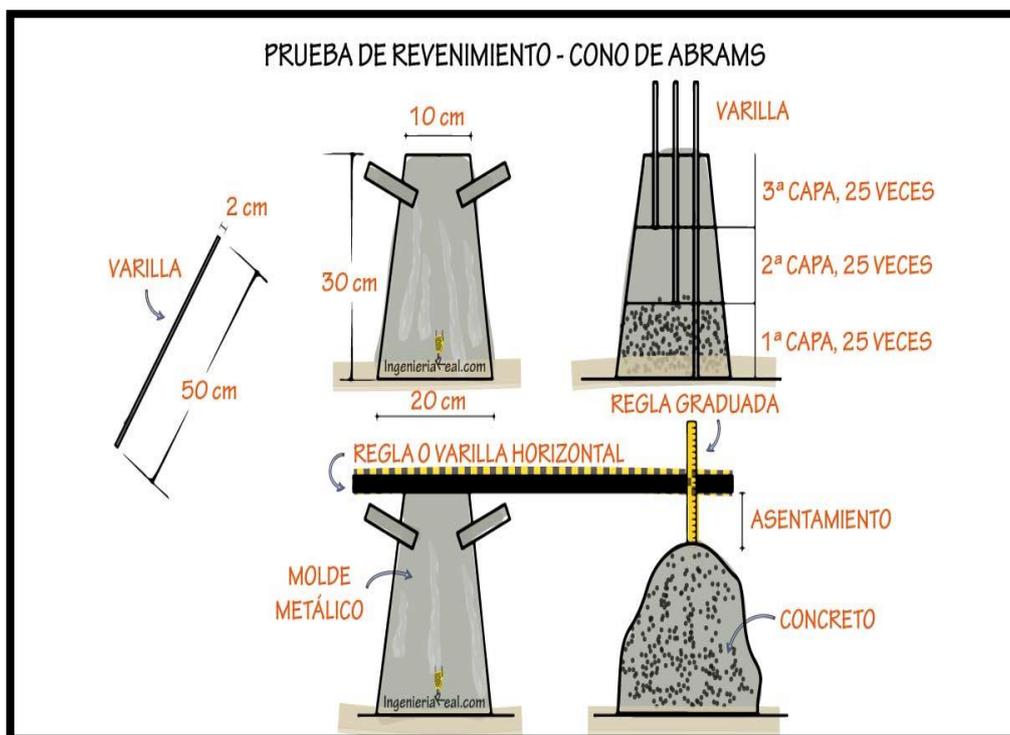


Figura 1. Medición de asentamiento del concreto.

Propiedades del concreto en el estado endurecido: El hormigón atraviesa por varias etapas y estados durante su elaboración que deben de tener en cuenta

para cuando se encuentre en su estado endurecido posea las propiedades necesarias y se encuentre dentro de los estándares de calidad solicitado en nuestro proyecto, luego de que este halla curado por 28 días, este logra alcanzar su máxima resistencia.

Esta propiedad esta asociada con la resistencia, no obstante, al ejecutar el diseño del concreto de deben tomar en consideración algunos factores ajenos a la resistencia como: durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste.

La NTP 339.033, dispone medidas estándares para los moldes de especímenes de concreto, para la muestra tipo cilíndrica de las medidas deberán ser de 4"x8".

Esfuerzo a compresión, según lo mencionado por Sánchez:

El concreto está expuesto a una variedad de esfuerzos, entre ellas tenemos la resistencia a compresión, la cual constituye su atributo más importante en las estructuras convencionales. Esta propiedad representa su capacidad de soportar cargas o esfuerzos por unidad de área, por lo tanto, viene dada en kg/cm<sup>2</sup> generalmente, (2011, p. 54).

“Se determina mediante ensayos mecánicos donde son sometidas a esfuerzos de compresión por medio de equipos mecánicos, a los especímenes cilíndricas del concreto elaborado, a los días de curado de 7, 14 y 28 de los testigos de concreto”. (NTP 339.034, 2015, p. 8).

En concordancia con la norma ASTM C39-20 y RNE, mencionan que, el ensayo a compresión en probetas cilíndricas consiste en someterlas a cargas axiales de compresión a la muestra de concreto tipo cilíndricas, con una capacidad de carga controlada, hasta el punto donde la muestra presente falla. Resistirse a ser comprimido se determina por la división del esfuerzo aplicado entre la sección transversal de este, el valor final es le promediado de todas las muestras realizadas por edades y diseños del concreto (Harmsen, 2005, p. 29).



Figura 2. Prensa digital para rotura de muestras de concreto.

Según Abanto (2009, p. 51), comenta que “para someterse a compresión al concreto esta deberá llegar a su totalidad de curado a los 28 días, de esta manera podrá el concreto alcanzar su máxima resistencia, para conocer la carga máxima a la que puede ser sometida”.

La Norma Técnica Peruana 339.034, da a conocer las edades del concreto, así como las tolerancias para la ejecución del ensayo, la cual podemos ver en la tabla 9 en el ANEXO N°4.

Para la Norma Técnica Peruana 339.035 (2015, p. 12), “las muestras de concreto que serán sometidas a esfuerzos, deberán estar sumergidas en pozos de agua u otro método, con la finalidad de que estas pierdan humedad, ya que estas serán ensayadas en condición de húmeda”.

Esfuerzo a flexión: También conocida como una de “los ensayos para determinar el módulo de rotura a tracción del concreto”. La resistencia del concreto a esfuerzo de flexión es una de los factores principales y determinantes para la calidad del concreto en estructuras como pavimentos y losas, ya que estas están son de alto tránsito vehicular y peatonal, así como el cambio de temperatura en diferentes zonas a lo largo de la estructura.

Para realizar el diseño de concreto que serán sometidas a cargas de flexión, los valores de resistencia serán expresada como el módulo de rotura en libras por pulgada cuadrada (MPa), estos valores son determinados mediante ensayos establecidos por la Norma Técnica Peruana y Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), las cuales menciona dos maneras de realizarlas:

- ASTM C78 – NTP 339.078: Carga aplicada en dos puntos tercios.
- ASTM C293 – NTP 339.079: Carga aplicada en el punto medio.

Por lo mencionado en la NTP 339.078 (2012, p.16), “para poder obtener “los valores de resistencia a la flexión de las muestras de concreto elaboradas y curadas según lo especificado en la NTP 339.033 y NTP 339.183”.

El ensayo en mención consiste en aplicar cargas o esfuerzos sobre los dos tercios de la longitud total de la viga, luego someterla para hacerla al fallo, se calculará el módulo de rotura dependiendo de donde se encuentra exactamente la falla en la muestra tipo viga del concreto, la cual deberá estar ubicada al interior del “tercio medio” o no deberá estar “una distancia mayor al 5% de la luz libre”.

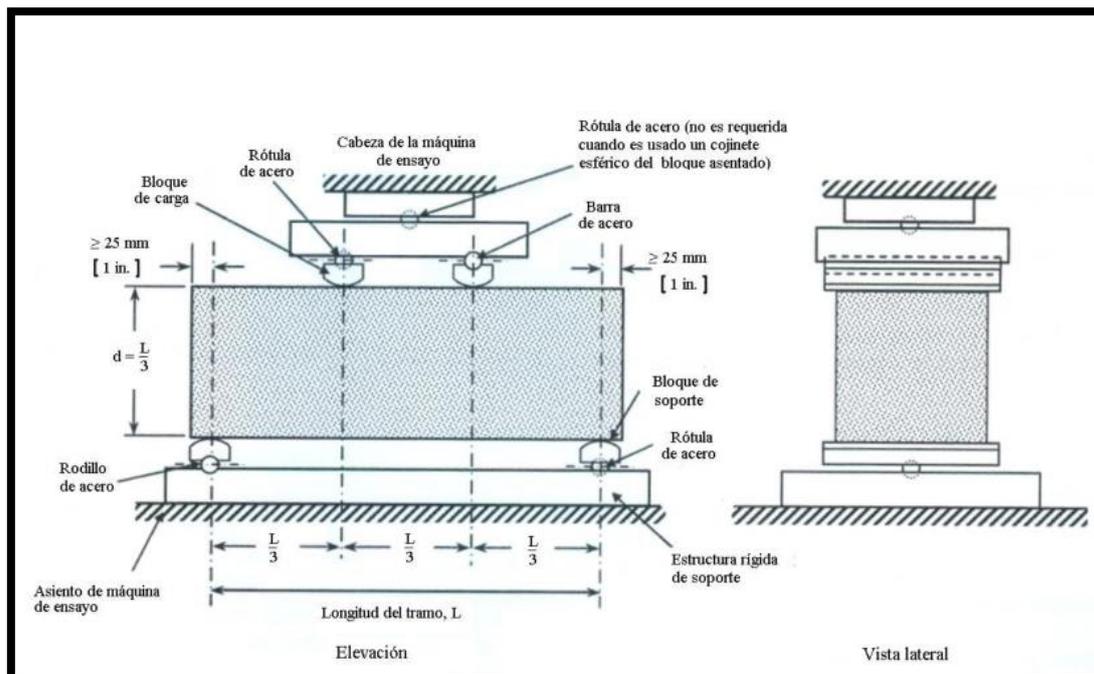


Figura 3. Diagrama de aplicación de esfuerzos a flexión de vigas con cargas a dos tercios (NTP 339.078).

Según la NTP 339.079 (2012), menciona que:

Se aplicará este tipo de ensayo con la finalidad de determinar el valor de módulo de rotura de las muestras realizadas según lo especificado en la NTP" (339.033 – 339.183), los datos obtenidos mediante el ensayo podrían variar si se encuentran algunas observaciones en los especímenes, condiciones de curado y/o dimensión de la muestra (p. 10).

El ensayo en mención consiste en ejercer cargas o esfuerzos mediante equipos autorizados, en los ejes centrales de la muestra tipo viga, luego someterla hasta llegar al fallo del concreto.

La NTP 339.033, dispone medidas estándares para los moldes de especímenes de concreto, para la muestra tipo viga nos indica que las dimensiones serán de 6" x 6" x 22".

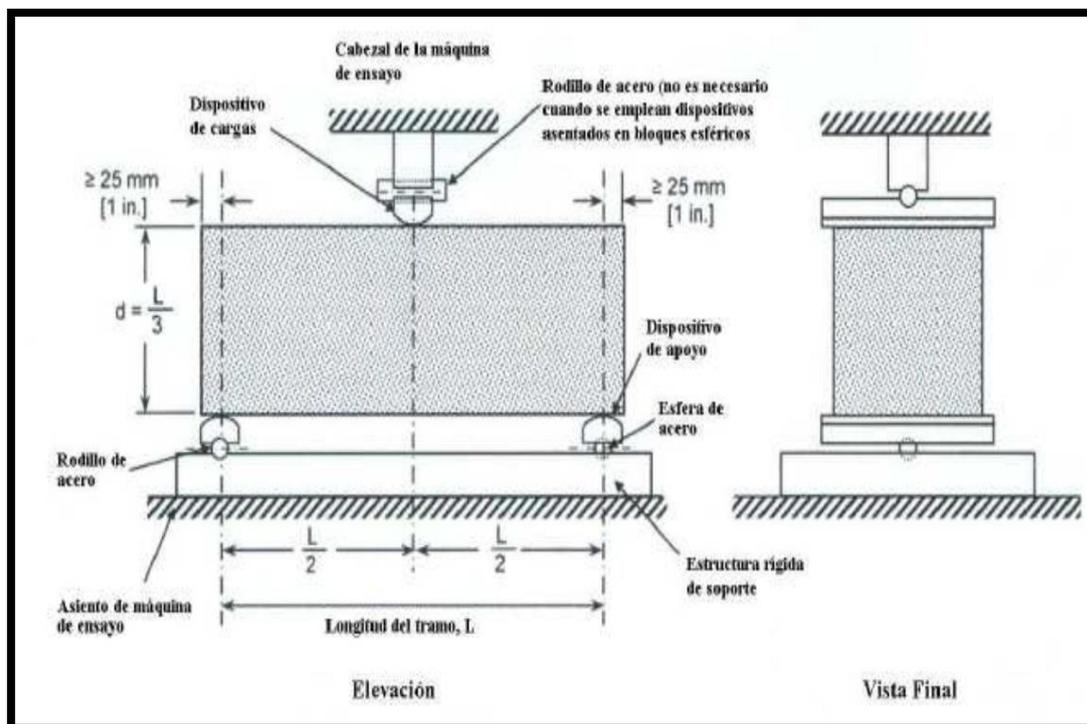


Figura 4. Diagrama de aplicación de esfuerzos a flexión de vigas con carga al eje (NTP 339.079).

Durabilidad del concreto: Mucho de nosotros nos hemos cruzado o topado con obras recién ejecutadas, que ya muestran patologías en su construcción, como

grietas, fisuras entre otros. La durabilidad una de las capacidades que posee el hormigón para soportar acciones físicas, biológicas, climáticas y químicas. Una estructura duradera es aquella cuyo tiempo de vida útil supera los 50 años, en países más desarrollados se han diseñado estructuras de concreto con tiempos de vida útil entre los 80 y 100 años.

Según Perles (2014), la define de la siguiente manera: “la capacidad que tiene esta para soportar el accionar de agentes que se encuentran en el ambiente como la abrasión, ataques biológicos entre otros elementos que genere el desgaste o deterioro del concreto” (p. 30).

Bambú: Durante décadas el bambú ha sido considerado como un árbol, tras diversos estudios se pudo demostrar que realmente es una planta, una gramínea como el arroz, maíz o el trigo que integran la familia de las Bambusoideas, que comprenden más de 115 géneros y alrededor de 1400 especies a lo largo del planeta y tienen un crecimiento muy acelerado.

Catalogado como uno de los recursos ecológicos más renovable y sostenible a nivel mundial, también resulta muy rentable. Como resultado de los movimientos sostenibles a rededor del mundo este se ha vuelto un material muy popular, ya que es una alternativa cada vez más utilizada en diversos campos, sus propiedades y característica han podido demostrar que supera a cualquier tipo de madera en resistencia, durabilidad y capacidad de renovación.

Según el MINAGRI (2010), menciona que el bambú, “El bambú es un material elástico, liviano y tiene una relación de fuerza-peso mayor que el acero. Así mismo posee alta resistencia a esfuerzos de compresión y tracción, esto se debe a las propiedades que posee” (p. 08).

Usos del bambú: Es considerado una planta multifuncional, ya que tiene diversos tipos de usos:

- Cocina: Como alimento en muchos países asiáticos los brotes lo consumen, además de fabricar utensilios para la cocina que son antibacterianos y ecológicos.
- Hogar: Muebles, accesorios de baños y artículos de decoración.
- Medicina: En países asiáticos el brote del bambú negro es utilizado como medicamento para la cura de enfermedades renales, hojas y raíces para tratar el cáncer y enfermedades venéreas, e Indonesia consumen el agua del culmo para tratar enfermedades de los huesos.
- Armas: Arcos, flechas y lanzas de caza.
- Instrumentos musicales: Tambores y flautas.
- Industria: se utiliza como carbón de bambú, para conducir electricidad como un nanotubo natural, en países de Asia lo utilizan como tubos conductores de agua para regadillo y consumo humano.
- Construcción: Se le da uso para construir cualquier tipo de vivienda por su alta resistencia, también sirve como refuerzos de puentes y algunas carreteras. Actualmente se propone como adición de las cenizas de hojas de bambú como nueva alternativa para la elaboración de concreto.



Figura 5. Distribución de especies nativas de bambú.

Cenizas volantes: Las cenizas son unas de las adiciones cementantes más apetecidas por el sector de la construcción hoy en día, ya que estas cumplen con los límites fisicoquímicos que la hacen capaces de desarrollar características aglomerantes una vez que acceden a la etapa de la hidratación del cemento, favoreciendo la trazabilidad del concreto, desarrollo de resistencia y durabilidad, entre otras, y adicionalmente generando beneficios económicos y del medio ambiente de reaprovechamiento del residuo más importante que producen las termoeléctricas, en línea con los inicios de economía circular.

La Norma Técnica Peruana 334.104 (2011), menciona que, “las cenizas volantes son aquellos residuos finamente particulados que se obtiene mediante ignición del carbón pulverizado o triturado, que a su vez esta es trasladada mediante flujos gaseosos” (p. 05).

**Tabla 10.** Composición química de los materiales cementantes

COMPONENTE QUIMICO	CEMENTO PORTLAND (%)	CENIZA VOLANTE (%)	ESCORIA DE ALTO HORNO (%)
SiO <sub>2</sub>	18.15	54.3	33.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.65	20.8	12.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.8	5.3	0.48
CaO	60.03	6.4	45.4
MgO	2.5	0.8	1
Na <sub>2</sub> O	0.8	0.9	0.12
K <sub>2</sub> O	0.5	0.7	1.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0.7	-
TiO <sub>2</sub>	-	1.2	0.5
MnO	-	0.01	-
SO <sub>3</sub>	2.4	0.92	-
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.9	2.61	2.63
Inquemados	0.6	8	-

Fuente: Cárdenas, Lizarazo y Aperador (2016).

Puzolanas: se extraen de forma “natural” o “artificial”, que contienen en su composición química muy altos porcentajes de sílice y/o aluminio. Claramente

no son materiales cementosos en este estado, pero cuando son mezclados con cal y son molidos o triturados muy finamente, esta mezcla al contacto con el agua procede a endurecerse a temperaturas normales. La gran mayoría de cenizas volantes, pueden llegar a remplazar al cemento portland entre un 15% hasta un máximo de 40%, remplazando al cemento portland en determinado porcentaje.

Según Juárez (2012), “las puzolanas son materiales producidos de manera natural y artificial, que contienen altos porcentajes de óxido de sílice y alúmina, sin embargo poseen muy poca o casi nada de calidad aglomerante”. (p. 33).

Tipo de puzolanas: Rosales menciona lo siguiente:

Manifiesta que, las puzolanas se pueden clasificar en dos tipos: naturales y/o artificiales, en recientes investigaciones se menciona que puede encontrarse un grupo intermedio que incluye la puzolana natural se trata térmicamente, similar al utilizado para la puzolana sintética, para aumentar sus propiedades hidráulicas. Esto ha sido procesado, activado o puede considerarse, aunque de origen natural y/o artificial por el trato que reciben. Pueden llamarse puzolanas mixtas o intermedias y comparten las características de la naturaleza y artificial (2012, p. 45).

Básicamente existen dos tipos de puzolanas, llamadas o clasificadas como:

- Puzolanas Naturales: Cenizas obtenidas mediante actividades volcánicas
- Puzolanas Artificiales: Cenizas obtenidas mediante procesos industriales y agrícolas.

Clasificación de puzolanas: Realizar una clasificación de puzolanas hoy en día es muy difícil, ya que este término abarca una gran variedad de materiales que son muy variados en composición y origen. Ya sea mineralógica o composición química, pero todas poseen la misma reacción cuando entran al contacto con el agua, el cemento y la cal.

La NTP 334.104 (2011) y ASTM C618 (2019), clasifica a las cenizas volantes y puzolana cruda o calcinada de la siguiente manera:

- Clase N: Puzolanas naturales o calcinadas.
- Clase F: Cenizas volantes que contienen propiedades puzolánicas.
- Clase C: Cenizas volantes que contienen propiedades puzolánicas, hidráulicas y/o cementosas.

**Tabla 11.** Requisitos químicos según la clase de puzolana

COMPONENTES QUIMICOS	CLASE		
	N	F	C
SiO <sub>3</sub> (Dióxido de silicio) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (óxido de aluminio) + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Óxido de hierro), % mínimo.	70%	70%	50%
SO <sub>3</sub> (Trióxido de azufre), % máximo.	4%	5%	5%
Contenido de humedad, % máximo.	3%	3%	3%
Perdida de calcinación, % máximo.	10%	6% <sup>A</sup>	6%

Fuente: Norma NTP 334.104 (2011).

Así como también se nos brinda los requisitos físicos que debe de cumplir el material puzolánico para poder ser utilizado como parte de la elaboración del concreto, la cual podemos observar en la tabla 12 de ANEXOS N°4.

Cenizas de hojas de bambú: es un material extraído a través de la combustión de los residuos de hojas de bambú, a la cual aún se le puede dar un uso en la elaboración de concreto dado que cuenta con características químicas similares al cemento.

Según Cardona manifiesta que:

Las cenizas de hojas de bambú contienen alto contenido de sílice, a través de la metodología “ensayo de fluorescencia de rayos x” (FRX), se pudo observar que tiene propiedades de hasta un 75% para este caso, así como bajas concentraciones del resto de óxidos. Se podría afirmar que la suma de todas sus propiedades hace las cenizas sea un material con alta valor reactivo altamente reactivo, por ende, puede estar considerado como una puzolana natural, de acuerdo con las bases y especificaciones que menciona la ASTM C618. (2013, p. 97).

En la investigación realizada por Apriant, et al. (2015), realizo ciertos ensayos de las cenizas de hoja de bambú, brindando la composición química de las cenizas, la cual servirá de guía y comparación de valores de comparación química de la presente investigación, la cual podemos visualizar en la tabla 13 de los ANEXOS N°4.

Por otro lado, la adición parcial de cenizas en el concreto, aporta de forma favorable a la resistencia de concreto de diseño y es una alternativa eco amigable. Es uno de los desechos agrícolas más comunes la hoja de bambú (CHBC), las cuales constituyen un recurso natural de gran rendimiento, ya que tiene un crecimiento muy acelerado y es una gran opción para poder utilizarlo como un aditivo para materiales de construcción.

La ceniza de hoja de bambú como una nueva alternativa para sustituir parcialmente el cemento en el concreto han sido muy poco estudiadas; su composición química fue obtenida en investigación realizada por Cociña et al. (2011) en donde determinaron que su uso contribuye en la producción de futuros cementos eco - eficientes, residuo que podría remplazar al humo de sílice. Su composición química estimada en % óxidos, se muestra en la tabla 11 de los ANEXOS N°4.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

“La investigación de tipo aplicada, es aquella que comprende objetivos prácticos e inmediatos claramente definidos, las cuales implica que se tiene que actuar, modificar o generar algún cambio en un determinado ámbito de la realidad estudiada” (Carrasco, 2017, p.15).

La investigación realizada es de tipo aplicada, dado que se realizan estudios de cálculos de la resistencia a las muestras de concreto, sustituyendo el cemento por puzolana de hoja de bambú en diferentes porcentajes de 5%, 10% y 15%.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

“La investigación experimental, consiste en manipular la variable independiente, donde examinador interviene manipulándolo para conseguir un resultado” (Vera & Oliveros, 2008, p.150).

Para la presente investigación, el diseño a aplicar será experimental, dado que determinaremos el porcentaje óptimo de cenizas de hojas de bambú en sustitución parcial al peso del cemento portland, para lograr obtener su optima resistencia y con ello identificar los fenómenos que se generan a sus propiedades del concreto al adicionar cenizas parcialmente.

##### **3.1.3. Enfoque cuantitativo**

La presente investigación comprende un enfoque cuantitativo, ya que realizaremos análisis con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas en la presente investigación.

El enfoque cuantitativo se fundamenta en el análisis estadístico de un problema o fenómeno específico, a partir de mediciones numéricas para predecir, deducir o determinar patrones de comportamiento del mismo. Asimismo, este enfoque emplea experimentos y análisis de causa y efecto mediante un proceso metódico deductivo que conlleva a comprobar hipótesis, que previamente fueron formuladas” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

#### **3.1.4. Nivel de investigación**

Esta contiene un nivel explicativo, “ya que se busca observar la respuesta de una variable frente a variaciones que se experimentan sobre otras, esto se logra mediante distinción de los factores que alteran en el comportamiento de la variable dependiente” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 79).

De esta manera se busca evaluar los efectos que generan el adicionar “cenizas de hojas de bambú” en el hormigón simple, efectos que están relacionados directamente con la resistencia a cargas de compresión y flexión.

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

#### **3.2.1. Variables**

Para Borja (2012, p. 28) una variable es cualidad o característica; cantidad o magnitud que puede llegar a sufrir cambios.

Para el presente estudio se cuenta con 2 variables las cuales son las siguientes:

Variable Independiente: Cenizas de hojas de Bambú

Variable Dependiente: Resistencia del concreto

### 3.2.2. Operacionalización de variables

Cenizas de hojas de Bambú (VI): “Diversos investigadores han ejecutado estudios donde han demostrado que la aplicación de cenizas de bambú u otros desechos orgánicos, han brindado una buena respuesta en las mejoras de las propiedades del hormigón, sustituyendo el cemento parcialmente por puzolana” (Cardona, 2013, p. 12).

Por lo comentado por el autor podemos entender que una evaluación de actividad puzolánica es parte fundamental para presagiar como se comportarán los materiales cementosos que han sido modificados para elaborar hormigón con este material, donde se piensa sustituir al cemento por puzolana de hoja de bambú en distintos porcentajes.

Resistencia del concreto (VD): “La resistencia del hormigón es la propiedad más importante que posee, es la cual hace posible que soporte cargas por unidad de área, la cual está expresada en términos de esfuerzos que están representadas generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa”. (Sánchez. 2017, p. 35).

Los agregados (fino y grueso) cuando se mezcla con el cemento o un material puzolánico, estas mejoran las características del hormigón ya endurecido, debido a las propiedades hidráulicas que posee el cemento o la puzolana utilizada. Para lograr resultados favorables no solo se debe utilizar materiales adecuados, si no que se debe realizar un cálculo adecuado de la relación agua – cemento.

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

#### **3.3.1. Población**

“Esta es entendida como las agrupaciones de elementos, individuos o unidades que presentan características comunes, son fáciles observar, medir o experimentar, la cual forma el ámbito de la investigación” (Hernández & Mendoza, 2018, p.25).

La investigación presente tiene una población que está representada por el concreto tradicional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, donde se sustituirá el cemento por puzolana de hoja de bambú en distintos porcentajes, al ser una investigación tipo cuantitativa, así como experimental correlación, la población es muestral.

#### **3.3.2. Muestra**

“Esta es “un subgrupo” extraído de la “población”, la cual se requiere que sea representativa de esta última, con el fin de poder determinar las características, los rasgos y las propiedades de nuestra población” (Hernández & Mendoza, 2018, p.28).

Para nuestra investigación la cantidad total de muestras será tomado de acuerdo a la NTP 339.036, donde menciona que para las muestras tipo cilíndricas se deberá realizar 3 probetas por diseño y para las muestras de tipo viga se realizará 2 muestras por diseño (patrón, 5%, 10% y 15%), donde te tendrá un total de 36 muestras de tipo cilíndricas y 24 muestras de tipo vigas, que luego serán sometidas a ensayos en edades de 7, 14 y 28 días.

#### **3.3.3. Muestreo**

Para Hernández, Fernández & Baptista (2018, p. 174), “el muestro no probabilístico, es una técnica donde los especímenes no son escogidos al

azar, sino que son seleccionados por el investigador basado en un juicio subjetivo”.

El muestreo en la presente investigación es no probabilístico por conveniencia, ya que se ha escogido el número de población a realizar sin haber ejecutado un criterio estadístico, donde se ha llegado a la decisión de realizar como un mínimo de 3 muestras por probeta cilíndrica según su diseño y edad, así como un mínimo de 2 muestras tipo viga según su diseño y su edad, tal y como lo especifica la Norma Técnica Peruana 339.036 y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales C172.

**Tabla 15.** *Numero de muestras de concreto para ensayo a compresión y flexión*

PORCENTAJE DE CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	NUMERO DE MUESTRAS PARA ENSAYO A COMPRESIÓN (UND)			NUMERO DE MUESTRAS PARA ENSAYO A FLEXIÓN (UND)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
0%	3	3	3	2	2	2
5%	3	3	3	2	2	2
10%	3	3	3	2	2	2
15%	3	3	3	2	2	2
Subtotal	12	12	12	8	8	8
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>			<b>24</b>		

Fuente: Autoría propia, 2022.

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

#### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Borja (2012), “las principales técnicas para realizar la recolección de datos son las encuestas, entrevistas, observación y las pruebas estandarizadas” (p.23).

Para la ejecución de la investigación utilizaremos la “técnica de observación directa”, para realizar la recolección de data a través de formatos según corresponda el tipo de ensayo, donde primero se tendrá que seleccionar los “instrumentos para la recolección de los datos”, las cuales garantizarán su

confiabilidad y segundo la aplicación correcta de nuestros instrumentos para conseguir los valores o registros deseados y posteriormente analizar la información recopilada.

**Tabla 16.** *Técnicas para la recolección de datos*

TÉCNICA	NORMA	
"Análisis de composición química de metales de la ceniza de hojas de bambú - Óxidos metálicos"	NTP 334.104	ASTM C618-19
"Peso específico de la ceniza"	NTP 400.022	-
"Porcentaje de absorción de la ceniza"	NTP 399.604	-
"Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso"	NTP 400.012 NTP 400.037	ASTM C33 ASTM C136
"Peso unitario del agregado (compactado y suelto)"	NTP 400.017	ASTM C29
"Peso específico de los agregados"	NTP 400.022 NTP 400.021	ASTM C127
"Ensayo de absorción de los agregados"	NTP 400.022 NTP 400.021	ASTM C128
"Ensayo de asentamiento del concreto"	NTP 339.035	ASTM C143
"Elaboración de muestras cilíndricas y curado de especímenes"	NTP 339.033	ASTM C172
"Método de ensayo a compresión"	NTP 339.034	ASTM C39
"Método de ensayo a flexión"	NTP 339.078	ASTM C78

Fuente: Autoría propia.2022.

Según Arias (2012) la observación directa es una técnica de recolección de datos nos permite comprender un acto o un grupo de ellos calificados de real, también pueden ser situaciones comunitarios o naturales (p. 97).

La técnica aplicar en la presente investigación, será la observación directa para la recolección de los datos experimentales.

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2012), "Un instrumento de recolección de datos, puede ser todo aquel formato, dispositivo o recurso impreso y digital, con la cual se pueda registrar la información obtenida por el investigador" (p. 68).

La presente investigación, se utilizarán guías de observación y formatos elaborados con los requisitos mínimos proporcionados por la NTP y ASTM para recolectar la información necesaria, así como equipos y herramientas que se utilizaran para realizar los diferentes tipos de ensayos; donde se ha realizado ha realizado la parte experimental de nuestra investigación, en el ANEXO N°02 se adjunta los formatos utilizados así como en el ANEXO N°11 se adjuntan los documentos que avalan el uso de los equipos para la recolección de datos.

❖ **“Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.012 – ASTM C136)”**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Báscula (precisión de 0.1 gramos)
- Mufla
- Taras
- Tamices (Juego de mallas estandarizadas)



Figura 6. Equipos e instrumentos para el análisis granulométrico

❖ **“Método de ensayo para determinar el peso unitario de agregados fino y grueso (suelos y compactados) (NTP 400.017 – ASTM C29)”**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Báscula de precisión de 0.1 gramos
- Mufla
- Cucharones metálicos
- Taras (recipiente para la muestra)
- Varilla de acero (5/8” de diámetro)



Figura 7. Instrumentos y equipos para el Peso Unitario.

❖ **“Método de ensayo para la determinación del peso específico y porcentaje de absorción de grueso (NTP 400.022 – ASTM C127 – ASTM C128)”**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Mufla

- Báscula de precisión de 0.1 gramos
- Estufa
- Cesta enmallada
- Molde y barra compactadora
- Tarro (para determinación volumétrica)
- Picnómetro de 500 ml
- Agua
- Muestra del agregado



Figura 8. Instrumentos y equipos para el Peso Específico.

❖ **“Método para la determinar el peso específico y el porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022 – ASTM C127 – ASTM C128)”**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Mufla
- Báscula de precisión de 0.1 gramos

- Estufa
- Cesta enmallada
- Molde y barra compactadora
- Tarro (para determinación volumétrica)
- Picnómetro de 500 ml
- Agua
- Muestra del agregado

❖ **“Método de ensayo para el asentamiento concreto en estado fresco (SLUMP) (NTP 339.035 – ASTM C143)”**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Varilla compactadora de acero liso de 60cm
- Cono de Abrahms
- Cintra métrica
- Cucharon de metal
- Bandeja metálica
- Comba de goma
- Nivel de mano

➤ **Método:**

- ✓ Nivelar la superficie, donde se ha de realizar el ensayo.
- ✓ Colocamos la plancha metálica y el cono de Abrahms sobre la superficie nivelada, procedemos a verificar con el nivel de mano si este se encuentra en la posición correcta.
- ✓ Vertimos la mezcla de concreto sobre el cono de Abrahms en tres etapas o niveles donde por cada nivel realizaremos 25 golpes con la varilla metálica, hasta llegar el total del nivel.

- ✓ Limpiamos y retiramos el concreto excedente sobre el cono de Abrahms.
- ✓ Levantar el cono sujetándolo por las asas de ambos extremos.
- ✓ Volteamos el cono de Abrahms y lo colocamos a lado de la muestra.
- ✓ Realizamos la medición del asentamiento con la cintra métrica.



Figura 9. Instrumentos y equipos para ensayo de asentamiento de concreto

❖ **“Método de ensayo para determinar la resistencia a compresión del concreto, en probetas cilíndricas (NTP 339.034 – ASTM C39)”**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Probetas de concreto (muestras)
- Placas de neopreno
- Equipo a compresión
- Libreta de apunte

➤ Método:

- ✓ Dar una previa revisión al equipo momentos antes de realizar el ensayo y verificar que los accesorios se encuentren en buen estado.

- ✓ Retirar las muestras (probetas) del área de curado y secarlo con un trapo limpio hasta quitar toda el agua que sobre la superficie.
- ✓ Colocamos las muestras dentro del equipo para someterlo a compresión de manera vertical.
- ✓ Anotar los datos de la “máxima capacidad de resistencia a compresión”.
- ✓ Fórmula para la obtención de resultados:

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

Sabiendo que:

F'c : “Fuerza a la compresión”

P : “Esfuerzo”

A : “Área de la superficie de la muestra cilíndrica”



Figura 10. Equipo para ensayo de resistencia a la compresión

❖ **“Método de ensayo para la determinación de la resistencia a flexión del concreto, en muestras tipo viga (NTP 339.034 – ASTM C78)”.**

Equipos e instrumentos que se emplearan para la ejecución del ensayo, los cuales han sido calibrados con anterioridad, la cual se adjunta en el ANEXO N°12.

- Equipo para ensayo a flexión
- Placas de neopreno
- Vigas de 6"x6"x20" (muestras)
- Libreta de apuntes

➤ Método:

- ✓ Previa revisión del equipo para incidentes al realizar los ensayos.
- ✓ Retirar las muestras del área de curado y procedemos a secarlo superficialmente con paños.
- ✓ Colocar la viga (muestra) dentro del espacio del equipo, para poder aplicar cargas a flexión.
- ✓ Tomar los valores de la capacidad máxima dada por el equipo.
- ✓ Fórmula para el procesamiento de datos obtenidos.
- ✓ En caso que la falla este dentro del tercio medio de la viga y no sobrepasará más del 5%, se aplicará la siguiente formula:

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

- ✓ En caso que la falla se encuentre en más del 5% del tercio medio de la viga, se aplicará la siguiente formula:

$$Mr = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Sabiendo que:

Mr es el módulo de rotura, P la máxima carga aplicada, L la luz representa en milímetros, b el ancho promedio de la muestra en milímetros en la falla, h la profundidad promedio de la muestra en milímetros en la falla y la a representada como la distancia

promedio entre la falla y el apoyo más próximo, medido de la superficie de tensión de la viga en milímetros.



Figura 11. Equipo para ensayo de resistencia a la flexión

### 3.4.3. Validez del instrumento

Siguiendo a Hernández, Fernández & Baptista (2014), Para validar un instrumento a utilizar se aprecia por medio de una correlación entre los puntajes de medida y las puntuaciones dadas por los criterios de los expertos en el tema, el instrumento de validez no posee coeficiente fijo de valor que sirva para realizar algún propósito, la validez varía según el propósito para el cual se le da uso y en el grupo del cual se busca distinguir (p. 201).

Para la ejecución de la investigación, se utilizarán instrumentos de validación de los formatos donde se clasificarán estará representada en porcentajes la cual será analizado y revisado por 03 expertos del tema relacionado a nuestra presente investigación, así como muestra en la tabla 17, donde se muestra, donde daremos a mostrar la magnitud de validez que poseen nuestro formato.

Tabla 17. *Porcentaje y magnitud para validar formatos*

<b>PORCENTAJES (%)</b>	<b>MAGNITUD</b>
0 - 20	Muy malo
21 - 40	Malo
41 - 60	Regular
61 - 80	Bueno
81 - 100	Excelente

Fuente: Autoría propia,2022.

#### **3.4.4. Confiabilidad**

Para Carrasco (2017), “la confiabilidad nos da a conocer el grado en el que se encuentra nuestro instrumento, para que produzca resultados consistentes y coherentes. Es decir que al aplicarlo repetidas veces sobre algo nos da resultados iguales” (p.38).

Para la ejecución de la investigación se presentará formatos de recolección datos elaboradas mediante estándares de normas nacionales e internacionales, serán revisados y aprobados por 03 ingenieros expertos en la materia, como también se garantizará que los datos extraídos por el laboratorio sean lo correcto, realizando ensayos en equipos calibrados y autorizados por la autoridad autónoma INACAL.

#### **3.5. Procedimientos**

Para obtener las cenizas de hoja de bambú, para utilizarla como material de sustitución parcial en la elaboración de concreto, para su análisis y determinación de componentes y/o propiedades químicas se procedió a los siguientes pasos:

- a) Se realizó la recolección de hojas secas de hoja de bambú en demasía, el departamento de Ucayali, distrito de Padre Abad, tal y como se muestra en lo siguiente.



Figura 12. Recolección de hojas secas de bambú.



Figura 13. Recolección de hojas secas de bambú.

- b) Ya recolectada las hojas secas de bambú, se procederá al retiro de residuos contaminantes y lavado, para obtener las hojas limpias de toda impureza y no altere sus propiedades, al realizar el análisis de composición química.



Figura 14. Limpieza y lavado de hojas de bambú.

- c) Luego procedemos a secar las hojas de bambú, bajo los rayos del sol durante un tiempo determinado de 72 horas.



Figura 15. Secado de hojas de bambú.

- d) Ya obtenida las hojas secas de bambú, procedemos al incinerado en un horno de forma artesanal con una temperatura aproximadamente de 300 °C, la cual la transforma en su totalidad cenizas de un color gris oscuro intenso, de la forma que se percibe en la siguiente fig.



Figura 16. Obtención de cenizas de hojas de bambú.

- e) Obtenida ya las cenizas se deberá pasar por el tamiz normalizado N° 200, para que se encuentre en óptimas condiciones para ser calcinada, de la forma que se percibe en las siguientes figs.



Figura 17. Tamizado de cenizas de hojas de bambú por tamiz N° 200.



Figura 18. Tamizado de cenizas de hoja de bambú.

- f) Ya tamizada nuestra ceniza de hoja de bambú, se deberá realizar un proceso de calcinación en un horno o mufla con una temperatura continua de  $900^{\circ}\text{C}$ , por un periodo de tiempo de 2 horas, con la final de poder activar sus propiedades químicas y convertirla en una puzolana óptima para la elaboración de concreto.



Figura 19. Calcinación de cenizas de hojas de bambú.

- g) Las cenizas al ser sometidas a altas temperaturas, genera un proceso llamado geopolimerización de está generando que se obtenga un tamaño máximo de la partícula de aproximadamente de 45 micras ( $\mu\text{m}$ ), la cual produce una morfología de vítreas.
- h) Ya calcinada las cenizas, se procede a enviarlas a laboratorio químico para que se le realice un ensayo de composición química de óxidos, utilizando el método de “Espectrometría de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva”, en este caso se realizó el ensayo de composición química a las cenizas de hoja de bambú, en LABORATORIO DE INVESTIGACION Y CERTIFICACIONES – FC – UNI en siglas “LABICER – FC – UNI”.
- i) Una vez analizado la ceniza de hojas de bambú se obtendrá la composición química de este, donde para la presente investigación necesitamos saber los valores en porcentajes de los óxidos de siguientes:
- Dióxido de Silicio, Óxidos de calcio, hierro y aluminio.

De esta manera se puede verificar si la ceniza de hojas de bambú, contiene los porcentajes requeridos por la NTP 334.104 y ASTM C618-19, para ser considerado como una puzolana de clase N.

A continuación, en el detallaremos el procedimiento general de cómo se elaborará la mezcla de hormigón patrón y hormigón con adición de puzolana de hoja de bambú, de 5%, 10% y 15% respectivamente, las cuales luego serán sometidas a ensayos a las siguientes edades 7, 14 y 28 días.

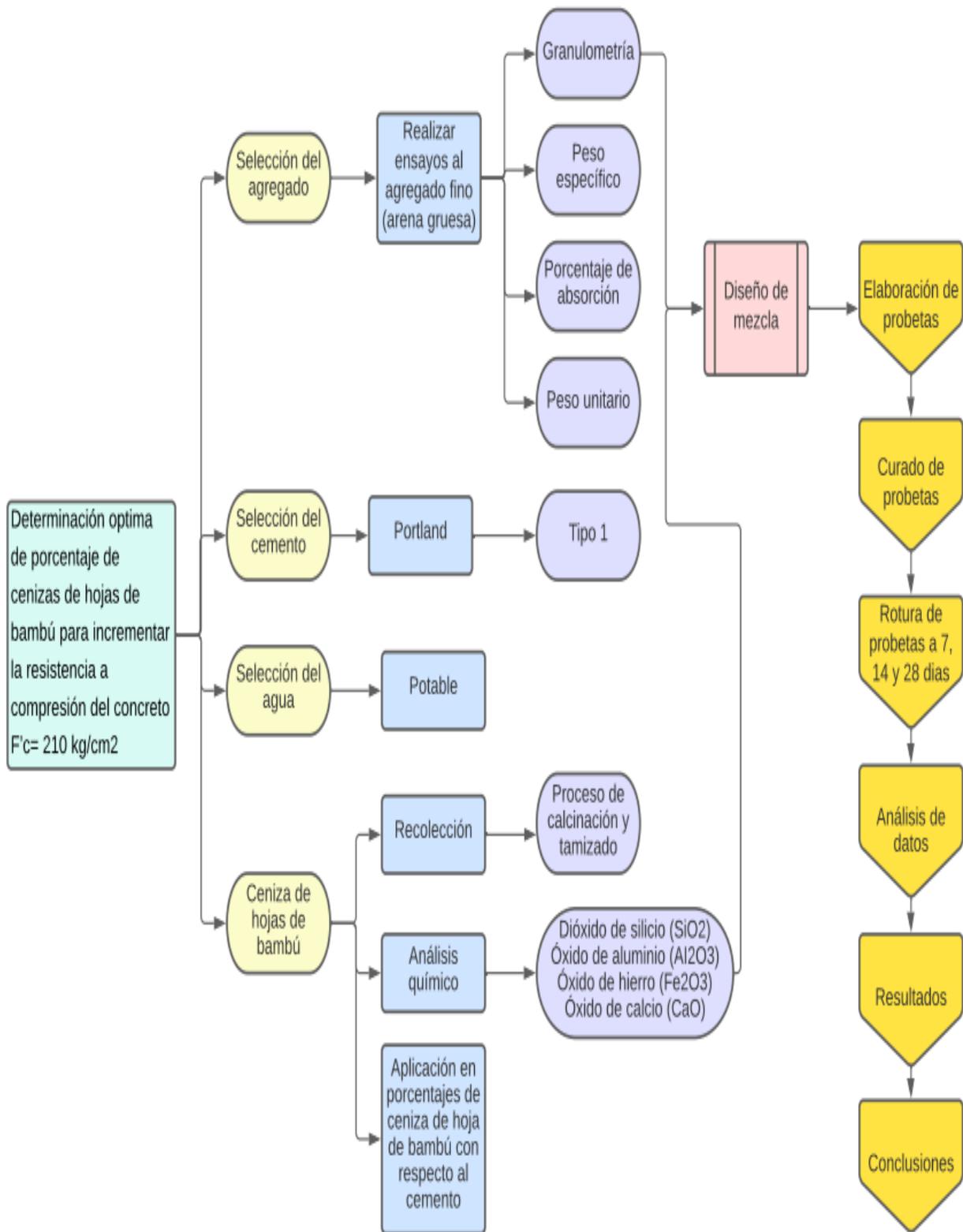


Figura 20. Diagrama para la elaboración de especímenes

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

Para ejecutar el “análisis de datos”, primero el investigador tendrá que cuantificar los métodos o procedimientos que ya están normalizados, donde la elección de las técnicas de análisis de datos está directamente relacionada con el planteamiento del problema, tipo y diseño de investigación, como también con las estrategias seleccionadas para la realización de la investigación. Donde al ejecutar el análisis se pueda darse con datos reales o se tenga que inferir a una transformación de los datos (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 274).

Para realizar el procesamiento de los datos obtenidos, utilizaremos el programa Microsoft Excel, dado que evaluaremos los resultados obtenidos al realizar los ensayos estandarizados, para determinar los valores de la resistencia a cargas de compresión y flexión de cada porcentaje, finalmente con ello realizar una comparación y poder obtener los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

- La información proporcionada es verídica dado que se utilizaron referencias de Normas, tesis, libros y artículos de investigación confiables.
- La información recaudada se extrajo de libros, tesis y artículos de investigaciones que se encuentran citados debidamente mediante la norma NORMA ISO.
- En la presente investigación se tiene una responsabilidad ética y social.
- De los antecedentes mencionados en el ítem 2.1, los porcentajes a adicionar fue de 4%, 8%, 12%, 16% y 20% de ceniza, en la presente investigación aportaremos con datos nuevos y actualizados realizando el estudio en porcentajes de 5%, 10% y 15% de adición de cenizas de hoja de bambú.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de las propiedades de ceniza de hoja de bambú

Las hojas de bambú fueron recolectadas en el departamento de Ucayali, provincia de Padre Abad, ciudad de Aguaytía, para la cual posteriormente fueron calcinadas a una temperatura constante de 900°C, ya calcinadas fueron sometidas a un enfriamiento brusco, con la finalidad de conservar sus vítreas esféricas ya que estas son las que contienen propiedades similares a la de un material puzolánico, contienen propiedades químicas como óxidos que al unir o mezclarlo con óxido de calcio obtenemos un material cementante.

Las cenizas fueron llevadas al laboratorio químico - LABORATORIO DE INVESTIGACION Y CERTIFICACIONES – FC – UNI en siglas “LABICER – FC – UNI”, para realizar el ensayo de análisis de composición química, así como lo establece las normas NTP 334.104 y ASTM C618-19.

Se realizó el ensayo de composición química, para obtener los porcentajes de óxidos necesarios, mediante el método de la “Espectrometría de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva”, tal informe del ensayo será mencionado con detalle a continuación.



Figura 21. Muestra de ceniza de hoja de bambú y equipo para análisis de composición química.

#### 4.1.1. Resultados de ensayo de laboratorio de la ceniza de hoja de bambú

La muestra de cenizas de hojas de bambú, fue analizada con el objetivo de determinar los valores de los óxidos en porcentajes, tal como lo indica la norma ASTM C618 y NTP 334.104, donde compararemos los porcentajes de óxidos obtenidos con los que establece la norma.

En la tabla 18, observamos los valores obtenidos mediante un ensayo de laboratorio.

**Tabla 18.** Valores de composición química de cenizas de hojas de bambú

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	63.83	"Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup> "
Óxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	9.08	
Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.17	
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	8.54	
Óxido de calcio (CaO)	7.42	
Óxido de magnesio (MgO)	7.3	
Óxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.18	
Óxido de titanio, (TiO <sub>2</sub> )	0.19	
Óxido de azufre (SO <sub>3</sub> )	0.13	
Óxido de manganeso (MnO)	0.1	
Óxido de zinc (ZnO)	0.05	
Óxido de cobre (CuO)	0.01	

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 19.** Porcentaje mínimo de óxidos en cenizas.

COMPONENTES QUÍMICOS	CLASE		
	N	F	C
SiO <sub>2</sub> (Dióxido de silicio) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Óxido de aluminio) + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Óxido de hierro), porcentaje mínimo.	70%	50%	50%
CaO (Óxido de calcio), porcentaje	Informar	18% máx.	< 18%

Fuente: ASTM C618-2019.

**Tabla 20.** *Porcentaje obtenido de la composición de la ceniza*

<b>COMPONENTES QUÍMICOS</b>	<b>RESULTADOS, %</b>
SiO <sub>2</sub> - Óxido de silicio	63.83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Óxido de aluminio	9.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Óxido de hierro	2.17
Porcentaje total de Óxidos	<b>75.08%</b>

Fuente: Autoría propia, 2022.

## **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Al realizar un análisis de composición química detallado podemos comentar que se obtuvo los porcentajes de óxidos deseados para la elaboración de concreto, de esta manera se puede afirmar que cumple con lo establecido por la “NTP 334.104” y la “ASTM C618”, otorgándole la clasificación de una puzolana de CLASE N (puzolana natural).

Se observa que supero los requisitos químicos mínimos, obteniendo un porcentaje total de 75.08% de óxidos, podemos visualizarla en la tabla 20.

Esta información podemos corroborar en ANEXO N°04, “Análisis de Composición química - Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva”, que fue obtenido por el Laboratorio químico - LABORATORIO DE INVESTIGACION Y CERTIFICACIONES – FC – UNI en siglas “LABICER – FC – UNI”.

### **4.1.2. Peso específico y capacidad de absorción de la ceniza de hoja de bambú.**

Podemos interpretarla como el peso de la masa que ocupa un determinado espacio sin contener ningún vacío, el peso específico de nuestra masa fue de 1.10 gr/cc, y se obtuvo un porcentaje de absorción muy elevado de 50.3%, en la tabla 21 (ver ANEXO N°4), se puede observar los valores obtenidos al ejecutar el ensayo correspondiente.

Análisis:

- Pe de la masa saturada superficialmente seco es igual a 1.10 gr/cc
- Pe de la masa (OD) es de 0.68 gr/cc
- Pe de la masa aparente es de 1.17gc/cc
- % de absorción es de 50.30%

## **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Al analizar los valores de obtenidos mediante los ensayos, podemos observar que se tiene un porcentaje de absorción de 50.30%, la cual es muy elevado en comparación con los porcentajes obtenidos del agregado fino y grueso, la cual nos da a entender que la puzolana de hojas de bambú tendrá una mayor absorción de agua al elaborar la mezcla.

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto “JJ Geotecnia S.A.C”, en el ANEXO N°05, donde podemos observar el “Certificado de ensayo de peso específico y absorción de ceniza de hojas de bambú”.

### **4.2. Propiedades físicas del agregado fino**

#### **Características del agregado fino**

Para que se elabore el concreto de la presente indagación, se ha empleado agregado fino que proveniente de la “CANTERA TRAPICHE”, está ubicada en la provincia de Lima, distrito de Carabayllo (Carretera Lima – Canta KM 39), el agregado fino ha sido sometido a los ensayos necesarios para la obtención de los valores necesarios para el diseño del concreto, en la tabla 22 se puede apreciar los valores de las propiedades físicas del agregado fino, obtenidos mediante ensayo de laboratorio, ver ANEXO N°4.

Análisis:

- Pe de la masa es de 2.64 g/cc

- P. unitario compactado es de 1755 kg/m<sup>3</sup>
- P. unitario suelto es de 1535 kg/m<sup>3</sup>
- % de absorción es de 1.5%

#### 4.2.1. análisis granulométrico agregado fino (ASTM C33)

La evaluación granulométrica tuvo como finalidad determinar el módulo de fineza y definir el peso de la muestra según su tamaño; para ello se utilizaron tamices estandarizados, una mufla a temperatura constante de 110°C ± 5°C y una báscula de precisión de 0.1 gramos. Se cuarteo la muestra en partes iguales con la finalidad de seleccionar un mínimo de 500g, en las tablas siguientes se muestran los valores emitidos en los ensayos de análisis granulométrico realizados en laboratorio.

Al ejecutar el ensayo en mención se obtuvo como peso total de muestra 781.2 gr; donde se pudo observar que la malla N° 30 obtuvo la mayor cantidad de retención de muestra, con un peso total de 192.5 gr.

**Tabla 23.** Evaluación granulométrica del agregado fino

EVALUACIÓN GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)					
PESO DE LA MUESTRA= 781.2 gr					
Tamiz - Malla		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 04	4.75	6.80	0.9	0.9	99.1
N° 08	2.38	115.80	14.8	15.7	84.3
N° 16	1.19	186.90	23.9	39.6	60.4
N° 30	0.60	192.50	24.6	64.2	35.8
N° 50	0.30	128.50	16.4	80.6	19.4
N° 100	0.15	86.90	11.1	91.7	8.3
FONDO		63.20	8.1	99.8	0.2
TOTAL		780.60	99.80	-	-

Fuente: Autoría propia, 2022.

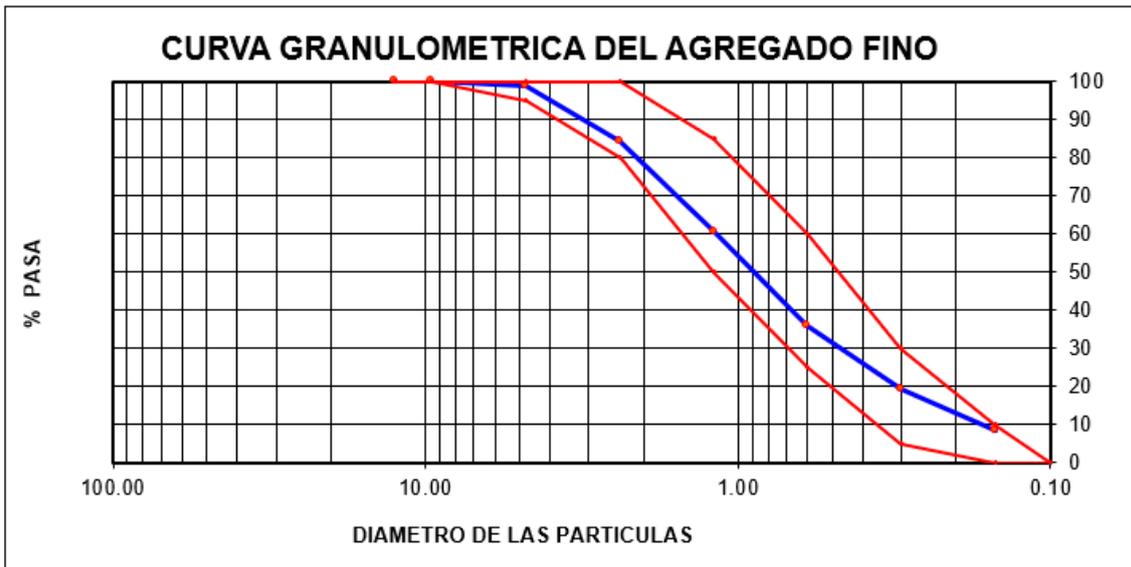


Gráfico 1. Análisis granulométrico del agregado fino

### - Módulo de fineza (MF)

Dicho valor se obtiene mediante la suma de los porcentajes acumulados que se han retenido entre los tamices N°4 hasta el N°100, a esta sumatoria total se le deberá dividir entre 100.

$$MF = \frac{0 + 0.9 + 15.7 + 39.6 + 64.2 + 80.6 + 91.7}{100}$$

$$MF = 2.93$$

El valor obtenido de MF del agregado fino fue 2.93, donde la norma ASTM C136 lo califica como un agregado fino "Ligeramente gruesa".

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Por las tablas mostrados podemos comentar que los porcentajes pasantes están dentro de los parámetros permitidos por la NTP, dentro de los valores obtenidos de la evaluación granulométrica se pudo conocer el MF el cual es de 2.93, la NTP 400.037 menciona que el agregado fino tiene un parámetro establecido para

el módulo de fineza, si este de desea utilizar como agregado del concreto tendrá que tener un valor de MF de 2.30 a 3.10, por lo tanto, podemos afirmar que nuestro agregado fino presenta un módulo de fineza dentro del rango permitido.

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto “JJ Geotecnia S.A.C”, en el ANEXO N°06, se muestra el “Certificado de ensayo análisis granulométrico agregado fino (ASTM C33)”.

#### 4.2.2. Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128)

Podemos interpretarlo como el peso total (gr) del agregado que ocupa un espacio determinado sin retener espacios vacíos, para la presente investigación el resultado de peso específico fue un valor de 2.64 g/cm<sup>3</sup>, así como un porcentaje de absorción de 1.5%.

En la tabla 24 del ANEXO N°4, se puede observar los valores que se obtuvieron al ejecutar el ensayo correspondiente. A continuación, se muestra la obtención de valores necesarios para la presente investigación.

- Pe de la masa:

$$\frac{PS}{V - PA} = g/cm^3$$
$$\frac{492.70}{497.7 - 311.0} = 2.64 g/cm^3$$

- Pe de la masa saturada superficialmente seco:

$$\frac{500}{V - PA} = g/cm^3$$
$$\frac{500}{497.7 - 311.0} = 2.68 g/cm^3$$

- Pe Aparente:

$$\frac{PS}{(V - PA) - (500 - PS)} = g/cm^3$$

$$\frac{492.70}{(497.7 - 311.0) - (500 - 492.70)} = 2.75 g/cm^3$$

- Fórmula para la obtención “Porcentaje de absorción”:

$$\frac{500 - PS}{PS} \times 100$$

$$\frac{500 - 492.70}{492.70} \times 100 = 1.5 \%$$

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para determinar los valores del “peso específico” y el “porcentaje de absorción”, se ha realizado un ensayo de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM C128, pero dicha norma no establece datos referentes del agregado fino con la cual se pueda realizar un comparativo, por lo tanto, se realizó la comparación con los datos de investigación realizado por otro investigador.

Sánchez (2001, p. 56), menciona que “la gravedad específica del agregado fino y grueso en un estado totalmente seco se encuentra entre los valores de 2.3 y 2.8”

si comparamos los valores obtenidos mediante el ensayo realizado, podríamos afirmar que el material extraído de la “CANTERA TRAPICHE” está dentro de los parámetros mencionados por el autor.

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto “JJ Geotecnia S.A.C”, en el ANEXO N°06, se

muestra el “Certificado de ensayo peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128)”.

#### 4.2.3. Peso unitario compactado y suelto del agregado fino (ASTM C29)

La ejecución del ensayo tiene como propósito que se determine los valores del peso unitario de la arena gruesa (agregado fino), así como definir los cálculos a realizar para determinar los vacíos que se encuentra en esta, a continuación, se muestran la valoración obtenida al realizar el ensayo de laboratorio del peso unitario del agregado fino suelto y compactado.

En la tabla 25 y 26 del ANEXO N°4, se observa los valores obtenidos al ejecutar el ensayo correspondiente. A continuación, se muestran los valores necesarios para la presente investigación.

- Fórmula (Peso unitario suelto):

$$P.U.S. = \frac{WS}{V}$$

$$P.U.S. = \frac{4.237 \text{ kg}}{0.00276 \text{ m}^3} = 1.535 \text{ kg/m}^3$$

- Formula (Peso unitario compactado)

$$P.U.C. = \frac{WC}{V}$$

$$P.U.C. = \frac{4.844 \text{ kg}}{0.00276 \text{ m}^3} = 1.755 \text{ kg/m}^3$$

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto “JJ Geotecnia S.A.C”, en el ANEXO N°06, se muestra el “Certificado de ensayo peso unitario del agregado (ASTM C29)”.

### **4.3. Propiedades del agregado grueso**

#### **Características del agregado grueso**

En esta indagación, usamos el agregado grueso extraído de la “CANTERA TRAPICHE”, localizada en la provincia de Lima, distrito de Carabaylo (Carretera Lima – Canta KM 39), el agregado grueso fue sometido a los ensayos necesarios para la obtención de los valores necesarios para el diseño del concreto, en la tabla 27 se puede apreciar los valores de las propiedades físicas del agregado fino, obtenidos mediante ensayo de laboratorio, ver ANEXO N°4.

Análisis:

- Pe de la masa es de 2.65 g/cc
- P. unitario compactado es de 1535 kg/m<sup>3</sup>
- P. unitario suelto es de 1319 kg/m<sup>3</sup>
- % de absorción es de 1.0%

#### **4.3.1. Análisis granulométrico agregado grueso (ASTM C136)**

Al realizar el presente ensayo se busca definir la “distribución de las partículas del agregado grueso” con respecto a su tamaño, por medio del uso de mallas estandarizadas mediante la norma ASTM C136, la cual se utilizará como guía para la realización del ensayo de laboratorio.

Dicho análisis fue realizado con el objetivo de obtener el valor del módulo de fineza del agregado grueso, así como identificar las partículas de mayor tamaño, para la cual utilizamos los tamices N° 1, N° 3/4, N° 1/2, N° 3/8, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, la mufla deberá estar en buenas condiciones a tal grado que nos pueda garantizar una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C, se

procede a realizar el cuarteo del material con la finalidad de seleccionar una muestra que no supere los 3300 gramos.

Se ejecuto el “ensayo de análisis granulométrico del agregado”, con un peso total de 1852 gramos, y la malla que tuvo mayor porcentaje de retención de material fue la malla de  $\phi 1/2$ , con peso de 876 gramos.

**Tabla 28.** Análisis granulométrico del agregado grueso

EVALUACION GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO					
PESO MUESTRA = 1852 gr					
TAMIZ - MALLA		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	24.50	0.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	86.00	4.6	4.6	95.4
1/2"	12.50	876.00	47.3	51.9	48.1
3/8"	9.53	468.00	25.3	77.2	22.8
N° 4	4.76	420.00	22.7	99.9	0.1
N° 8	2.38	2.00	0.1	100.0	0.0
N° 16	1.18	0.00	0.0	100.0	0.0
FONDO		0.00	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1852.00	100.00	-	-

Fuente: Autoría propia, 2022.

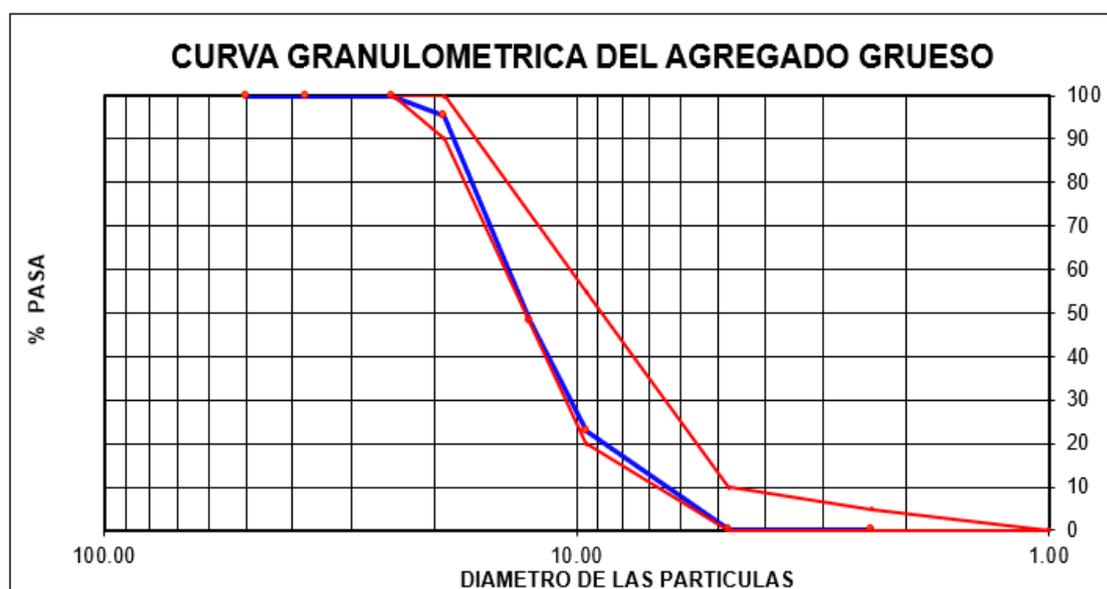


Gráfico 2. Análisis granulométrico del agregado grueso

➤ **Módulo de fineza (MF)**

Se obtiene a realizar la suma de los porcentajes que se han retenido entre los tamices estandarizados desde el N°4 hasta el N°100, donde al valor final se le divide entre 100.

$$MF = \frac{0 + 4.6 + 77.2 + 99.9 + 500}{100}$$

$$MF = 6.82$$

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto “JJ Geotecnia S.A.C”, en el ANEXO N°06, se muestra el “Certificado de ensayo de análisis granulométrico agregado grueso (ASTM C136)”.

**4.3.2. Gravedad específica del agregado grueso (ASTM C127)**

Se puede interpretar como el peso total de la muestra, que ocupa un determinado volumen sin retener vacíos, para la presente investigación el valor del “peso específico de la masa es de 266 g/cm<sup>3</sup>, así como un porcentaje de absorción de 1%”. En la tabla 29 del ANEXO N°4, se puede observar los valores obtenidos al ejecutar los ensayos necesarios.

A continuación, se muestra la obtención de valores que serán necesarios para realizar el diseño de la mezcla.

Fórmula para el procesamiento de datos:

a) Pe de la masa:

$$\frac{C}{B - A} = g/cm^3$$

$$\frac{2497}{2522 - 1581} = 2.65 g/cm^3$$

b) Pe de la masa aparente:

$$\frac{C}{C - A} = g/cm^3$$

$$\frac{2497}{2497 - 1581} = 2.73 g/cm^3$$

c) "Porcentaje de absorción":

$$\frac{B - C}{C} \times 100$$

$$\frac{2522 - 2497}{2497} \times 100 = 1 \%$$

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto "JJ Geotecnia S.A.C", en el ANEXO N°06, se muestra el "Certificado de ensayo de gravedad específica en sólidos agregados gruesos (ASTM C127)".

#### **4.3.3. Peso unitario del agregado grueso (ASTM C29)**

Al ejecutar el presente ensayo de laboratorio, se tiene como finalidad, definir el peso unitario del agregado grueso suelto y compactado, así como precisar la cantidad de vacíos que se encuentran en del agregado.

En la tabla 30 y 31 del ANEXO N°4, se puede observar los valores que se obtuvieron al ejecutar los ensayos correspondientes. A continuación, se muestra la obtención de valores necesarios para la presente investigación.

- P. unitario suelto:

$$P.U.S = \frac{WS}{V}$$

$$P.U.S = \frac{3640}{0.00276 \text{ m}^3} = 1.319 \text{ kg/m}^3$$

- P. unitario compactado:

$$P.U.C. = \frac{WC}{V}$$

$$P.U.C. = \frac{4237}{0.00276 \text{ m}^3} = 1.535 \text{ kg/m}^3$$

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se ha podido observar que nuestra muestra compactada, tiene un peso mayor a de la suelta, entonces podemos entender que al compactarlo las partículas de la muestra se acomodan y se obtiene un mayor volumen de la muestra.

Estos datos fueron extraídos mediante la ejecución de ensayos, en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto “JJ Geotecnia S.A.C”, en el ANEXO N°06, se muestra el “Certificado de ensayo de peso unitario de agregados gruesos (ASTM C29)”.

### 4.4. Diseño de mezcla de concreto patrón (ACI 211)

Se utilizo el método ACI 211, para realizar el diseño de mezcla del concreto simple y concreto con adición parcial de cenizas de hojas de bambú, en porcentajes de 5%, 10% y 15%. Donde se emplearán los valores obtenidos en la ejecución de los ensayos a los agregados fino, grueso y las cenizas de hojas de bambú, en la siguiente tabla se detallará las propiedades químicas y físicas de los agregados para elaborar el diseño de mezcla.

**Tabla 32.** Datos de laboratorio para elaboración del diseño de la mezcla

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES	UNIDADES	A. FINO	A. GRUESO	CENIZA DE HOJA DE BAMBÚ
P. Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1535	1319	
P. Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1755	1535	
Pe de la Masa	gr/cc	2.64	2.65	1.10
Porcentaje de absorción	%	1.50	1.00	50.30
Módulo de Fineza (MF)		2.93	6.82	
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	Pulgada		3/4	
Porcentaje de Óxidos (SiO <sub>2</sub> ) + (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) + (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%			75.08

Fuente: Autoría propia, 2022.

❖ Resistencia deseada:

- f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

❖ Cemento Portland

- Cemento "Sol" Tipo I .....42.5 kg
- Pe: .....3.15 gr/cm<sup>3</sup>

❖ Agua

- Pe: .....1000 kg/cm<sup>3</sup>

❖ Agregado fino

- P. U. Suelto.....1535 kg/cm<sup>3</sup>
- P. U. Compactado.....1755 kg/cm<sup>3</sup>
- P.E. de la masa.....2.64 g/cc
- % de absorción.....1.50%
- MF.....2.93

❖ Agregado grueso

- TMN.....	3/4"
- P.U. Suelto.....	1319 kg/cm <sup>3</sup>
- P. U. Compactado.....	1535 kg/cm <sup>3</sup>
- P.E. de la masa.....	2.64 g/cc
- % de absorción.....	1.00 %
- MF.....	6.82

❖ Cenizas de hojas de bambú

- P.E. de la masa.....	1.10 g/cc
- % de absorción.....	50.30%
- % de óxidos.....	75.08%

❖ Datos para selección de agua para el diseño:

- Asentamiento.....	4"
- TMN (agregado grueso).....	3/4"
- Volumen de agua para el diseño.....	228 lt/m <sup>3</sup>
- Relación agua-cemento (a/c).....	0.56
- % de Aire atrapado.....	2.00%
- Volumen del agregado grueso.....	0.33

Es importante hacer mención que, para la presente investigación, el diseño de mezcla no contempla exposiciones a la intemperie severa (Categoría F), en otras palabras, no está diseñada para zonas donde halla temperaturas muy elevadas, por lo tanto, no necesita que se le incorpore aire al concreto, puede estar expuesta a los sulfatos (Categoría S) en una proporción muy baja y está dentro de lo permitido por la norma NTP y ASTM C 1580. También recalcar que para nuestra investigación el concreto no estará expuesto al agua frecuentemente (Categoría W), tampoco se requiere protección extra para la corrosión del acero (Categoría C). En función a lo mostrado en la tabla 33 mencionamos que el

tamaño máximo nominal de la piedra chancada (agregado grueso), es de 3/4" así como el aire atrapado dentro del concreto será de un 2%.

❖ Fórmula para la obtención de la cantidad de cemento para el diseño:

$$C(\text{cemento}) = \frac{A(\text{agua})}{R(\text{relacion})}$$

$$C = \frac{228}{0.56} = 407 \text{ kg}$$

$$C = 9.6 \text{ bolsas}$$

De las propiedades obtenidas de los agregados fino, grueso y cenizas de hojas de bambú que se determinaron mediante la ejecución de los ensayos de laboratorio, conociendo el asentamiento para la mezcla y la relación entre el agua-cemento que utilizaremos en el diseño de la investigación, se detallara el diseño de mezcla del concreto simple, así como los diseños del concreto con adición de cenizas de hojas de bambú en los porcentajes de 5%, 10% y 15% con respecto al peso del cemento portland.

#### 4.4.1. Diseño de mezcla patrón

Determinación de los materiales en kilogramos según el diseño de concreto, para poder elaborar el concreto patrón por 1 m<sup>3</sup>.

##### ❖ Valores de diseño

- Asentamiento requerido.....4"
- TMN (agregado grueso).....3/4"
- Relación a/c.....0.56
- % de Aire atrapado.....2.00%
- Volumen del agregado grueso.....0.33
- Agua requerida.....228 lt/m<sup>3</sup>

❖ **Análisis de diseño de la mezcla**

**Tabla 33.** *Análisis de diseño*

<b>ANÁLISIS DE DISEÑO DE MEZCLA</b>		
<b>FACTOR CEMENTO</b>	M3/M3	<b>9.6 bls</b>
V. absoluto del cemento	0.1305	
V. absoluto del agua	0.2280	
V. absoluto del aire	0.0200	
		0.378 m3/m3
<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS</b>		
V. absoluto del agregado fino	0.3010	
V. absoluto del agregado grueso	0.3260	
		0.627 m3/m3
<b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>		<b>1.005</b>

Fuente: Autoría propia, 2022.

❖ **Cantidad de materiales por m3 en peso seco**

- Cemento.....407 kg/m3
- Agua.....228 lt/m3
- A. Fino.....795 kg/m3
- A. Grueso.....864 g/m3
- PESO DE LA MEZCLA SECO.....2294 kg/m3**

❖ **Corrección por humedad**

- A. fino húmedo.....806.6 kg/m3
- A. grueso húmedo.....864.8 kg/m3

❖ **Contribución de agua de los agregados**

**Tabla 34.** Aportación de agua de los agregados

AGREGADOS	%	LT/M3
Agregado fino	0.00	0.00
Agregado grueso	0.90	7.80
Total, de contribución de agua de agregados		7.80
Agua de la mezcla corregida		<b>235.80 LT/M3</b>

Fuente: Autoría propia, 2022.

❖ **Cantidad de materiales m3 en peso húmedo**

- Cemento.....407 kg/m3
- Agua.....236 lts/m3
- Agregado fino.....807 kg/m3
- Agregado grueso.....865 kg/m3
- PESO DE LA MEZCLA .....2314kg/m3**

❖ **Cantidad de materiales para 20 lts.**

- Cemento.....8.14 kg
- Agua.....4.72 lts
- A. Fino.....16.13 kg
- A. Grueso.....17.30 kg

❖ **Proporción en peso p3 (HUMEDO)**

Cemento	1.00
Agua	24.60
Agregado fino	1.98
Agregado grueso	2.12

Fuente: Autoría propia, 2022.

❖ **Proporción en volumen p3 (HUMEDO)**

Cemento	1.00
Agua	24.60
Agregado fino	1.94
Agregado grueso	2.42

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 35.** *Cantidades de materiales para el muestreo del concreto patrón*

Concreto Patrón		Cemento (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (Lts)
Muestras cilíndricas (7, 14 y 28 días)	9 unidades	5.75	11.41	12.23	3.34
Muestras vigas (7, 14 y 28 días)	6 unidades	27.47	54.47	58.39	15.93
<b>TOTAL</b>		33.22	65.88	70.62	19.27

Fuente: Autoría propia, 2022.

**4.4.2. Diseño de mezcla con adición del 5% de cenizas de hojas de bambú**

Determinación de los materiales en kilogramos según el diseño de concreto, para poder elaborar el concreto patrón por 1 m<sup>3</sup>, con la adición parcial de 5% cenizas de hojas de bambú en reemplazo del cemento.

❖ **Propiedades de la puzolana de hoja de bambú**

- Porcentaje .....5 %
- Pe de la masa.....1.10 gr/cc
- Porcentaje de absorción.....50.30 %
- Porcentaje de óxidos .....75.08 %

❖ Cantidad de material por m<sup>3</sup> en peso seco

- Cemento.....386.65 kg/m<sup>3</sup>
  - Agua.....228 lts/m<sup>3</sup>
  - A. Fino.....795 kg/m<sup>3</sup>
  - A. Grueso.....864 kg/m<sup>3</sup>
  - Ceniza de hoja de bambú.....20.35 kg/m<sup>3</sup>
- PESO DE LA MEZCLA SECO.....2294 kg/m<sup>3</sup>**

**Tabla 36.** Cantidad de materiales para el muestreo de concreto con un 5% de adición de cenizas de hojas de bambú

Concreto Patrón		Cemento (Kg)	A. Fino (Kg)	B. Grueso (Kg)	Agua (Lts)	5% Ceniza de hoja de bambú (Kg)
Muestras cilíndricas (7, 14 y 28 días)	9 unidades	5.46	11.41	12.23	3.34	0.29
Muestras vigas (7, 14 y 28 días)	6 unidades	26.10	54.47	58.39	15.93	1.37
<b>TOTAL</b>		31.56	65.88	70.62	19.27	1.66

Fuente: Autoría propia, 2022.

#### 4.4.3. Diseño de mezcla con adición de 10% de cenizas de hojas de bambú

Determinación de los materiales en kilogramos según el diseño de concreto, para poder elaborar el concreto patrón por 1 m<sup>3</sup>, con la adición parcial de 10% cenizas de hojas de bambú en reemplazo del cemento.

❖ Propiedades de la ceniza de hoja de bambú

- Porcentaje .....5 %
- Pe de la masa.....1.10 gr/cc
- Porcentaje de absorción.....50.30 %
- Porcentaje de óxidos .....75.08 %

❖ Cantidad de material por m<sup>3</sup> en peso seco

- Cemento.....345.95 kg/m<sup>3</sup>
- Agua.....228 lts/m<sup>3</sup>
- A. Fino.....795 kg/m<sup>3</sup>
- A. Grueso.....864 kg/m<sup>3</sup>
- Ceniza de hoja de bambú.....61.05 kg/m<sup>3</sup>
- PESO DE LA MEZCLA SECO.....2294 kg/m<sup>3</sup>**

**Tabla 37.** Cantidad de materiales para el muestreo de concreto con un 10% de adición de cenizas de hojas de bambú

Concreto Patrón		Cemento (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (Lts)	10 % Ceniza de hoja de bambú (Kg)
Muestras cilíndricas (7, 14 y 28 días)	9 unidades	5.18	11.41	12.23	3.34	0.58
Muestras vigas (7, 14 y 28 días)	6 unidades	24.72	54.47	58.39	15.93	2.75
<b>TOTAL</b>		29.90	65.88	70.62	19.27	3.32

Fuente: Autoría propia, 2022.

**4.4.4. Diseño de mezcla con adición de 15% de cenizas de hojas de bambú**

Determinación de los materiales en kilogramos según el diseño de concreto, para poder elaborar el concreto patrón por 1 m<sup>3</sup>, con la adición parcial de 15% cenizas de hojas de bambú en reemplazo del cemento.

❖ Propiedades de la ceniza de hoja de bambú

- Porcentaje .....5 %
- Pe de la masa.....1.10 gr/cc
- Porcentaje de absorción.....50.30 %
- Porcentaje de óxidos .....75.08 %

❖ Cantidad de material por m3 en peso seco

- Cemento.....345.95 kg/m3
- Agua.....228 lts/m3
- A. Fino.....795 kg/m3
- A. Grueso.....864 kg/m3
- Ceniza de hoja de bambú.....61.05 kg/m3
- PESO DE LA MEZCLA SECO.....2294 kg/m3**

**Tabla 38.** Cantidad de materiales para el muestreo de concreto con un 15% de adición de cenizas de hojas de bambú

Concreto Patrón		Cemento (Kg)	A. Fino (Kg)	A. Grueso (Kg)	Agua (Lts)	15 % Ceniza de hoja de bambú (Kg)
Muestras cilíndricas (7, 14 y 28 días)	9 unidades	4.89	11.41	12.23	3.34	0.86
Muestras vigas (7, 14 y 28 días)	6 unidades	23.35	54.47	58.39	15.93	4.12
<b>TOTAL</b>		28.24	65.88	70.62	19.27	4.98

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.5. Ensayo de asentamiento “SLUMP”

Al realizar este tipo de ensayo conoceremos la trabajabilidad de la mezcla simple y el concreto con adición de cenizas de hojas de bambú, conforme lo indican en la NTP 339.035 y ASTM C143, dicho ensayo consiste en medir la deformación de concreto cuando está en un estado plástico, para la ejecución de la investigación se dará mucha importancia en la medición del asentamiento de la mezcla con adición de cenizas, dado que esta cuenta con un alto porcentaje de absorción de agua.



Figura 22. Medición de asentamiento de la mezcla de concreto en laboratorio (Slump)

**Tabla 39.** *Asentamiento de la mezcla de concreto patrón y con sustitución parcial de cenizas de hojas de bambú*

CONCRETO	SLUMP (PLG)
Concreto patrón	4"
Concreto con 5% de puzolana de hoja de bambú	3.5"
Concreto con 10% de puzolana de hoja de bambú	2.5"
Concreto con 15% de puzolana de hoja de bambú	2"

Fuente: Autoría propia, 2022.

#### 4.6. Evaluación de resultados del ensayo de resistencia a compresión del concreto según la norma ASTM C39.

##### 4.6.1. Concreto patrón

Realizado los ensayos de resistencia a compresión de las muestras patrón tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.034, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 40.** Valores de resistencia a compresión del concreto patrón a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	ESPÉCIMEN	FEC HA		RESISTENCIA OBTENIDA (KG/CM2)	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM2)	PORCENTAJE OBTENIDO
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO PATRON	8/01/2022	15/01/2022	225.90	231.17	210 kg/cm2	110.08%
7		8/01/2022	15/01/2022	237.30			
7		8/01/2022	15/01/2022	230.30			
14		8/01/2022	22/01/2022	294.70	282.23		134.40%
14		8/01/2022	22/01/2022	268.50			
14		8/01/2022	22/01/2022	283.50			
28		8/01/2022	5/02/2022	264.40	290.53		138.35%
28		8/01/2022	5/02/2022	315.00			
28		8/01/2022	5/02/2022	292.20			

Fuente: Autoría propia, 2022.

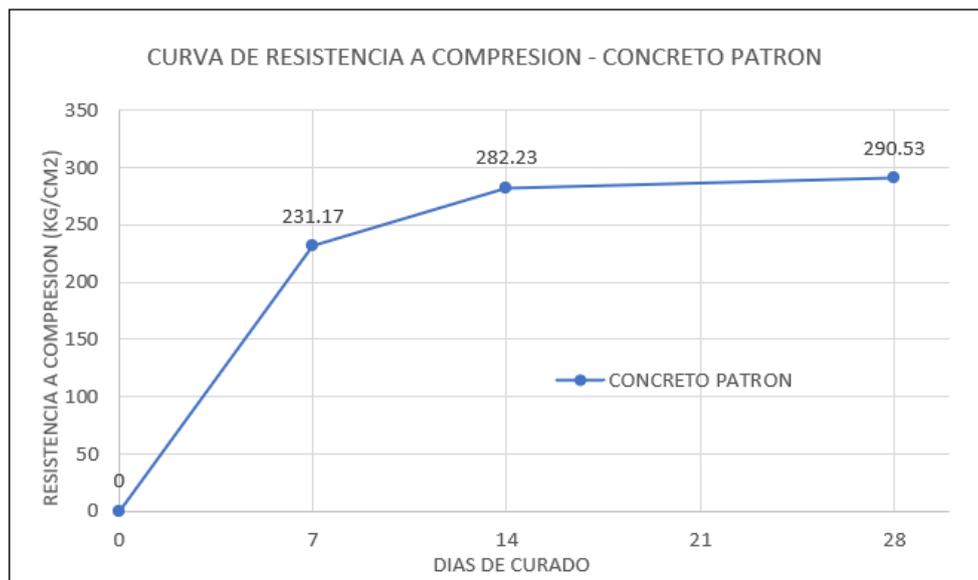


Gráfico 3. Curva de resistencia promedio a la compresión a 7, 14 y 28 días

## INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Por los valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia a cargas a la compresión de las muestras de concreto patrón tipo cilíndricas, podemos

comentar que los valores promedios obtenidos han aumentado según sus edades, los valores fueron 7, 14 y 28 días son de un 231.17 kg/cm<sup>2</sup>, 282.23 kg/cm<sup>2</sup> y 290.53 kg/cm<sup>2</sup>, la cual en porcentaje se puede interpretar que a los 7 días alcanzo 110.08%, a los 14 días alcanzo 134.40% y a los 28 días alcanzo 138.35% de su resistencia en comparación con del diseño del concreto.

#### 4.6.2. Concreto con adición de 5% cenizas de hojas de bambú

Realizado los ensayos de resistencia a compresión de las muestras con adición del 5% de puzolana de hoja de bambú tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.034, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 41.** Valores de resistencia a compresión del concreto con 5% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		RESISTENCIA OBTENIDA (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO CON 5% DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	238.30	249.67	210 kg/cm <sup>2</sup>	118.89%
7		8/01/2022	15/01/2022	249.90			
7		8/01/2022	15/01/2022	260.80			
14		8/01/2022	22/01/2022	290.10	274.70		130.81%
14		8/01/2022	22/01/2022	266.30			
14		8/01/2022	22/01/2022	267.70			
28		8/01/2022	5/02/2022	257.20	277.00		131.90%
28		8/01/2022	5/02/2022	305.90			
28		8/01/2022	5/02/2022	267.90			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

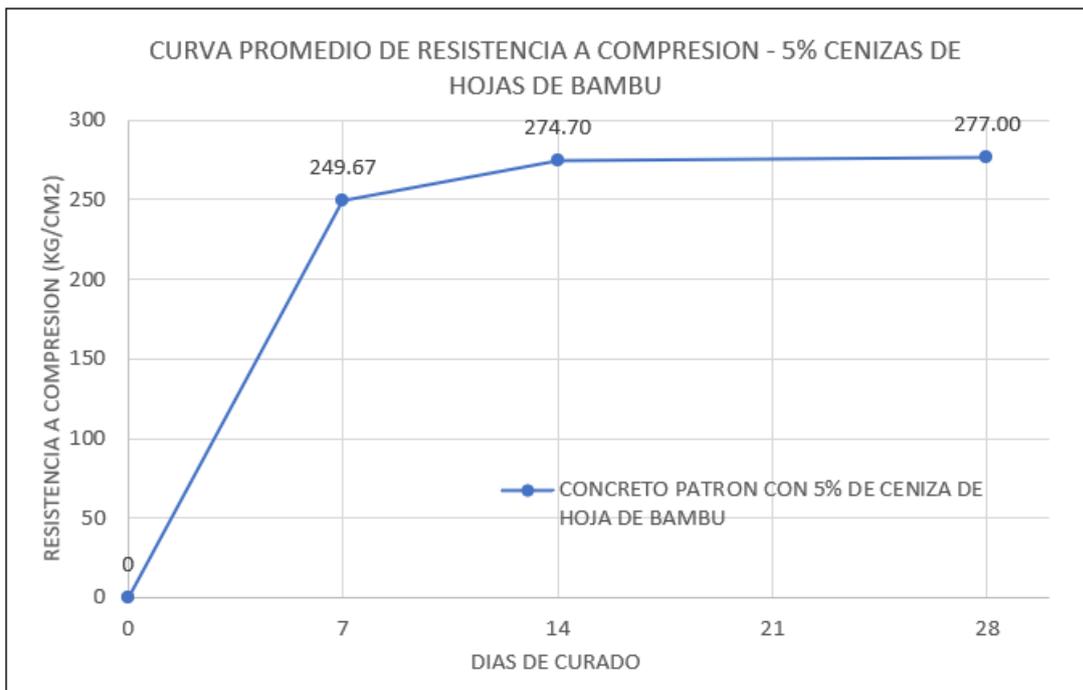


Gráfico 4. Curva promedio del concreto con adición del 5% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

Por los valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia a cargas a la compresión de las muestras de concreto con adición del 5% de cenizas de hojas de bambú tipo cilíndricas, podemos comentar que los valores promedios obtenidos a los 7, 14 y 28 días son de un 249.67 kg/cm<sup>2</sup>, 274.70 kg/cm<sup>2</sup> y 277.00 kg/cm<sup>2</sup>, la cual en porcentaje se puede interpretar que a los 7 días alcanzo 118.89%, a los 14 días alcanzo 130.81% y a los 28 días alcanzo 131.90% de su resistencia con respecto al concreto de diseño.

### 4.6.3. Concreto con adición de 10% cenizas de hojas de bambú

Realizado los ensayos de resistencia a compresión de las muestras con adición del 10% de puzolana de hoja de bambú tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.034, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 42.** Valores de resistencia a compresión del concreto con 10% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		RESISTENCIA OBTENIDA (KG/CM2)	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM2)	PORCENTAJE OBTENIDO
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO CON 10% DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	187.90	200.27	210 kg/cm2	95.37%
7		8/01/2022	15/01/2022	209.10			
7		8/01/2022	15/01/2022	203.80			
14		8/01/2022	22/01/2022	224.50	230.87		109.94%
14		8/01/2022	22/01/2022	229.30			
14		8/01/2022	22/01/2022	238.80			
28		8/01/2022	5/02/2022	297.33	304.01		144.77%
28		8/01/2022	5/02/2022	333.00			
28		8/01/2022	5/02/2022	281.70			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

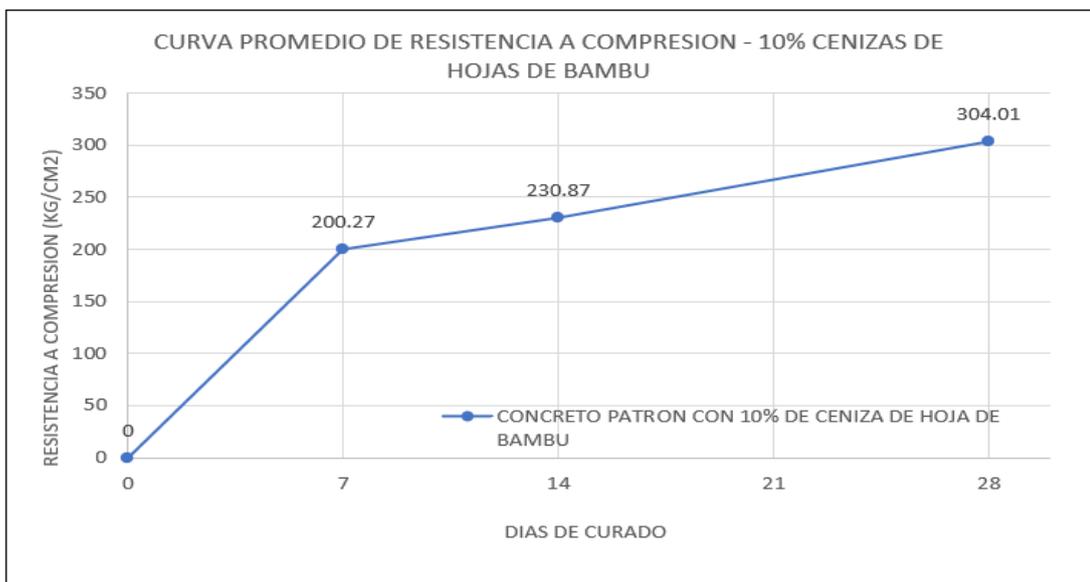


Gráfico 5. Curva promedio del concreto con adición del 10% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Por los valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia a cargas a la compresión de las muestras de concreto con adición del 10% de cenizas de

hojas de bambú tipo cilíndricas, podemos comentar que los valores promedios obtenidos a los 7,14 y 28 días son de un 200.27kg/cm<sup>2</sup>, 230.87 kg/cm<sup>2</sup> y 304.01 kg/cm<sup>2</sup>, la cual en porcentaje se puede interpretar que a los 7 días alcanzo 95.37%, a los 14 días alcanzo 109.94% y a los 28 días alcanzo 144.77% de su resistencia con respecto al concreto de diseño.

#### 4.6.4. Concreto con adición de 15% cenizas de hojas de bambú

Realizado los ensayos de resistencia a compresión de las muestras con adición del 15% de puzolana de hoja de bambú tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.034, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 43.** Valores de resistencia a compresión del concreto con 15% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		RESISTENCIA OBTENIDA (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO CON 15% DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBU	8/01/2022	15/01/2022	200.30	187.60	210 kg/cm <sup>2</sup>	89.33%
7		8/01/2022	15/01/2022	176.40			
7		8/01/2022	15/01/2022	186.10			
14		8/01/2022	22/01/2022	210.50	215.63		102.68%
14		8/01/2022	22/01/2022	200.10			
14		8/01/2022	22/01/2022	236.30			
28		8/01/2022	5/02/2022	223.60	215.80		102.76%
28		8/01/2022	5/02/2022	219.40			
28		8/01/2022	5/02/2022	204.40			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

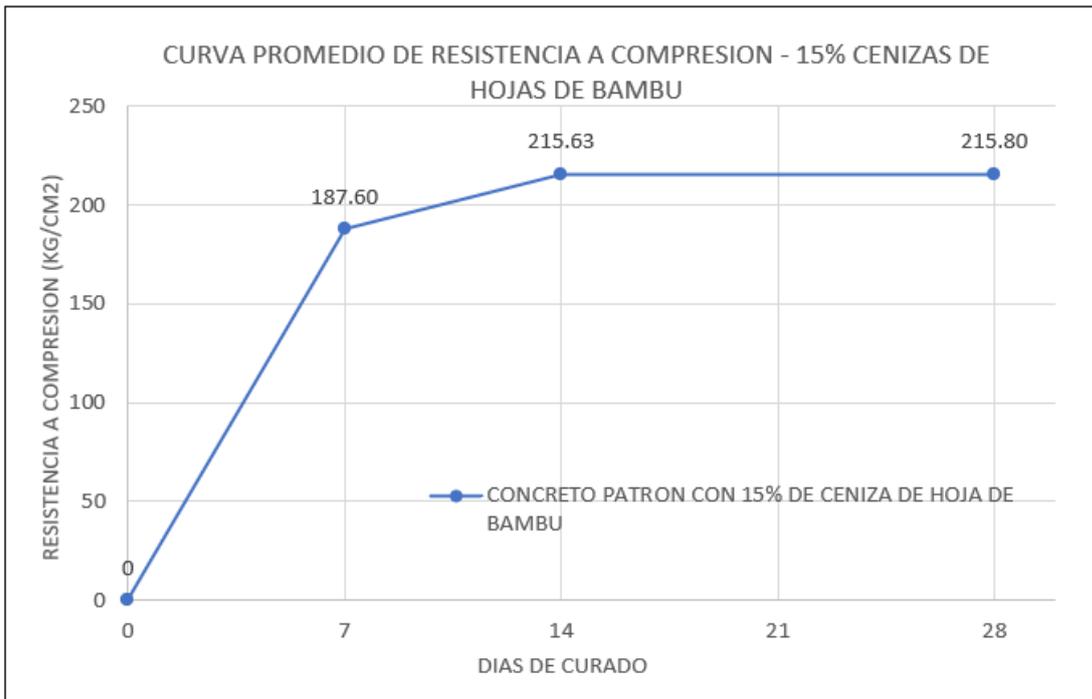


Gráfico 6. Curva promedio del concreto con adición del 15% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Por los valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia a cargas a la compresión de las muestras de concreto con adición del 15% de cenizas de hojas de bambú tipo cilíndricas, podemos comentar que los valores promedios obtenidos a los 7, 14 y 28 días son de un 187.60 kg/cm<sup>2</sup>, 215.63 kg/cm<sup>2</sup> y 215.80 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, la cual en porcentaje se puede interpretar que a los 7 días alcanzo 89.33%, a los 14 días alcanzo 102.68% y a los 28 días alcanzo 102.76% de su resistencia con respecto al concreto de diseño.

### 4.6.5. Comparación de resultados de ensayo a la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días.

Luego de ejecutar la rotura de concreto simple y concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú en porcentajes de 5%, 10% y 15% a los 7, 14 y 28 días, se obtuvo los valores de resistencia de cargas a compresión de las 36 muestras tipo cilíndricas elaboradas tal y como lo establece

la NTP 339.034, luego se realizo la comparacion de los valores obtenidos para determinar los valores promedios de resistencia de las probetas elaboradas, con el fin de poder observar los efectos que generan en su resistencia a la compresion del concreto con adiccion de cenizas de hoja de bambu en distintos porcentajes.

De los valores obtenidos en los ensayos a compresion a 7, 14 y 28 dias de curado, podemos comentar que el concreto experimental que tubo un incremento notable en sus resistencia a cargas a compresion, fue el concreto experimental con 10% de adiccion de cenizas de hoja de bambu obteniendo un resistencia promedio de 304.01 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 dias, obteniendo un 44.77% mas de resistencia en comparacion a la del diseño, y si la compramos con respecto al concreto patron se obtuvo un 4.6% mas de resistencia, por lo tanto podemos afirmar que la adiccion del 10% de cenizas de hojas de bambu es el optimo porcentaje para mejorar la resistencia a cargas de compresion del concreto experimental.

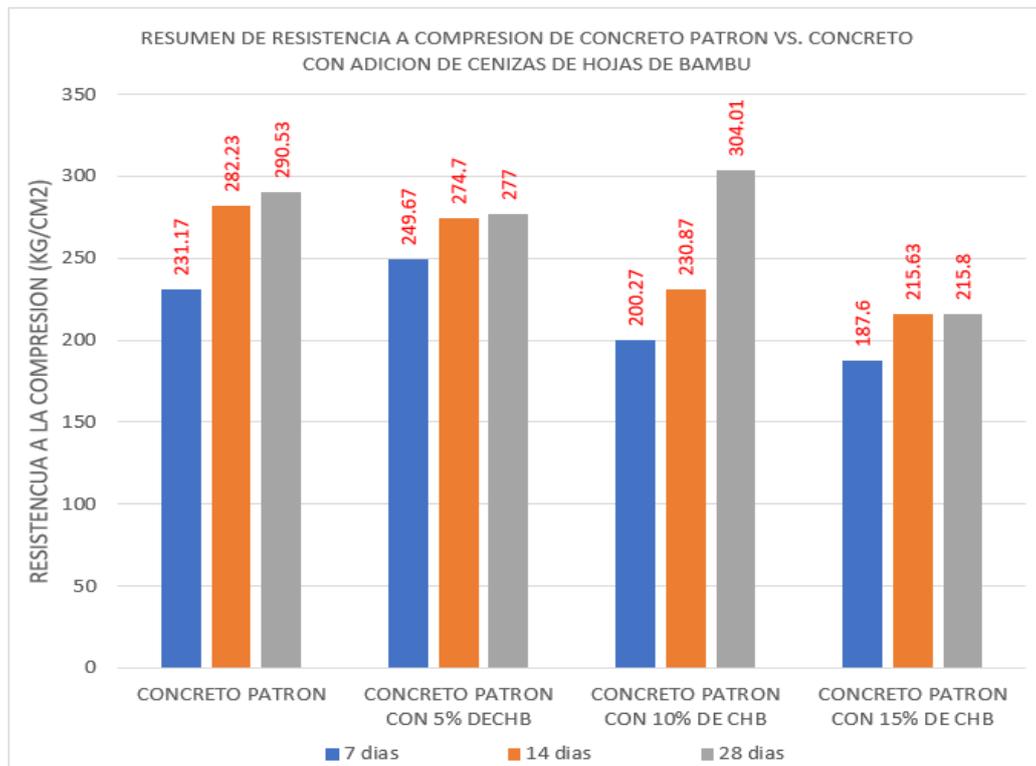


Gráfico 7. Resumen de valores promedios de resistencia a compresión de las muestras sometidas a ensayo de concreto patrón vs concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú

**Tabla 44.** Aumento de los valores en porcentajes a resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	RESISTENCIA DE DISEÑO F'C	AUNMENTO PORCENTUAL EN LA RESISTENCIA RESPECTO AL DISEÑO			
		PATRON	5% CHB	10% CHB	15% CHB
7	210 KG/CM2	110.08%	118.89%	95.37%	89.33%
14		134.40%	130.81%	109.94%	102.68%
28		138.35%	131.90%	144.77%	102.76%

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 45.** Aumento de los valores en kg/cm2 a resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	RESISTENCIA DE DISEÑO F'C (KG/CM2)	AUNMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LAS MUESTRAS CON RESPECTO AL DISEÑO			
		PATRON (KG/CM2)	5% CHB (KG/CM2)	10% CHB (KG/CM2)	15% CHB (KG/CM2)
7	210	231.17	249.67	200.27	187.60
14		282.23	274.70	230.87	215.63
28		290.53	277.00	304.01	215.80

Fuente: Autoría propia, 2022.

Los presentes datos presentaos en los cuadros anteriores, se han extraído a través de ensayos en el laboratorio JJ-GEOTECNIA S.A.C. son datos confiables, como prueba de ellos se adjuntan los certificados de ensayos a compresión de las muestras cilíndricas ensayadas en el ANEXO N°09.

## 4.7. Evaluación de resultados del ensayo de resistencia a la flexión del concreto según la norma ASTM C78.

### 4.7.1. Concreto patrón

Para definir los valores de resistencia a cargas de flexión de las muestras de concreto patrón de tipo vigas, se deberá realizar el ensayo de resistencia como lo indica la norma ASTM C78 a diferentes edades. En la tabla 46 se muestra un cuadro con valores de resistencia a la flexión obtenidos en los ensayos de laboratorio.

**Tabla 46.** Valores de resistencia a la flexión del concreto patrón a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO PATRON	20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	40.10	42.4
7		20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	44.70	
14		20/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	43.90	46.35
14		21/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	48.80	
28		22/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	48.30	48.95
28		20/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	49.60	

Fuente: Autoría propia, 2022.

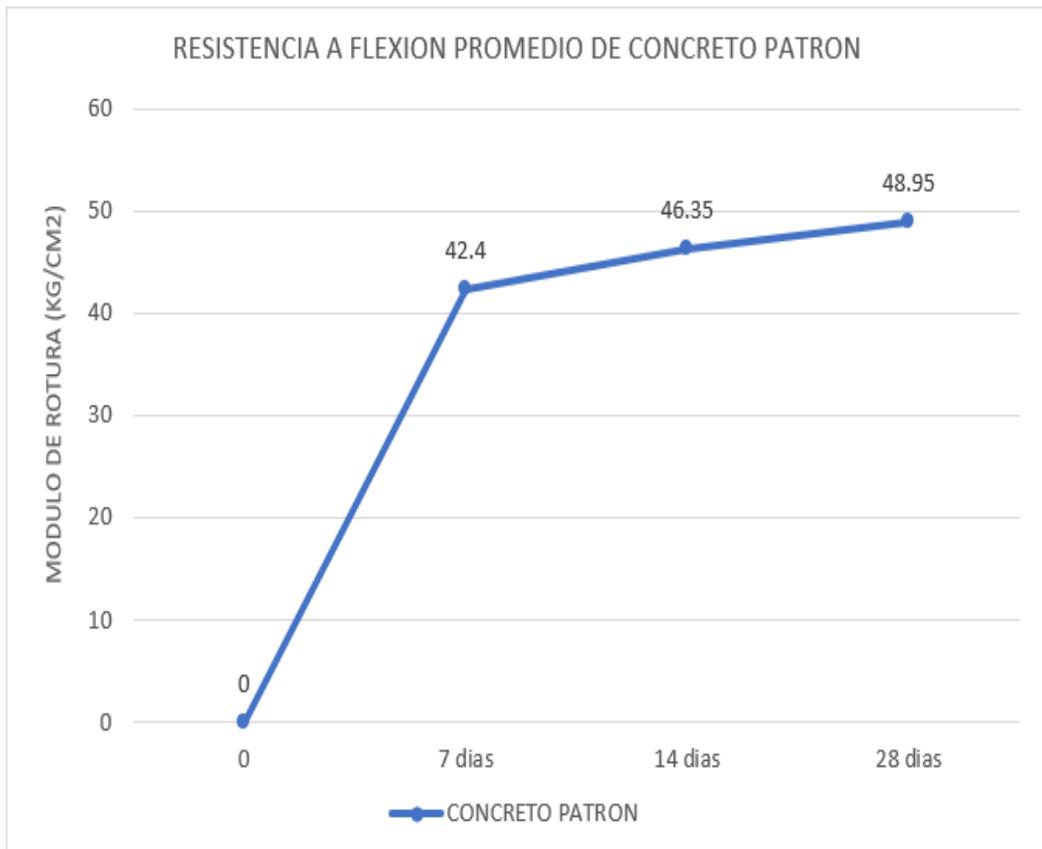


Gráfico 8. Curva promedio del concreto patrón a resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días

#### 4.7.2 Concreto con adición de 5% cenizas de hojas de bambú

Realizado los ensayos de resistencia a flexión de las muestras con adición del 5% de puzolana de hoja de bambú tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.078, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 47.** *Valores de resistencia a la flexión del concreto con 5% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.*

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO CON 5% DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBU	20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	34.00	35.95
7		20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	37.90	
14		20/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	52.20	51.55
14		21/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	50.90	
28		22/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	53.70	54.25
28		20/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	54.80	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

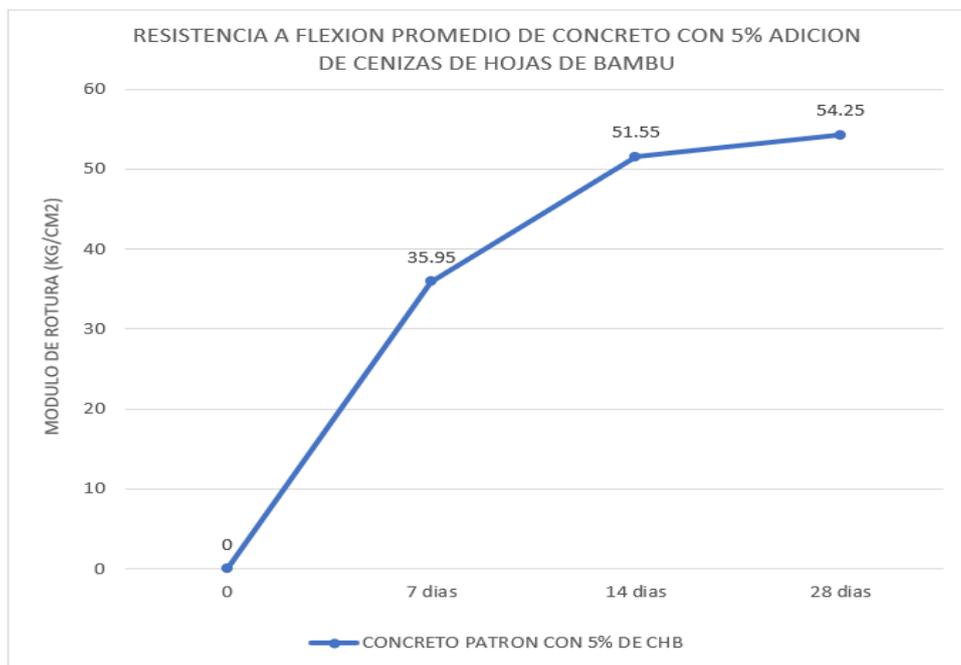


Gráfico 9. Curva promedio del concreto con adición del 5% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días

#### 4.7.3. Concreto con adición de 10% cenizas de hojas de bambú

Realizado los ensayos de resistencia a flexión de las muestras con adición del 10% de puzolana de hoja de bambú tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.078, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se

pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 48.** Valores de resistencia a la flexión del concreto con 10% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO CON 10% DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.40	44.85
7		20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	43.30	
14		20/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	48.20	48.00
14		21/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	47.80	
28		22/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	50.10	50.70
28		20/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	51.30	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

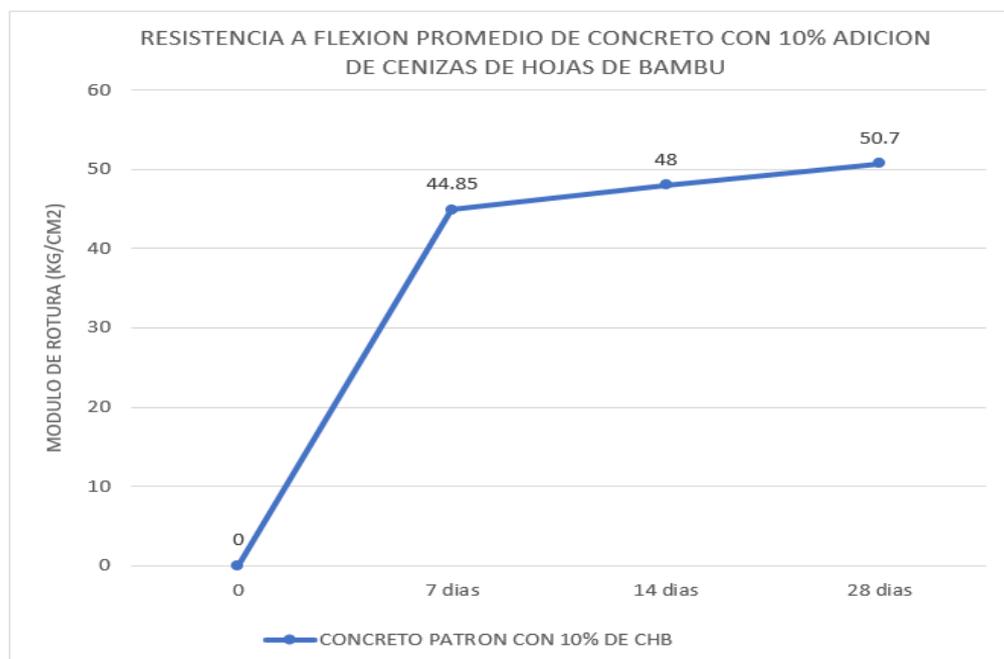


Gráfico 10. Curva promedio del concreto con adición del 10% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días

#### 4.7.4. Concreto con adición de 15% cenizas de hojas de bambú

Realizado los ensayos de resistencia a flexión de las muestras con adición del 15% de puzolana de hoja de bambú tipo cilíndricas como lo indica la NTP 339.078, con esta data recolectada podremos obtener los valores de resistencia promedio de la muestra a 7, 14 y 28 días, en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión.

**Tabla 49.** Valores de resistencia a la flexión del concreto con 15% adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días de curado.

EDAD DEL CONCRETO (DIAS)	ESPÉCIMEN	FECHA		UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
		VACIADO	ROTURA				
7	CONCRETO CON 15% DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBU	20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	35.30	34.35
7		20/04/2022	27/04/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	33.40	
14		20/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	39.50	40.00
14		21/04/2022	4/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	40.50	
28		22/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	41.60	42.20
28		20/04/2022	18/05/2022	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.00	42.80	

Fuente: Autoría propia, 2022.

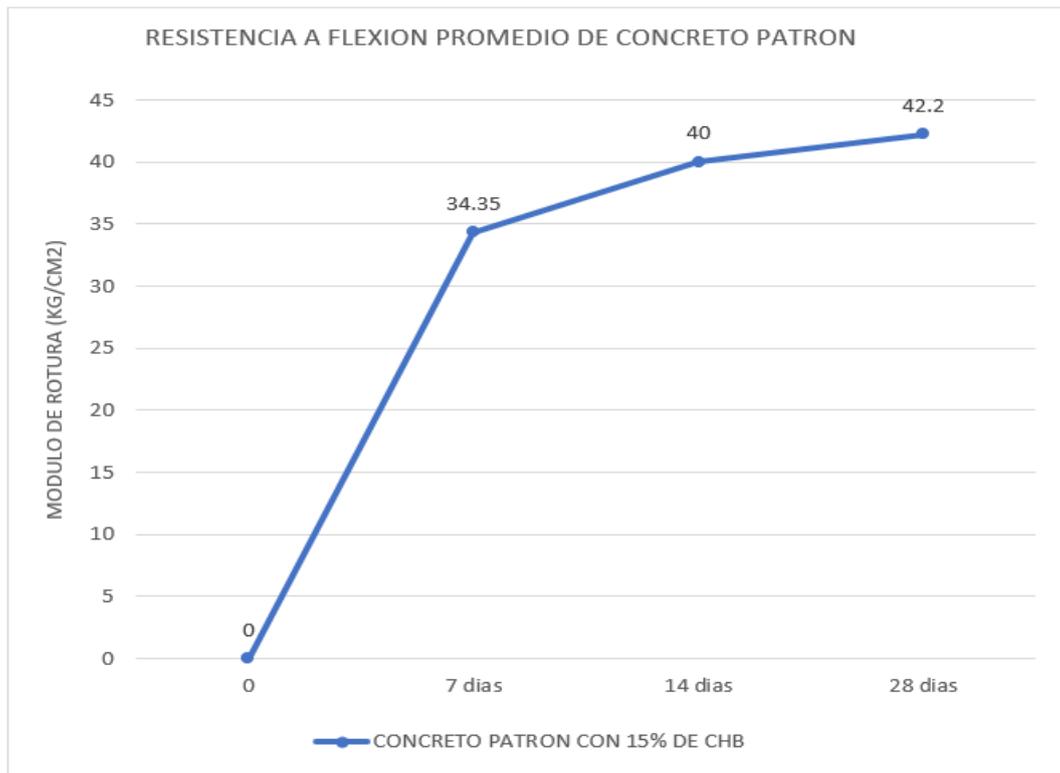


Gráfico 11. Curva promedio del concreto con adición del 15% de cenizas de hojas de bambú a resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días

#### 4.7.5. Comparación de resultados de ensayo a la resistencia a flexión a 7, 14 y 28 días.

Luego de ejecutar la rotura de concreto simple y concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú en porcentajes de 5%, 10% y 15% a los 7, 14 y 28 días, se obtuvo los valores de resistencia de cargas a la flexión de las 24 muestras tipo vigas elaboradas tal y como lo establece la NTP 339.034, luego se realizó la comparación de los valores obtenidos para determinar los valores promedios de resistencia de las probetas elaboradas, con el fin de poder observar los efectos que generan en su resistencia a la flexión del concreto con adición de cenizas de hoja de bambú en distintos porcentajes.

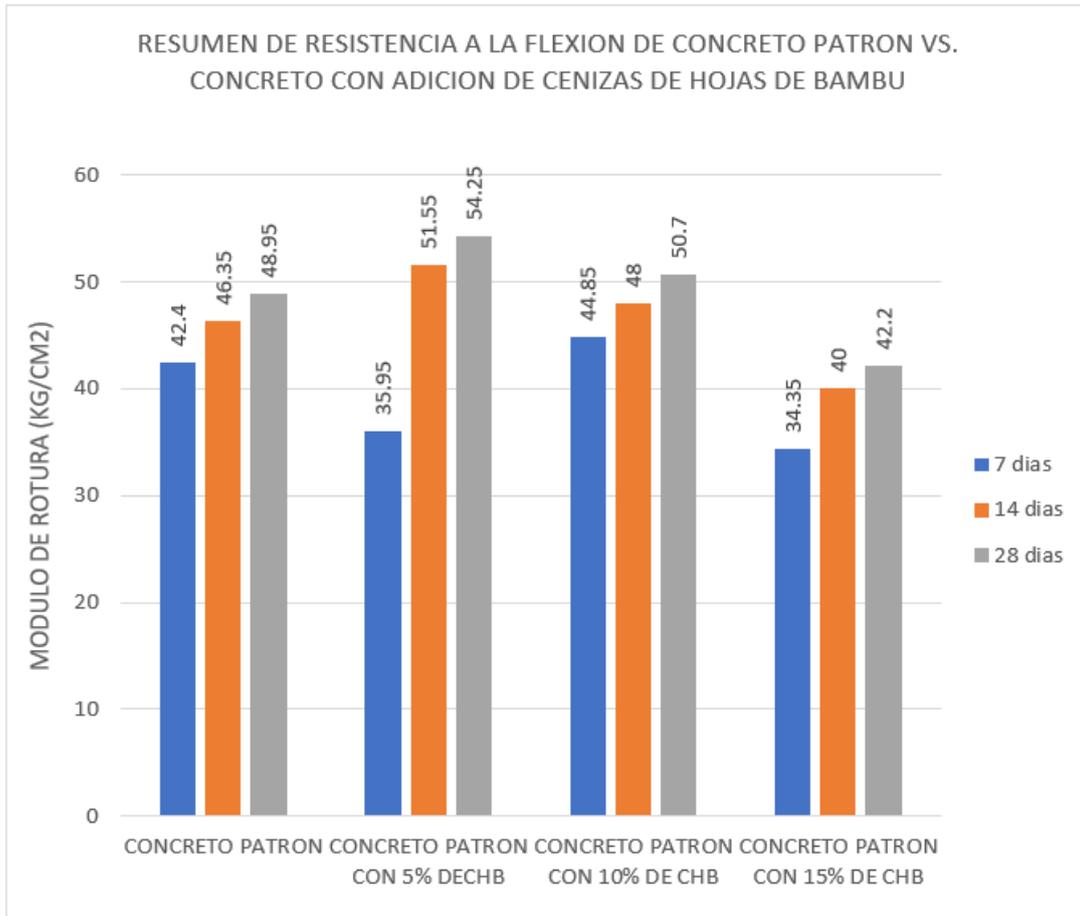


Gráfico 12. Resumen de valores promedios de resistencia a flexión de las muestras sometidas a ensayo de concreto patrón vs concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú

De los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a flexion a 7, 14 y 28 días de curado, podemos comentar que el concreto experimental que tubo un incremento notable en sus resistencia a cargas a flexion, fue el concreto experimental con 5% de adición de cenizas de hoja de bambu obteniendo un resistencia promedio de 54.25 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, obteniendo un 10.83% mas de resistencia en comparacion a la de la viga patron, mientras que los concretos experimentales con la adición de 10% se obtuvo un 3.58% mas de resistencia en comparacion a la de la viga patron y el de 15% obtuvo una disminucion del 13.79% de resistencia en comparacion a la de la viga patron, por lo tanto podemos afirmar que la adición del 5% de cenizas de hojas de bambu es el optimo porcentaje para mejorar la resistencia a cargas de flexion del concreto experimental.

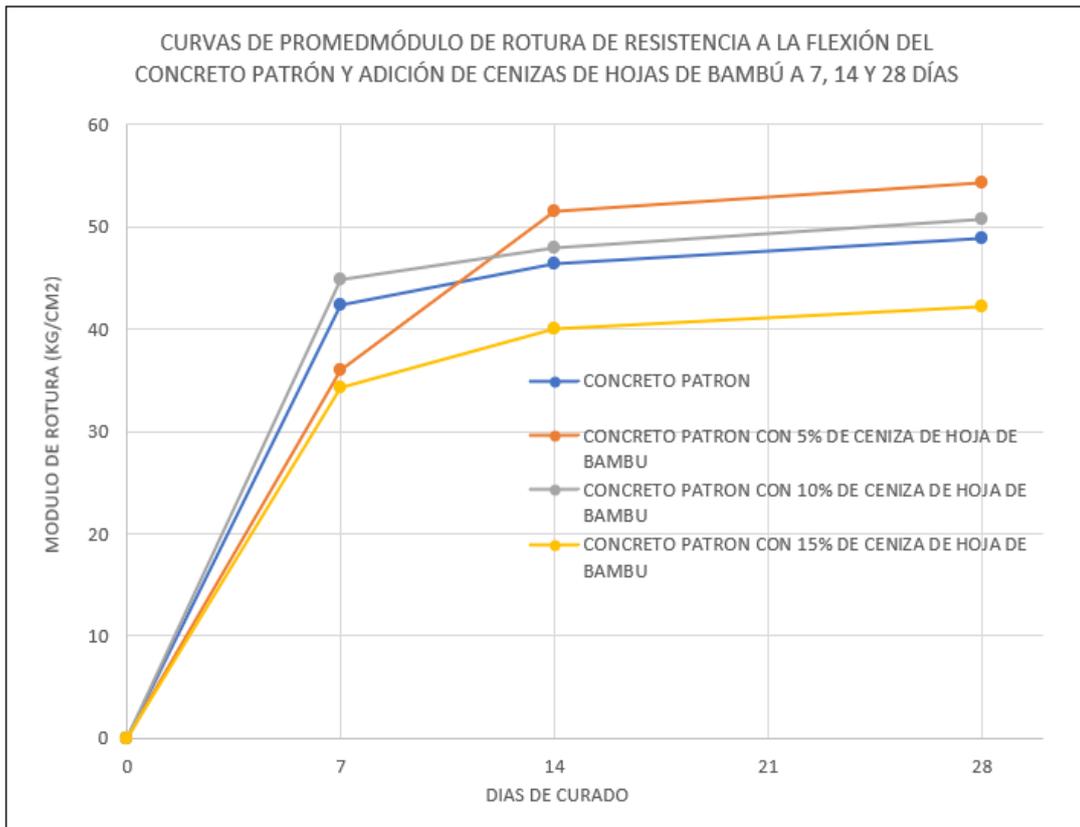


Gráfico 13. Curvas de módulo de rotura de la resistencia a la flexión del concreto patrón y adición de cenizas de hojas de bambú a 7, 14 y 28 días.

**Tabla 50.** Porcentaje de valores de incidencia de resistencia a la flexión del concreto con adición de cenizas de hojas de bambú con respecto al concreto patrón a 7, 14 y 28 días.

MUESTRAS	DIAS DE CURADO					
	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
CONCRETO PATRON	42.4	100%	46.35	100%	48.95	100%
5% DE CENIZA DE H.B.	35.95	85%	51.55	111%	54.25	111%
10% DE CENIZA DE H.B.	44.85	106%	48.00	104%	50.70	104%
15% DE CENIZA DE H.B.	34.35	81%	40.00	86%	42.20	86%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los presentes datos presentados en los cuadros anteriores, se han extraído a través de ensayos en el laboratorio “JJ-GEOTECNIA S.A.C.” son datos confiables, como prueba de ellos se adjuntan los certificados de ensayos a flexión de las muestras tipo viga ensayadas en el ANEXO N°10.

#### **4.8. Desarrollo de la investigación estadísticamente**

Para realizar la comprobación de las hipótesis planteadas, se ha realizado en función de los valores de resistencia a cargas de compresión y flexión, obtenidos del diseño de concreto patrón, así como de los concretos experimentales con la sustitución parcial del cemento por cenizas de hoja de bambú en porcentajes de 5%, 10% y 15%, donde dichos resultados serán sometidos a pruebas estadísticas con la finalidad de poder rechazar o aprobar nuestra hipótesis planteada.

#### **Análisis descriptivo de la resistencia a la compresión**

A continuación, se mostrarán los análisis descriptivos ejecutados para los valores obtenidos mediante la ejecución de ensayo de resistencia a la compresión, para las variables de estudio a 7, 14 y 28 días, siendo este último la tabla con valores con la cual se realizará el análisis estadístico para esta investigación experimental; para lo cual se mostrarán tablas descriptivas y las pruebas de las hipótesis respectivas.

En la tabla 51 y 52, podemos observar los valores de los análisis descriptivos de los resultados obtenidos en las edades de 7 y 14 días (ver ANEXO N°4), pero la más importante para la presente investigación y con la cual se realizará los análisis estadísticos son con los resultados a 28 días.

A continuación, en la siguiente tabla 66 se mostrarán los datos obtenidos al ejecutar los análisis descriptivos para los valores de la resistencia a la compresión a los 28 días, con los cuales se realizarán el análisis estadístico para esta investigación experimental; para lo cual se mostrarán tablas descriptivas y las pruebas de las hipótesis respectivas.

**Tabla 53.** Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la compresión a 28 días de edad (ANOVA de un solo factor)

Descriptivos							
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )							
Edad: 28 días	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Concreto patrón	3	290,53	25,34	227,58	353,48	264,40	315,00
Concreto con 5% de cenizas de hojas de bambú	3	277,00	25,59	213,42	340,58	257,20	305,90
Concreto con 10% de cenizas de hojas de bambú	3	304,01	26,29	238,69	369,33	281,70	333,00
Concreto con 15% de cenizas de hojas de bambú	3	215,80	10,09	190,73	240,87	204,40	223,60
Total	12	271,84	40,27	246,25	297,42	204,40	333,00

Fuente: Autoría propia, 2022.

En la tabla 53 mostrada anteriormente, donde podemos observar el análisis descriptivo realizados a los resultados obtenidos de la resistencia a cargas de compresión del concreto patrón a los 28 días, con una media de 290.53 una desviación típica de 25.34, teniendo una minina de 264.40 y máxima de 315.00 kg/cm<sup>2</sup> con un intervalo de confianza para la media al 95% que toma valores entre 227.58 hasta 353.48, similarmente para el concreto con 5% de adición de CHB (ceniza de hoja de bambú) que tiene una resistencia a cargas de compresión a los 28 días, con una media de 277.00 una desviación típica de 25.59 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una minina de 257.20 y máxima de 305.90 k con un intervalo de confianza para la media para la media al 95% que toma valores entre 213.42 hasta 340.58, así mismo para el concreto con 10% de adición de CHB

que tiene una resistencia a cargas de compresión a los 28 días, con una media de 304.01 una desviación típica de 26.29, teniendo una mínima de 281.70 y máxima de 333.00 kg/cm<sup>2</sup> con un intervalo de confianza para la media para la media al 95% que toma valores entre 238.69 hasta 369.33, finalmente para el concreto con 15% de adición de CHB que tiene una resistencia a cargas de compresión a los 28 días, con una media de 215.80 una desviación típica de 10.09 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una mínima de 204.40 y máxima de 223.60 con un intervalo de confianza para la media para la media al 95% que toma valores entre 190.73 hasta 240.87.

#### **4.8.1. Análisis descriptivo de la resistencia a la flexión**

A continuación, se mostrarán los análisis descriptivos ejecutados para los valores obtenidos mediante la ejecución de ensayo de resistencia a la flexión, para las variables de estudio a 7, 14 y 28 días, siendo este último la tabla con valores con la cual se realizará el análisis estadístico para esta investigación experimental; para lo cual se mostrarán tablas descriptivas y las pruebas de las hipótesis respectivas.

En la tabla 54 y 55, podemos observar los valores de los análisis descriptivos de los resultados obtenidos en las edades de 7 y 14 días (ver ANEXO N°4), pero la más importante para la presente investigación y con la cual se realizará los análisis estadísticos son con los resultados a 28 días.

A continuación, en la siguiente tabla 56 se mostrarán los datos obtenidos al ejecutar los análisis descriptivos para los valores de la resistencia a la flexión a los 28 días, con los cuales se realizarán el análisis estadístico para esta investigación experimental; para lo cual se mostrarán tablas descriptivas y las pruebas de las hipótesis respectivas.

**Tabla 56.** Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la flexión a 28 días de edad (ANOVA de un solo factor)

Descriptivos							
Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )							
Edad: 28 días	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Concreto patrón	2	48,95	,92	40,69	57,21	48,30	49,60
Concreto con 5% de cenizas de hojas de bambú	2	54,25	,78	47,26	61,24	53,70	54,80
Concreto con 10% de cenizas de hojas de bambú	2	50,70	,85	43,08	58,32	50,10	51,30
Concreto con 15% de cenizas de hojas de bambú	2	42,20	,85	34,58	49,82	41,60	42,80
Total	8	49,03	4,72	45,07	52,98	41,60	54,80

Fuente: Autoría propia, 2022.

En la tabla 56 mostrada anteriormente, donde podemos observar el análisis descriptivo realizados a los resultados obtenidos de la resistencia a cargas de flexión del concreto patrón a los 28 días, con una media de 48.95 una desviación típica de 0.92, teniendo una minina de 48.30 y máxima de 49.60 con un intervalo de confianza para la media al 95% que toma valores entre 40.69 hasta 57.21, similarmente para el concreto con 5% de adición de CHB (ceniza de hoja de bambú) que tiene una resistencia a cargas de compresión a los 28 días, con una media de 54.25 una desviación típica de 0.78, teniendo una minina de 53.70 kg/cm<sup>2</sup> y máxima de 54.80 con un intervalo de confianza para la media para la media al 95% que toma valores entre 47.26 hasta 61.24, así mismo para el concreto con 10% de adición de CHB que tiene una resistencia a cargas de compresión a los 28 días, con una media de 50.70 una desviación típica de 0.85 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una minina de 50.10 y máxima de 51.30 con un intervalo de confianza para la media para la media al 95% que toma valores entre 43.08 hasta 58.32, finalmente para el concreto con 15% de adición de CHB que tiene una resistencia a cargas de compresión a los 28 días, con una media de 42.20 una

desviación típica de 0.85, teniendo una mínima de 41.60 y máxima de 42.80 con un intervalo de confianza para la media para la media al 95% que toma valores entre 34.58 hasta 49.82.

#### 4.8.2. Análisis inferencial

Para poder determinar la prueba de normalidad, primero debemos de tener en cuenta el tamaño de la muestra, a someter a resistencia a compresión se tiene un total de 36 u muestras tipo cilíndricas y para el ensayo a flexión se tiene un total de 24 muestras de tipo viga, donde podemos observar que ninguna de los dos tipos de muestras supera los 50 datos, por lo tanto, utilizaremos la prueba de Shapiro-Wilk dado que nuestros datos son inferiores a 50.

**Tabla 57.** Prueba de normalidad de los datos (variable: resistencia a compresión)

Pruebas de normalidad						
Muestras de concreto a compresión	Kolmogorov-Smimov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	P	Estadístico	gl	P
Patrón	0.193	3	-	0.997	3	0.891
5% de Cenizas de hoja de bambú	0.306	3	-	0.905	3	0.402
10% de Cenizas de hoja de bambú	0.267	3	-	0.952	3	0.576
15% de Cenizas de hoja de bambú	0.306	3	-	0.905	3	0.400

Fuente: Autoría propia, 2022.

Los criterios que se deben tomar para determinar si nuestra prueba de normalidad proviene de datos que contienen una distribución normal no dependerá de lo siguiente:

Si  $P \geq 0.05$ , nuestros datos obtenidos provienen de una distribución normal.

Si  $P < 0.05$ , nuestros datos obtenidos no provienen de una distribución normal.

En la tabla 57, se muestra que nuestra primera variable tiene distribución normal en cada uno de sus grupos ( $P > 0.05$ ). En este caso se aplicará una prueba paramétrica ANOVA.

**Tabla 58.** Prueba de normalidad de los datos (variable 1: resistencia a flexión)

Pruebas de normalidad						
Muestras de concreto a flexión	Kolmogorov-Smimov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	P	Estadístico	gl	P
Patrón	0.244	6	0.200	0.909	6	0.431
5% de Cenizas de hoja de bambú	0.325	6	0.047	0.804	6	0.064
10% de Cenizas de hoja de bambú	0.160	6	0.200	0.969	6	0.886
15% de Cenizas de hoja de bambú	0.236	6	0.200	0.910	6	0.435

Fuente: Autoría propia, 2022.

Los criterios que se deben tomar para determinar si nuestra prueba de normalidad proviene de datos que contienen una distribución normal no dependerá de lo siguiente:

Si  $P \geq 0.05$ , nuestros datos obtenidos provienen de una distribución normal.

Si  $P < 0.05$ , nuestros datos obtenidos no provienen de una distribución normal.

En la tabla 58, se muestra que nuestra primera variable tiene distribución normal en cada uno de sus grupos ( $P > 0.05$ ). En este caso se aplicará una prueba paramétrica ANOVA.

#### 4.8.3. Prueba de hipótesis

##### Contrastación de la hipótesis (resistencia a compresión)

##### a) Formulación de la hipótesis para la resistencia a compresión.

### Hipótesis nula:

**Ho:** La adición de cenizas de hojas de bambú no produce resultados favorables en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

### Hipótesis alterna:

**Ha:** La adición de cenizas de hojas de bambú produce resultados favorables en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

Regla de decisión: Si  $P < 0.05$ , entonces rechazamos la hipótesis nula.

## b) Grado de significancia

$$\alpha = 0.05 \text{ (5\%)}$$

## c) Tipo de prueba estadística

ANOVA de un solo factor

**Tabla 59.** ANOVA, respecto a los resultados a resistencia a la compresión

ANOVA						
Resistencia a la compresión						
Días		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P
7 días	Inter-grupos	7236.142	3	2412.047	22.655	0.000
	Intra-grupos	851.740	8	106.467		
	Total	8087.882	11			
14 días	Inter-grupos		3	3193.283	16.997	0.001
	Intra-grupos		8	187.878		
	Total		11			
28 días	Inter-grupos		3	4551.457	8.709	0.007
	Intra-grupos		8	522.618		
	Total		11			

Fuente: Autoría propia, 2022.

En la anterior tabla mostrada se observa que,  $P < 0.05$ , por consiguiente, se debe de aceptar la hipótesis propuesta por el investigador, donde nos indica que la adición de CHB produce una mejoría en la resistencia a cargas de compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2022. Esto quiere dar a entender que, si existen diferencias significativas en las resistencias a cargas a compresión entre los grupos de concreto de diseño y el concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú.

Para poder constatar la diferencia que hay entre los grupos de concreto de diseño y el concreto experimental con CHB, se ha de realizar una comparación múltiple post hoc, asumiendo que las varianzas son iguales de Tukey.

**Tabla 60.** *Subconjuntos de las medias homogéneas de resultados de resistencia a la compresión*

Días = 28 días			
HSD de Tukey	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Muestras de concreto			
15% de cenizas de hojas de bambú	3	215.80	
5% de cenizas de hojas de bambú	3		277.00
Patrón	3		290.53
10% de cenizas de hojas de bambú	3		304.01
Sig.		1.000	0.508

Fuente: Autoría propia, 2022.

De los datos obtenidos mediante la prueba de rango Tukey se observa en la tabla 60 que fueron separados en dos grupos, donde podemos visualizar que las diferencias entre los dos grupos son significativas entre el concreto patrón y concreto con adición 5%, 10% y 15% de puzolana de hoja de bambú, las cuales la prueba la separo en dos grupos, el primero compuesto solo por concreto con

adición del 15% cenizas de hojas de bambú obteniendo una media de 215.80 kg/cm<sup>2</sup> y el segundo grupo conformados por el concreto de diseño y el concreto con adición del 5% y 10% cenizas de hojas de bambú las cuales tuvieron una media de 290.53 kg/cm<sup>2</sup>, 277.00 kg/cm<sup>2</sup> y 304.21 kg/cm<sup>2</sup>, se podría comentar que estadísticamente el segundo grupo estadísticamente son iguales, en función a lo mencionado se puede inferir que el concreto experimental con el 10% de cenizas de hojas de bambú en remplazo del cemento, fue la que obtuvo un aumento significativo en la resistencia del concreto elaborado.

### **Contrastación de la hipótesis (resistencia a compresión)**

#### **a) Formulación de la hipótesis para la resistencia a compresión.**

##### **Hipótesis nula:**

**Ho:** La adición de cenizas de hojas de bambú no produce resultados favorables en la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

##### **Hipótesis alterna:**

**Ha:** La adición de cenizas de hojas de bambú produce resultados favorables en la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022.

Regla de decisión: Si  $P < 0.05$ , entonces rechazamos la hipótesis nula.

#### **d) Grado de significancia**

$\alpha = 0.05$  (5%)

#### **e) Tipo de prueba estadística**

ANOVA de un solo factor

**Tabla 61.** ANOVA, respecto a los resultados a resistencia a la flexión

ANOVA						
Resistencia a la flexión						
Días		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P
7 días	Inter-grupos	152.214	3	50.738	8.185	0.035
	Intra-grupos	24.795	4	6.199		
	Total	177.009	7			
14 días	Inter-grupos	140.045	3	46.682	13.904	0.014
	Intra-grupos	13.430	4	3.358		
	Total	153.475	7			
28 días	Inter-grupos	153.385	3	51.128	70.766	0.001
	Intra-grupos	2.890	4	0.722		
	Total	156.275	7			

Fuente: Autoría propia, 2022.

En la anterior tabla mostrada se observa que,  $P < 0.05$ , por consiguiente, se debe de aceptar la hipótesis propuesta por el investigador, donde nos indica que la adición de CHB produce una mejoría en la resistencia a cargas de flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2022. Este quiere dar a entender que, si existen diferencias significativas en las resistencias a cargas a flexión entre los grupos de concreto de diseño y el concreto experimental con adición de cenizas de hojas de bambú.

Para poder constatar la diferencia que hay entre los grupos de concreto de diseño y el concreto experimental con CHB, se ha de realizar una comparación múltiple post hoc, asumiendo que las varianzas son iguales de Tukey.

**Tabla 62.** *Subconjuntos de las medias homogéneas de resultados de resistencia a la flexión*

Días = 28 días				
HSD de Tukey	Subconjunto para alfa = 0.05			
	N	1	2	3
Muestras de concreto				
15% de cenizas de hojas de bambú	2	42.20		
Patrón	2		48.95	
10% de cenizas de hojas de bambú	2		50.70	
5% de cenizas de hojas de bambú	2			54.25
Sig.		1.000	0.30	1.000

Fuente: Autoría propia, 2022.

De los datos obtenidos mediante la prueba de rango Tukey se observa en la tabla 60 que fueron separados en dos grupos, donde podemos visualizar que las diferencias entre los dos grupos son significativas entre el concreto patrón y concreto con adición 5%, 10% y 15% de puzolana de hoja de bambú, las cuales la prueba la separo en tres grupos, el primero compuesto solo por concreto con adición del 15% cenizas de hojas de bambú obteniendo una media de 42.20 kg/cm<sup>2</sup> y el segundo grupo conformados por el concreto de diseño y el concreto con adición del 10% cenizas de hojas de bambú las cuales tuvieron una media 48.85 kg/cm<sup>2</sup> y 50.70 kg/cm<sup>2</sup> y el tercero compuesto solo por concreto con adición del 5% cenizas de hojas de bambú obteniendo una media de 54.25 kg/cm<sup>2</sup>, se podría asegurar que el segundo estadísticamente son iguales, en función a lo mencionado se puede inferir que el concreto experimental con 5% de adición de cenizas de hojas de bambú con respecto al peso del cemento portland, es el que más sobresale con una resistencia mayor al resto.

## V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito determinar de qué manera influye el adicionar cenizas de hojas de bambú en la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022, como también se ha tenido objetivos específicos como determinar cómo influye en el estado plástico del concreto, resistencia a compresión y flexión del concreto en mención.

Para la ejecución de la investigación, se ha contemplado datos extraídos de los ensayos de laboratorio, la composición química y propiedades físicas de “la cenizas de hojas de bambú” así como las propiedades físicas de los agregados, de esta manera poder definir las proporciones de los materiales según el diseño de mezcla elaborado con el método ACI 211, con una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con el objetivo observar cómo influye la adición parcial de cenizas de hojas de bambú en el concreto, se ha sustituido el parcialmente el cemento portland por cenizas en los porcentajes de 5%, 10% y 15%, donde se han realizaron distintos tipos de ensayos de laboratorio para obtener los necesarios para la investigación, las propiedades del concreto en un estado plástico: el asentamiento del concreto (Slump) y la resistencia del concreto elaborado sometida a cargas de compresión y flexión.

Discusión N°01:

¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en el estado plástico del concreto del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022?

Según Pastor (2017) en su investigación, “Efectos de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto”, el investigador en sus conclusiones menciona que se tuvo un asentamiento deseado de su concreto con la adición de cenizas de bagazo de caña en los porcentajes respectivos de 20% y 40%, obteniendo asentamientos de promedios de 3”, así como valores de resistencia a cargas de compresión muy inferiores si se lo compara con los valores del diseño de concreto simple, los valores promedio que se obtuvieron al ejecutar los ensayos a compresión del concreto con adición de

CBC con 20% se obtuvo un valor de 162.75 kg/cm<sup>2</sup> y con 40% un valor de 162.50 kg/cm<sup>2</sup>.

Al ejecutar nuestra investigación refutamos lo afirmado por el autor en sus conclusiones, ya que según nuestra investigación al elaborar los concreto experimentales con cenizas de hojas de bambú en porcentajes de 5%, 10% y 15%, se obtuvieron asentamiento de 3 ½", 2 ½" y 2" respectivamente, esto se debe al gran porcentaje de absorción de agua que poseen las cenizas puzolánicas naturales, con valores de resistencia a cargas de compresión de 277.00 kg/cm<sup>2</sup>, 304.01 kg/cm<sup>2</sup> y 215.80 kg/cm<sup>2</sup> resultados muy superiores en comparación a los del autor Pastor (2017), se reafirma lo comentado basado en los antecedentes de la presente investigación, donde todos los investigadores llegamos a conclusión de que la adición de cenizas puzolánicas por remplazo parcial de cemento, influye de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto y mortero elaborado en porcentajes menores a 20%, así como se reafirma, que el agregar mayor porcentaje de cenizas puzolánicas, se reduce la trabajabilidad del concreto elaborado, estos datos han sido corroborados con los autores de los antecedentes de la presente investigación, así como por ensayos de asentamiento elaborados en la presente investigación, dicha información la podemos encontrar en el ANEXO 09, "Certificado de asentamiento del concreto fresco".

Para Coyasamin (2016) en su tesis, "Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cascaras de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña (CBC), Ecuador", el investigador en sus conclusiones y recomendaciones manifiesta que debe realizar un ensayo correspondiente para poder definir el porcentaje de absorción de las cenizas a utilizar como material puzolánico, donde al realizar los ensayos de porcentaje absorción de agua, obtuvo los siguientes valores, ceniza de cascarilla de arroz (CCA) un total de 71.45 % y de cenizas de bagazo de caña (CBC) un total de 27.98%, con la finalidad de no tener dificultades para la elaboración del concreto.

Estamos totalmente de acuerdo con lo mencionado por Coyasamin ya que valores que se obtuvieron al ejecutar los ensayos del asentamiento de concreto "Slump", se encuentra dentro de lo establecido por la ASTM C143, en la presente investigación las muestras de concreto patrón y concreto experimental con la adición de cenizas de hojas de bambú en 5%, 10% y 15%, obtuvieron los siguientes asentamientos 4", 3 ½", 2 ½" y 2" respectivamente, por lo tanto, según los datos obtenidos se puede deducir que el adicionar aun mayor porcentaje de cenizas de hojas de bambú esta disminuirá la trabajabilidad de la mezcla elaborada, si ejecutamos una comparación con la de otras investigaciones con respecto al uso de cenizas de hojas de bambú u otro tipo de ceniza, se coincide con lo mencionado anteriormente, donde mientras más porcentaje de cenizas se adiciona la mezcla pierde trabajabilidad.

Discusión N°02:

¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022?

Para Flores & Vela (2021), en su tesis "Diseño de concreto simple utilizado de hoja de bambú para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2021", los investigadores al realizar una evaluación de sus resultados obtenidos al ensayarlos a compresión a los testigos de concreto con adición de cenizas de hojas de bambú, concluye que es favorable la sustitución siendo el porcentaje optimo un 2% de cenizas para lograr la mejora a la resistencia a compresión, obteniendo un valor a los 28 días de 224.60 kg/cm<sup>2</sup>.

Mediante la realización de la presente investigación refutamos a lo afirmado por el autor, dado que al realizar los ensayos de resistencia a cargas de compresión a nuestras muestras de concreto con adición de cenizas de hojas de bambú en un porcentaje de 5% y 10% se obtuvo los siguientes valores 277.00 kg/cm<sup>2</sup> y 304.01 kg/cm<sup>2</sup> datos superiores a lo mencionado por el autor, resultados obtenidos mediante ensayo de laboratorio y validados estadísticamente donde se afirma la hipótesis de la presente investigación, la cual nos demuestra que los valores obtenidos son superiores a lo mencionado por el autor anteriormente.

### Discusión N°03:

¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022?

Dado que no se tiene antecedentes de estudios de ejecución de ensayos resistencia a flexión con muestra de tipo viga, damos a conocer que en la presente investigación se realizaron ensayos correspondientes a las muestras de concreto con adición de cenizas en porcentajes de 5%, 10% y 15%, obteniendo los siguientes resultados: concreto patrón 48.95 kg/cm<sup>2</sup> y los concretos con adiciones de cenizas con resultados de 54.25 kg/cm<sup>2</sup>, 50.70 kg/cm<sup>2</sup> y 42.20 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado respectivamente.

resultados obtenidos mediante ensayo de laboratorio y validados estadísticamente donde se afirma la hipótesis de la presente investigación, donde el óptimo porcentaje de cenizas de hojas de bambú es del 5%, obteniendo una resistencia superior en un 11% mayor en comparación de la muestra patrón.

## VI. CONCLUSIONES

1. Con respecto a los datos obtenidos al ejecutar los ensayos de laboratorio a los concretos experimentales con la sustitución parcial del cemento por cenizas de hojas de bambú en porcentajes de 5%, 10% y 15%, ejecutados en su estado fresco y endurecido, se puede aseverar que la adición de cenizas de hojas de bambú influye de manera favorable en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Con respecto a las propiedades del concreto en estado fresco a más porcentaje de adición de cenizas esta se torna menos trabajable, sin embargo, resaltar que los valores obtenidos en los ensayos se encuentran dentro de lo permitido por el comité ACI 211. De la misma manera a las propiedades del concreto en un estado endurecido ante la resistencia a la compresión y flexión, estos mostraron resultados decadentes en relación a mayor porcentaje de cenizas, sin embargo, los valores presentados a los 28 días fueron superiores a la resistencia de diseño del concreto, de esta manera se puede afirmar que cumplen requisitos para ser aplicado en la construcción de una estructura.
2. Se pudo determinar que al agregar mayor porcentaje de cenizas de hojas de bambú esta va perdiendo trabajabilidad al encontrarse en su estado plástico, esto se debe al alto porcentaje de absorción de agua que posee la ceniza, en este caso se obtuvo un 50.30%, la cual indujo que nuestra muestra de concreto con el 15% de ceniza obtenga un asentamiento de 2" la cual es muy bajo para poder verterla en una estructura.
3. Se determinó que el adicionar cenizas de hojas de bambú en porcentajes de 5%, 10% y 15% con respecto al peso del cemento portland, que a la edad de 28 días se obtuvo valores promedio de resistencia a la compresión de 277.00 kg/cm<sup>2</sup>, 304.01 kg/cm<sup>2</sup> y 215.80 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde el concreto patrón presentó una resistencia de 290.53 kg/cm<sup>2</sup>, según los resultados obtenidos se puede definir que la adición del 10% de cenizas de hojas de bambú, presentó un valor superior con respecto al concreto patrón, con una efectividad del 105%. Mientras que los porcentajes restantes de 5% y 15% no lograron sobrepasar la capacidad de resistencia del concreto

patrón, a pesar de ello, los valores promedio obtenidos lograron ser superiores al 100% de la resistencia del diseño de concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

4. Se determinó que la adición de cenizas de hoja de bambú en remplazo por peso del cemento en porcentajes del 5%, 10% y 15% para la elaboración de concreto, al ejecutar ensayos a flexión a los 28 días se obtuvieron valores promedios de  $54.25 \text{ kg/cm}^2$ ,  $50.70 \text{ kg/cm}^2$  y  $42.20 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, donde el concreto de diseño obtuvo un valor de  $48.95 \text{ kg/cm}^2$ . Por los resultados que se obtuvo mediante ensayos se puede definir que la adición del 5% y 10% de cenizas de hojas de bambú, presentaron un valor superior con respecto al concreto patrón, con una efectividad del 111% y 104% respectivamente. Mientras que el concreto con adición del 15% de cenizas de hojas de bambú presentó un valor inferior en comparación con el concreto patrón.
  
5. Se determinó que el porcentaje óptimo de cenizas de hojas de bambú para mejorar la resistencia es del 10%, donde se obtuvo un valor de resistencia a cargas de compresión de  $304.01 \text{ kg/cm}^2$  y resistencia a cargas de flexión de  $50.70 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, con un asentamiento de concreto en estado plástico de  $2 \frac{1}{2}$ ", en función a los resultados este tipo de concreto experimental se encuentra apto para ser utilizado en la construcción de estructuras.

## VII. RECOMENDACIÓN

1. Se recomienda realizar un análisis de composición química a la ceniza a utilizar para la elaboración de concreto, con el objetivo de obtener los porcentajes de óxidos mínimos establecidos por la NTP 334.104 y ASTM C618, de esta manera se podrá tener resultados óptimos.
2. Se recomienda realizar un tamizado previo a la calcinación de las cenizas, con la malla estandarizada N# 200 y luego calcinarla a una temperatura constante de 900°C por un periodo de 2 horas, luego hacerla a través un cambio brusco de temperatura, con la finalidad de que conserve sus propiedades principales que la convierten en un material puzolánico óptimo para ser usado como sustitución parcial del cemento portland., justo como lo dispone la norma NTP 334.104 y ASTM C618.
3. Se recomienda no utilizar porcentajes de cenizas de hojas de bambú superiores al 15% para elaborar concreto, dado que según la investigación realizada se ha demostrado que al agregar mayor porcentaje de cenizas este absorbe mucha más agua y la mezcla pierde la trabajabilidad, la cual puede ser tema de estudio para las futuras investigaciones.
4. Se recomienda realizar análisis a porcentajes de cenizas de hojas de bambú que se encuentren entre los 5% y 10%, dado que los porcentajes mencionados se pudo obtener una resistencia a la flexión y compresión superior a la del concreto patrón, dado que la mayor resistencia flexión se obtuvo con la sustitución de 5% de cenizas y la mayor resistencia a compresión se obtuvo con la sustitución de 10% de cenizas, de tal manera se sugiere realizar estudios de los siguientes porcentajes 6%, 7%, 8% y 9%, con la finalidad de fijar el porcentaje óptimo de cenizas de hojas de bambú para obtener resultados superiores a los del concreto patrón.

## REFERENCIAS

ABANTO, Flavio. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima: San Marcos Edición, 2014. 312 pp.

ISBN: 9789972382604

Akaninyene, A., Alae, O., Adewumi, J., & Olasunkanmi, O. (2013). Assessing the mechanical performance of ternary blended cement concrete incorporating periwinkle shell and bamboo leaf ashes. Civil and Environmental Research.

AMERICAN Concrete Institute 318 (ACI). Regulation requirements for structural concrete. 1° Edition. United States, 2005.

AMERICAN Concrete Institute 308R (ACI). Guide to External Curing of Concrete. 1° Edition. United States, 2016.

AMERICAN Society for Testing and Materials C136 (ASTM). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. United States. 2014.

AMERICAN Society for Testing and Materials C128 (ASTM). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. United States. 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials C618 (ASTM). "Standard specification for coal fly ash and raw 02 calcined natural pozzolan for use in concrete". 2019.

AMERICAN Society for Testing and Materials C39 (ASTM). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. United States. 2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials C127 (ASTM). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. United States. 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials C33 (ASTM). Standard Specification for Concrete Aggregates. United States. 2015.

Añazco, M. (2015). Estudio de la Cadena Desde la Producción al Consumo de Bambú (*Guadua angustifolia*) en Perú. Quito: INBAR.

ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme, 2012. 146 pp.

ISBN: 9800785299

BACALLA, Salvador y VEGA, Miller. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de rioja. Tesis (título de ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Católica sedes sapientiae, 2019. 283pp.

Disponible en <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/734>

Bacca, A., & Vélez, D. Efecto de la fibra de arroz carbonatada en las propiedades mecánicas y físicas del concreto. Villavicencio. 2020. 189 pp.

Bazán, J. (2018). Efecto de sustitución de 15% y 20% del cemento por ceniza de hoja de pino "*Pinus Radiata*" en la resistencia de un concreto  $F'C= 175 \text{ Kg/Cm}^2$ . Huaraz, Perú. (Tesis de grado) Universidad de San Pedro. Chimbote, Peru. Obtenido de:

<http://repositorio.usanpedro.pe/handle/USANPEDRO/7995>

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Lima: [s.n.], 2012. 38 pp.

Cardona Castro, D. (2014). Caracterización de la ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto. Medellín. (Tesis de grado) Universidad EAFIT. Colombia. Obtenido de:

[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7298/DavidFernando\\_CardonaCastro\\_2014.pdf?sequence=2](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7298/DavidFernando_CardonaCastro_2014.pdf?sequence=2)

Carrasco, S. (2017). Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos. 125 pp.

Castellano, G. (2020). Guadalupe Ortiz: una pionera española en química. NEREIS, 12. Obtenido de <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/617-Article%20Text-2580-1-10-20200721.pdf>

Cociña, E., Valencia, E., Santos, S., Savasto, H., & Frías, J. (2011). Pozzolanic behavior of bamboo leaf ash: Characterization and determination of the kinetic parameters. Cement and Concrete Composites.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2008). NTP 339.034. Hormigón (concreto). Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto, en Muestras Cilíndricas. Lima, Perú: INDECOPI.

Dhinakaran, G., & Chandana, G. (2016). Compressive Strength and Durability of Bamboo Leaf Ash Concrete. Jordan Journal of Civil Engineering.

GALICIA, Mónica y VELASQUEZ, Marco. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=201$  kg/cm<sup>2</sup>. Tesis (título de ingeniero civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016, 38pp.

Disponible en:  
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/348>

Gholizadeh, H., & Dilmaghani, S. (2018). The Study of Mechanical Properties of High Strength Concrete Containing Steel and Polypropylene Fibers (Artículo científico). Civil Engineering Journal.

Harmsen, T. (2005). Diseño de estructuras de concreto armado. Lima: Fondo Editorial PUCP.

Helene, P., & Andrade, T. Concreto de Cimento Portland. En Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010. 238 pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill / Interamericana editores, S.A. De C.V., 2014. 634 pp.  
ISBN: 9781456223960

HERNÁNDEZ, Roberto, MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill, 2018. 714 pp.  
ISBN: 9781456260965

Lamus, F., & Andrade, S. Concreto reforzado: fundamentos. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015.189 pp.  
ISBN: 9789587712636

Lau, H. (2019). Tesis. Evaluación del Comportamiento de la Mezcla Asfáltica en Caliente Incorporando Cenizas de Bambú. Lima, Perú. Obtenido de:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51498>

León, A. (2019). Tesis. Caracterización y evaluación de mezclas binarias puzolánicas para la elaboración de cementos ternarios eco-eficientes. Santa Clara, Cuba.

Disponible en  
<https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/11502?show=full>

Milind V., M. (2015). Performance of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete (Artículo Científico). IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE), 28-36. Obtenido de:

[https://www.researchgate.net/profile/MilindMohod/publication/304247224\\_Performance\\_of\\_Polypropylene\\_Fibre\\_Reinforced\\_Concrete/links/576a5d1408aec0ee7bc0f35c/Performance-of-Polypropylene-Fibre-Reinforced-Concrete.pdf](https://www.researchgate.net/profile/MilindMohod/publication/304247224_Performance_of_Polypropylene_Fibre_Reinforced_Concrete/links/576a5d1408aec0ee7bc0f35c/Performance-of-Polypropylene-Fibre-Reinforced-Concrete.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016). Manual de Ensayos de Materiales. Perú. Obtenido de:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Norma Técnica de Edificaciones (NTE), E.060 Concreto Armado. Lima, 2009. 15 pp.

Norma Técnica Peruana 334.039 (NTP) Cementos. Cementos portland requisitos. Lima, 2005. 17 pp.

Norma Técnica Peruana 339.034 (NTP) Hormigón. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. Lima, 1999. 16 pp.

Norma Técnica Peruana 339.033 (NTP) Hormigón. Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima, 2009. 14 pp.

Norma Técnica Peruana 339.047 (NTP) Hormigón (concreto). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados. Lima, 2006. 17 pp.

Norma Técnica Peruana 400.012 (NTP) Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, 2001. 16pp.

Norma Técnica Peruana 400.037 (NTP) Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados de concreto. Lima, 2014. 15 pp.

López, J. (2017). Tesis. Caracterización y Actividad Puzolánica de la Ceniza de Corteza de Bambú. Querétaro. (Tesis de grado) México. Universidad Autónoma de Querétaro. Obtenido de:

<http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1111>

PERLES, Pedro. Hormigón armado. 2ª. Ed. Colombia, Bogotá, 2014. 414 pp.

ISBN: 9789587622409

Plan Nacional de Promoción del bambú 2008-2020 [en línea]. Lima: MINAGRI, 2010 [fecha de consulta: 20 de noviembre de 2021]. Disponible en:

<https://www.serfor.gob.pe/portal/wpcontent/uploads/2017/04/Plan%20Nacional%20del%20Bambu.pdf>

RIVVA, Enrique. Naturaleza y Materiales del Concreto. 4ª. Edición Perú: Capítulo Peruano ACI, 2019.

Rosales, V. (2012). Geología y caracterización física de puzolanas de la zona oriental de Guatemala (Tesis ingeniería civil), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de:

<http://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/tesis/T10842.pdf>

SÁNCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Colombia: Bhandar Editores LTDA, 2001. 349pp.

ISBN: 9589247040

Umoh, A., & Odesola, I. (2015). Characteristics of Bamboo Leaf Ash Blended Cement Paste and Mortar. Civil Engineering Dimension, 17(1). (Artículo científico). Obtenido de:

<https://ced.petra.ac.id/index.php/civ/article/view/19204>

## **ANEXOS**

**Anexo N°01**  
**Matriz**

**Tabla 14.** Matriz de operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Medición de escala
Independiente: Cenizas de hojas de Bambú	Diversos investigadores han ejecutado estudios donde han demostrado que la aplicación de cenizas de bambú u otros desechos orgánicos, han brindado una buena respuesta en las mejoras de las propiedades del hormigón, sustituyendo el cemento parcialmente por puzolana” (Cardona, 2013, p. 12).	Ejecutar una evaluación de actividad puzolánica es parte fundamental para presagiar como se comportarán los materiales cementosos que han sido modificados para elaborar hormigón con este material, donde se piensa sustituir al cemento por puzolana de hoja de bambú en distintos porcentajes (Flores &Vela. 2021, p. 35)	Propiedades químicas	Dióxido de sílice	Razón
				Oxido de aluminio	
				Óxido de hierro	
				Oxido de calcio	
			Porcentaje de ceniza de hoja de bambú	5% de ceniza de hoja de bambú	
				10% de ceniza de hoja de bambú	
15% de ceniza de hoja de bambú					
Dependiente: Resistencia del concreto	“La resistencia del hormigón es la propiedad más importante que posee, es la cual hace posible que soporte cargas por unidad de área, la cual esta expresada en términos de esfuerzos que están representadas generalmente en kg/cm <sup>2</sup> , MPa”. (Sánchez. 2017, p. 35).	Los agregados (fino y grueso) cuando se mezcla con el cemento o un material puzolánico, estas mejoran las características del hormigón ya endurecido, debido a las propiedades hidráulicas que posee el cemento o la puzolana utilizada. Para lograr resultados favorables no solo se debe utilizar materiales adecuados, si no que se debe realizar un cálculo adecuado de la relación agua – cemento. (Abanto, 2009, p. 26)	Dosificación del concreto	Agregado fino	
				Agregado grueso	
				Cemento Portland Tipo I	
				Ceniza de hoja de bambú	
				Agua potable	
			Propiedades en el estado plástico	Ensayo de asentamiento (Slump)	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	
				Resistencia a la flexión	

Fuente: Elaboración propia 2022.

**Tabla 76. Matriz de consistencia**

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO: DETERMINACIÓN OPTIMA DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBÚ PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2, LIMA 2022							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	DISEÑO METODOLÓGICO: Experimental	POBLACION: Un conjunto de muestras de concreto cilíndricas adicionando cenizas de hoja de bambú en porcentajes variantes, las cuales serán sometidas a compresión  MUESTRA: La muestra será la misma que la población, ya que en este caso se analizarán los especímenes de estudio cilíndricas en nuestra investigación
¿Como influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022?	Determinar cómo influye la adición de cenizas de hoja de bambú en la resistencia del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.	La adición de cenizas de hojas de bambú influye de manera positiva en la resistencia del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima,2022.	Cenizas de hojas de Bambú	Propiedades químicas	Dióxido de sílice Oxido de aluminio Óxido de hierro Oxido de calcio		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores		
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en el estado plástico del concreto del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022?	Determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de bambú en el estado plástico del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.	La adición de cenizas de hojas de bambú influye de manera favorable en el estado plástico del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.	Resistencia del concreto (kg/cm2)	Dosificación del concreto	Agregado fino		
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022?	Determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.	La adición de cenizas de hojas de bambú produce resultados favorables en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.			Agregado grueso		
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022?	Determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de bambú en la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.	La adición de cenizas de hojas de bambú produce resultados favorables en la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima 2022.			Propiedades en el estado plástico	Cemento Portland Tipo I Ceniza de hoja de bambú Agua potable	
				Propiedades mecánicas	Ensayo de asentamiento (Slump)  Resistencia a la compresión  Resistencia a la flexión		

Fuente: Elaboración propia 2022

**Anexo N°02**

**FORMATO DE VALIDACION Y RECOLECCION DE DATOS - EXPERTO N°01**

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> Escuelas de Ingeniería Civil Formato de valides de expertos	Vigencia 2022
---	--	---------------

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Gamero Ruiz Carla Lisbeth
- 1.2. Código CP: 134914
- 1.3. Correo electrónico: sgamersa.ruz@gmail.com
- 1.4. Celular: 956330690
- 1.5. Grado académico: Suplicior (Colegiado)
- 1.6. Profesión: Ing. Civil
- 1.7. Institución donde labora: CONSORCIO CONSTRUCTORA Metro 2 de Lima
- 1.8. Cargo que desempeña: COORDINADOR DE CONTROL DE CALIDAD
- 1.9. Título de la investigación: DETERMINACIÓN OPTIMA DE PORCENTAJE DE CENIZAS DE HOJAS DE BAMBU PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento "ficha para evaluación de concreto con adición de cenizas de hojas de bambu" diseñado por:

Autor del instrumento: Tineo Evangelista Jeimi Jordan

Y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo detallar los resultados.

**II. VALIDACIÓN**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
		00 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
	SOBRE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO					
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					97
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables y medibles					97
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					98
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					98
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					97
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de los ítems presentados en el instrumento					98
SUMATORIA PARCIAL						97.5
SUMATORIA TOTAL						97.5

Formato de evaluación de experto N°01

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de expertos	Vigencia 2022
---	--	---------------

III. RESULTADO DE VALIDACION

3.1. Valoracion total: 94.5%

3.2. Opinion:

FAVORABLE	<u>ADECUADO</u>
DEBE MEJORAR	_____
NO FAVORABLE	_____

3.3. Observaciones:

NINGUNA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lima, 05 de Enero del 2022

  
CARLA LISBETH  
GAMARRA RUIZ  
INGENIERO CIVIL  
R.P. CIP Nº 134814  
Firma y sello

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2022</p>
---	---	--

**HOJA DE CÁLCULO PARA EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604)

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	P <sub>em</sub>		
	A <sub>b</sub>		

  
 CARLA LISBETH  
 GAMARRA RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 134914

Formato de evaluación para “Peso específico y porcentaje de absorción del agregado”

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: right;">Vigencia 2022</p>
---	---	---

**HOJA DE CÁLCULO PARA EL PORCENTAJE DE HUMEDAD  
(ASTM D-2216 )**

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
<b>MUESTRA (AGREGADO FINO)</b>			
<b>CAPSULA N°:</b>			
1	PESO DEL TARA	g	
2	PESO DEL TARA + SUELO HUMEDO	g	
3	PESO DEL TARA + SUELO SECA	g	
4	PESO DEL AGUA	g	
5	PESO DEL SUELO SECO	g	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	
7	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	

  
 CARLA LISBETH  
 GAMARRA RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 134814

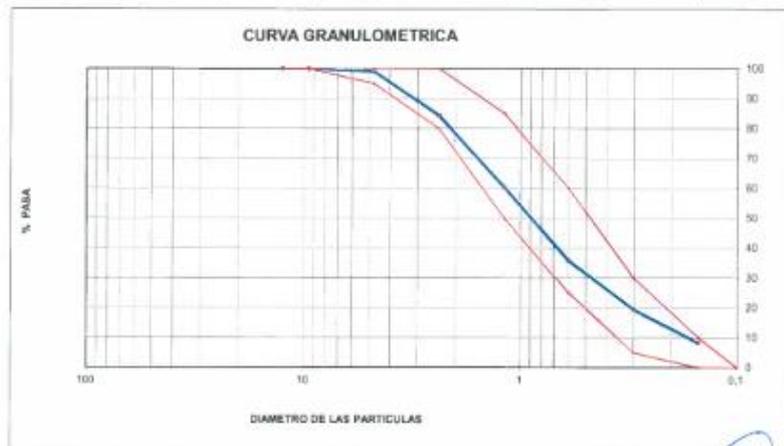
Formato de evaluación para “Porcentaje de humedad”

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos	Vigencia 2022
---	---	---------------

**HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO  
(ASTM C-136)**

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
	(mm)	(GRAMOS)	(%)	RETENIDOS	QUE PASA	ASTM C-136	
1/2"							
3/8"						100	100
N° 4						95	100
N° 8						80	100
N° 16						50	85
N° 30						25	60
N° 50						5	30
N° 100						0	10
FONDO						0	0



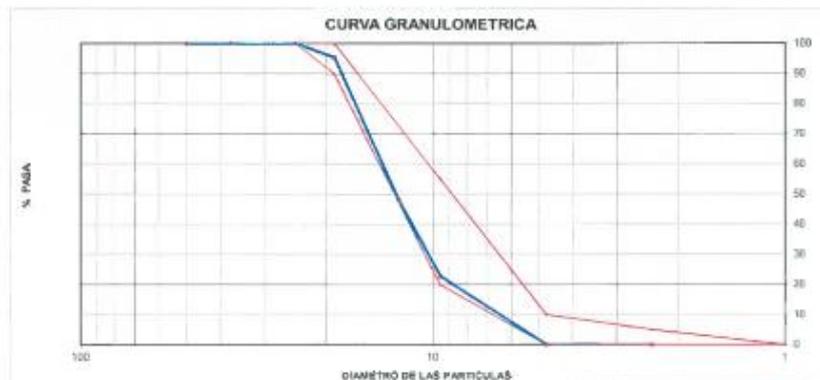
  
**CARLA LISBETH**  
**GAMARRA RUIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 134914

Formato de evaluación para "Análisis granulométrico del agregado fino"

**HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C-136)

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
	(mm)	(GRAMOS)	(%)	RETENIDOS	QUE PASA	ASTM C-136	
2"	50,000						
1 1/2"	38,100						
1"	25,000					100	100
3/4"	19,000					90	100
1/2"	12,500					—	—
3/8"	9,525					20	55
N° 4	4,750					0	10
N° 8	2,360					0	5
N° 16	1,180						
FONDO	0,000						



  
 CARLA LISBETH  
 GAMARRA RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 134914

Formato de evaluación para “Análisis granulométrico del agregado grueso”

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos	Vigencia 2022
---	---	---------------

**HOJA DE CÁLCULO PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**  
(NTP 400.017 - ASTM C-29)

**ENSAYO:**  
**UBICACIÓN:**  
**CANTERA:**  
**MUESTRA:**  
**RESPONSABLE:**  
**FECHA:**  
**PROYECTO:**

**PESO UNITARIO SUELTO:**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )			
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

**PESO UNITARIO SUELTO:**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )			
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )			
CORREGIDO POR HUMEDAD			



**CARLA LISBETH**  
**GAMARRA RUIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 134914

Formato de evaluación para "Peso unitario del agregado fino y grueso"

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: right;">Vigencia 2022</p>
---	---	---

**ANÁLISIS QUÍMICO DE CENIZA DE HOJAS DE BAMBÚ**

INSTITUTO:  
SOLICITANTE:  
TESIS:  
MUESTRA:  
RESPONSABLE:  
TIPO DE ANÁLISIS:  
FECHA:

**RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO:**

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUIMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA N°1	PRUEBA N°2	PRUEBA N°3	PROMEDIO
ÓXIDO DE SILICE	SiO <sub>2</sub>				
ÓXIDO DE ALUMINIO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
ÓXIDO DE HIERRO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
ÓXIDO DE CALCIO	CaO				
ÓXIDO DE POTASIO	K <sub>2</sub> O				
ÓXIDO DE MAGNESIO	MgO				
OTROS					

  
 CARLA LIBBETH  
 GAMARRA RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 134914

Formato de evaluación para “Análisis de composición química de la ceniza”





**FORMATO DE VALIDACION Y RECOLECCION DE DATOS - EXPERTO N°02**

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de expertos	Vigencia 2022
---	--	---------------

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y nombres (Experto): Rodriguez Asqueros Eder Skonatan  
 1.2. Código CIP: 191541  
 1.3. Correo electrónico: JHONA.RODRI.ARQ@GMAIL.COM  
 1.4. Celular: 949071265  
 1.5. Grado académico: INGENIERO TITULADO COLEGIADO DE MATERIALES  
 1.6. Profesión: INGENIERO DE MATERIALES  
 1.7. Institución donde labora: CONSORCIO CONSTRUCTOR METRO 2 LIMA  
 1.8. Cargo que desempeña: INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD  
 1.9. Título de la investigación: Determinación óptima de porcentaje de ceniza de hojas de bambú para incrementar la resistencia a compresión del concreto -  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento "ficha para evaluación de concreto con adición de cenizas de hojas de bambú" diseñado por:

Autor del instrumento: Tineo Evangelista Jelmi Jordan

Y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo detallar los resultados.

**II. VALIDACIÓN**

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
		00 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
	SOBRE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO					
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					98%
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables y medibles					95%
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					97%
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					98%
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					95%
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de los ítems presentados en el instrumento					96%
	SUMATORIA PARCIAL					96.5%
	SUMATORIA TOTAL					96.5%

Formato de evaluación de experto N°02

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de expertos	Vigencia 2022
---	---	---------------

III. RESULTADO DE VALIDACION

3.1. Valoracion total: 96.5%

3.2. Opinion:

FAVORABLE	<u>ADECUADO</u>
DEBE MEJORAR	_____
NO FAVORABLE	_____

3.3. Observaciones:

NINGUNA OBSERVACION

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lima, 05 de Enero del 2022

  
**Eder Jhonatan Rodriguez Arzuero**  
**ING. DE MATERIALES**  
**R. CIP. N° 191541**

Firma y Sello

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: right;">Vigencia 2022</p>
---	---	---

**HOJA DE CÁLCULO PARA EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN  
(NTP 399.604)**

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	Pem		
	Ab		

  
 Eder Jonathan Rodríguez Arques  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 191541

Formato de evaluación para “Peso específico y porcentaje de absorción del agregado”

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: right;">Vigencia 2022</p>
---	---	---

**HOJA DE CÁLCULO PARA EL PORCENTAJE DE HUMEDAD  
(ASTM D-2216)**

ENSAYO:  
UBICACIÓN:  
CANTERA:  
MUESTRA:  
RESPONSABLE:  
FECHA:  
PROYECTO:

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA (AGREGADO FINO)			
CAPSULA N°:			
1	PESO DEL TARA	gr	
2	PESO DEL TARA + SUELO HUMEDO	gr	
3	PESO DEL TARA + SUELO SECA	gr	
4	PESO DEL AGUA	gr	
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	
7	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	

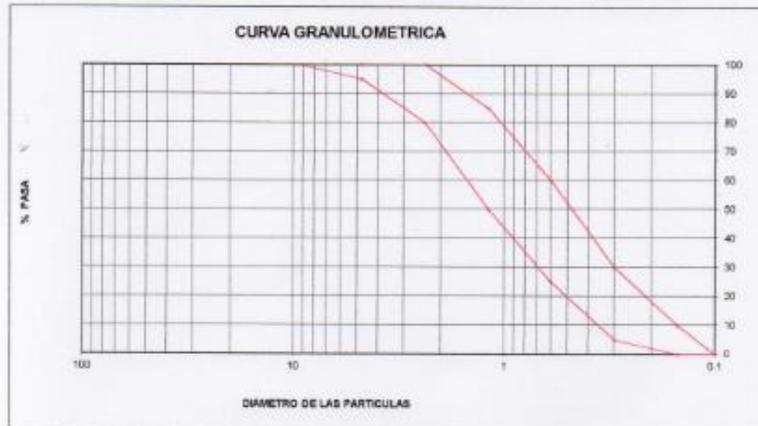
  
 .....  
 J. Rodríguez Arquerre  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 191541

Formato de evaluación para "Porcentaje de humedad"

**HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO**  
 (ASTM C-136)

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(GRAMOS)	(%)	RETENIDOS	QUE PASA	ASTM C-136	
1/2"							
3/8"						100	100
N° 4						95	100
N° 8						80	100
N° 16						50	85
N° 30						25	60
N° 50						5	30
N° 100						0	30
FONDO						0	0



  
 Eder Jeronimo Rodriguez Arzuaga  
 INGI DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 191541

Formato de evaluación para "Análisis granulométrico del agregado fino"

**HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C-136)

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(GRAMOS)	(%)	RETENIDOS	QUE PASA	ASTM C-136	
2"	50.000						
1 1/2"	38.100						
1"	25.000					100	100
3/4"	19.000					90	100
1/2"	12.500					—	—
3/8"	9.525					20	55
N° 4	4.750					0	10
N° 6	2.360					0	5
N° 16	1.180						
FONDO	0.000						



  
 Edgar Christian Rodríguez Arques  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 181541

Formato de evaluación para "Análisis granulométrico del agregado grueso"

**HOJA DE CÁLCULO PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**  
(NTP 400.017 - ASTM C-29)

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

**PESO UNITARIO SUELTO:**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )			
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

**PESO UNITARIO SUELTO:**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )			
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

  
 Eder Jonathan Rodríguez Arques  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 191541

Formato de evaluación para "Peso unitario del agregado fino y grueso"

**ANÁLISIS QUÍMICO DE CENIZA DE HOJAS DE BAMBÚ**

INSTITUTO:  
SOLICITANTE:  
TESIS:  
MUESTRA:  
RESPONSABLE:  
TIPO DE ANALISIS:  
FECHA:

**RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO:**

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUIMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA N°1	PRUEBA N°2	PRUEBA N°3	PROMEDIO
ÓXIDO DE SÍLICE	SiO <sub>2</sub>				
ÓXIDO DE ALUMINIO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
ÓXIDO DE HIERRO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
ÓXIDO DE CALCIO	CaO				
ÓXIDO DE POTASIO	K <sub>2</sub> O				
ÓXIDO DE MAGNESIO	MgO				
OTROS					

  
 Edg. Robinson Rodríguez Arques  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 191541

Formato de evaluación para "Análisis de composición química de la ceniza"





**FORMATO DE VALIDACION Y RECOLECCION DE DATOS - EXPERTO N°03**

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de expertos	Vigencia 2022
---	--	---------------

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Cárdenas Iparraguire Sharon Cinthya  
 1.2. Código CIP: 182915  
 1.3. Correo electrónico: sharon1990\_24@hotmail.com  
 1.4. Celular: 943022300  
 1.5. Grado académico: Superior Completo / Magister egresada  
 1.6. Profesión: Ing. Civil  
 1.7. Institución donde labora: Consorcio Constructor Metro 2 Lima  
 1.8. Cargo que desempeña: Supervisora de Control de Calidad  
 1.9. Título de la investigación: "Determinación Óptima de porcentaje de Cenizas de hojas de bambú para Incrementar la resistencia a compresión del concreto f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>"
- Hago constar que he revisado con fines de validación de Instrumento "ficha para evaluación de concreto con adición de cenizas de hojas de bambú" diseñado por:
- Autor del instrumento: Tineo Evangelista Jeimi Jordan

Y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo detallar los resultados.

**II. VALIDACIÓN**

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
		00 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
	SOBRE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO					
1. CLARIDAD	Estan formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprension					98%
2. OBJETIVIDAD	Estan expresados en conductas observables y medibles					95%
3. CONSISTENCIA	Existe una organizacion logica en los contenidos y relacion con la teoria					95%
4. COHERENCIA	Existe relacion de los contenidos con los indicadores de la variable					90%
5. PERTINENCIA	Las categorias de respuestas y sus valores son apropiados					85%
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de los items presentados en el instrumento					90%
SUMATORIA PARCIAL						553
SUMATORIA TOTAL						92.16% (Promedio)

Formato de evaluación de experto N°03

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de valides de expertos	Vigencia 2022
---	--	---------------

III. RESULTADO DE VALIDACION

3.1. Valoracion total: 92.16%

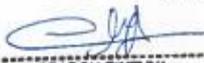
3.2. Opinion:

FAVORABLE	<input checked="" type="checkbox"/>
DEBE MEJORAR	<input type="checkbox"/>
NO FAVORABLE	<input type="checkbox"/>

3.3. Observaciones:

7

Lima, 05 de Enero del 2022

  
-----  
SPARON CINTHYA  
CARDENAS IPARRAGUIRRE  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 482045  
Firma y Sello

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de Instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2022</p>
---	---	--

**HOJA DE CÁLCULO PARA EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604)

ENSAYO:  
UBICACIÓN:  
CANTERA:  
MUESTRA:  
RESPONSABLE:  
FECHA:  
PROYECTO:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	gr	
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	gr	
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	
	Perm		
	Ab		

  
 CÍRDENAS CINTHYA  
 CÁRDENAS IPARRAGUIRRE  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 182915

Formato de evaluación para “Peso específico y porcentaje de absorción del agregado”

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de Instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2022</p>
---	---	--

**HOJA DE CÁLCULO PARA EL PORCENTAJE DE HUMEDAD  
(ASTM D-2216 )**

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA (AGREGADO FINO)			
CAPSULA N°:			
1	PESO DEL TARA	gf	
2	PESO DEL TARA + SUELO HUMEDO	gf	
3	PESO DEL TARA + SUELO SECA	gf	
4	PESO DEL AGUA	gf	
5	PESO DEL SUELO SECO	gf	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	
7	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	

  
 SPARON CINTHYA  
 CARDENAS IPARRAGUIRRE  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 18291<sup>o</sup>

Formato de evaluación para “Porcentaje de humedad”



**HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C-136)

ENSAYO:  
 UBICACIÓN:  
 CANTERA:  
 MUESTRA:  
 RESPONSABLE:  
 FECHA:  
 PROYECTO:

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(GRAMOS)	(%)	RETENIDOS	QUE PASA	ASTM C-136	
2"	50.000						
1 1/2"	38.100						
1"	25.000					100	100
3/4"	19.000					90	100
1/2"	12.500						
3/8"	9.525					20	55
N° 4	4.750					0	10
N° 8	2.360					0	5
N° 16	1.180						
FONDO	0.000						



  
 SPARON CINTHYA  
 CARDENAS IPARRAGUIRRE  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 187915

Formato de evaluación para "Análisis granulométrico del agregado grueso"

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de Instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2022</p>
---	---	--

**HOJA DE CÁLCULO PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO  
(NTP 400.017 - ASTM C-29)**

ENSAYO:  
UBICACIÓN:  
CANTERA:  
MUESTRA:  
RESPONSABLE:  
FECHA:  
PROYECTO:

**PESO UNITARIO SUELTO:**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )			
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

**PESO UNITARIO SUELTO:**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )			
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

  
 SPARON CINTHYA  
 CARDENAS IPARRAGUIRRE  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 182915

Formato de evaluación para "Peso unitario del agregado fino y grueso"

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Escuela de Ingeniería Civil Formato de instrumento de recolección de datos</p>	<p style="text-align: center;">Vigencia 2022</p>
---	---	--

**ANÁLISIS QUÍMICO DE CENIZA DE HOJAS DE BAMBÚ**

INSTITUTO:  
SOLICITANTE:  
TESIS:  
MUESTRA:  
RESPONSABLE:  
TIPO DE ANÁLISIS:  
FECHA:

RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO:

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUIMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA N°1	PRUEBA N°2	PRUEBA N°3	PROMEDIO
ÓXIDO DE SÍLICE	SiO <sub>2</sub>				
ÓXIDO DE ALUMINIO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
ÓXIDO DE HIERRO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
ÓXIDO DE CALCIO	CaO				
ÓXIDO DE POTASIO	K <sub>2</sub> O				
ÓXIDO DE MAGNESIO	MgO				
OTROS					

  
 SPARON CINTHYA  
 CÁRDENAS IPARRAGUIRRE  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 187014





### Anexo N°03. PORCEDIMIENTO DE ELABORACION DE MUESTRAS



**Figura 25.** Recolección de hojas secas de bambú



**Figura 26.** Limpieza, lavado y secado de las hojas de bambú



**Figura 27.** Calcinación de hojas secas de bambú



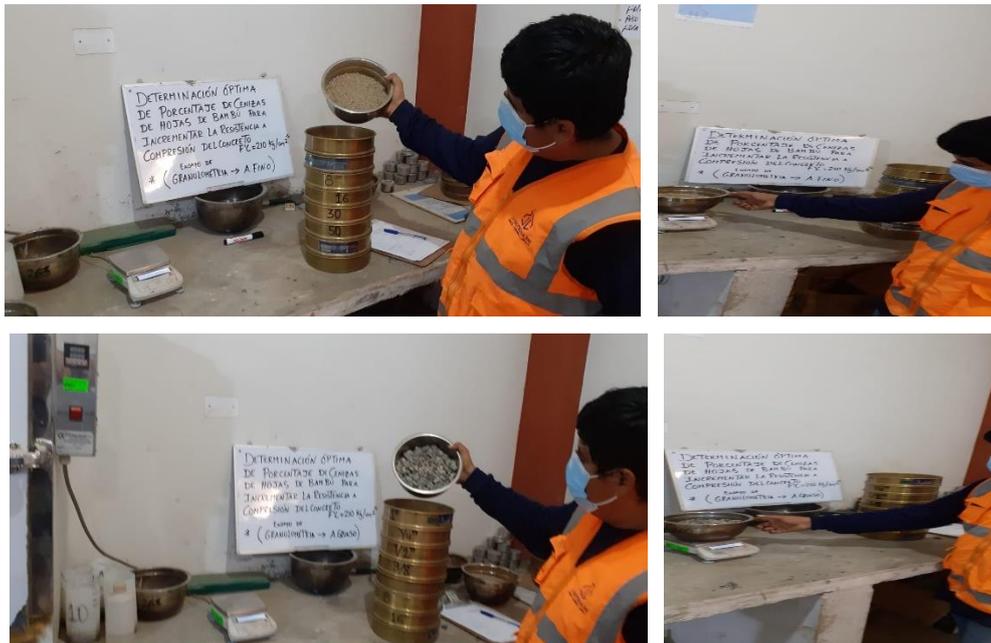
**Figura 28.** Tamizado de cenizas de hoja de bambú



**Figura 29.** Instrumentos para los ensayos de laboratorio



**Figura 30.** Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza de hoja de bambú



**Figura 31.** Análisis granulométrico del agregado fino y grueso



Figura 32. Pesado del agregado (fino y grueso) suelto y compactado



Figura 33. Determinación del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino



Figura 34. Pesaje de los agregados, agua y cenizas de hoja de bambú



Figura 35. Elaboración de concreto para muestreo



**Figura 36.** Instrumentos para el ensayo de asentamiento y moldes para probetas cilíndricas y tipo viga



**Figura 37.** Ensayo de asentamiento del concreto fresco (SLUMP)



**Figura 38.** Muestreo de probetas cilíndricas y tipo viga



**Figura 39.** Curado de probetas cilíndricas y tipo viga



**Figura 40.** Ensayo de resistencia a compresión de muestras cilíndricas



**Figura 41.** Ensayo de resistencia a flexión de muestras tipo viga

## Anexo N°04 – Tablas

**Tabla 1.** Porcentaje de agregado fino que pasa por tamices

<b>AGREGADO FINO</b>	
<b>TAMIZ O MALLA</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.012 - 2012

**Tabla 2.** Porcentaje de agregado fino que pasa

<b>AGREGADO GRUESO</b>	
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	
<b>Abertura Cuadrada</b>	
mm	(pulg)
9.5	(3/8)
12.5	(1/2)
19	(3/4)
25	1
37.5	1 1/2
50	2
63	2 1/2
75	3
90	3.5
100	4
125	5

Fuente: NTP 400.012 – 2012

**Tabla 3.** Límites de porcentaje que pasa de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
2"	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0.5	-
1 1/2"	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0.5	-
1"	-	100	95-100	-	25-60	-	0.1	0.5
3/4"	-	-	100	90-100	-	20-55	0.1	0.5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0.2	0.5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0.1

Fuente: Enrique Rivva López, (2019, p.197).

**Tabla 4.** Componentes del cemento

COMPONENTES DEL CEMENTO		
NOMBRE	FORMULA	EBREVIATURA
Silicato tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	C3S
Silicato bicálcico	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	C2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	C3S
Ferro-aluminato Tetracálcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Fuente: Norma ASTM C-150

**Tabla 5.** Tipos y aplicación del cemento

TIPO	APLICACIÓN / USO
Tipo I	Uso general
Tipo II	Moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación
Tipo III	Altas resistencias iniciales
Tipo IV	Para lograr bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a sulfatos

Fuente: NTP 334.009.2013

**Tabla 6.** Cementos nacionales

MARCA DE CEMENTO	TIPO	PESO ESPECIFICO	SUPERFICIE ESPECIFICA (cm2/gr)
Sol	I	3,11	3500
Atlas	IP	2,97	5000
Andino	I	3,12	3300
Andino	II	3,17	3300
Andino	V	3,15	3300
Pacasmayo	I	3,11	3100
Yura	IP	3,06	3600
Yura	IPM	3,09	3500
Rumi	IPM	....	3800

Fuente: FIC UNI – Laboratorio de ensayo de materiales

**Tabla 7.** Componentes del agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor a 7
Solidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Enrique Rivva Lopez (2019, p. 254)

**Tabla 8.** Valores de asentamiento del concreto recomendado

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASENTAMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y sobreestructuras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificaciones	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Enrique Rivva Lopez (2019, p. 254)

**Tabla 9.** Edades y tolerancias para el ensayo de muestras

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	± 0.5 h ó 2.1 %
3 días	± 2 h ó 2.8 %
7 días	± 6 h ó 3.6 %
28 días	± 20 h ó 3.0 %
90 días	± 48 h ó 2.2 %

Fuente: NTP 339.034, 2015.

**Tabla 10.** Composición química de los materiales cementantes

COMPUESTO	CEMENTO PORTLAND %	CENIZA VOLANTE %	ESCORIA DE ALTO HORNO %
SiO <sub>2</sub>	18.15	54.3	33.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.65	20.8	12.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.8	5.3	0.48
CaO	60.03	6.4	45.4
MgO	2.5	0.8	1
Na <sub>2</sub> O	0.8	0.9	0.12
K <sub>2</sub> O	0.5	0.7	1.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0.7	-
TiO <sub>2</sub>	-	1.2	0.5
MnO	-	0.01	-
SO <sub>3</sub>	2.4	0.92	-
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.9	2.61	2.63
Inquemados	0.6	8	-

Fuente: Cárdenas, Lizarazo y Aperador (2016).

**Tabla 11.** Requisitos químicos según la clase de puzolana

COMPOSICION QUÍMICA	CLASE		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> ) + óxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) + Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), % mínimo.	70.0	70.0	50.0
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ), % máximo.	4.0	5.0	5.0
Contenido de humedad, % máximo.	3.0	3.0	3.0
Perdida de calcinación, % máximo.	10.0	6.0 <sup>A</sup>	6.0

Fuente: Norma NTP 334.104 (2011).

**Tabla 12.** Requisitos físicos según clase de puzolana

Requisitos	Clase		
	N	F	C
Fineza: Cantidad retenida en el tamizado vía humedad en la malla de 45 µm (N° 325), % máx.	34.0	34.0	34.0
Índice de actividad resistente Con cemento Portland, a 7 días, % min. del control	75B	75B	75B
Con cemento Portland, a 28 días, % min. del control	75B	75B	75B
Demanda de agua, máx., porcentaje del control	115.0	105.0	105.0
Estabilidad: Expansión o contracción en autoclave, % máx.	0.8	0.8	0.8
Requisitos de uniformidad:  La densidad y la fineza de muestras individuales no deben variar del promedio establecido por diez ensayos, o por todos los ensayos precedentes si el número es menor a diez, por más de:  Densidad, máxima variación del promedio, %.	5.0	5.0	5.0
Porcentaje retenido en 45 µm (N° 325), variación máx., puntos de porcentaje del promedio	5.0	5.0	5.0

Fuente: Norma NTP 334.104 (2011).

**Tabla 13.** Composición química de la ceniza de hoja de bambú

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE HOJA DE BAMBÚ	
COMPOSICIÓN QUÍMICA (ÓXIDO)	PORCENTAJE (%)
SiO <sub>2</sub>	80.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.71
MgO	0.99
CaO	5.06
Na <sub>2</sub> O	0.08
K <sub>2</sub> O	1.33
SO <sub>3</sub>	1.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.56
MnO	0.20
ZnO	0.07
LOI	8.04

Fuente: Aprianti, et al. (2015).

**Tabla 14. Operacionalización de variables**

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Medición de escala
Independiente: Cenizas de hojas de Bambú	Diversos investigadores han ejecutado estudios donde han demostrado que la aplicación de cenizas de bambú u otros desechos orgánicos, han brindado una buena respuesta en las mejoras de las propiedades del hormigón, sustituyendo el cemento parcialmente por puzolana (Cardona, 2013, p. 12).	Ejecutar una evaluación de actividad puzolánica es parte fundamental para presagiar como se comportarán los materiales cementosos que han sido modificados para elaborar hormigón con este material, donde se piensa sustituir al cemento por puzolana de hoja de bambú en distintos porcentajes (Flores & Vela. 2021)	Propiedades químicas	Óxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	A razón
				Óxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	
				Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	
				Óxido de calcio (CaO)	
			Porcentaje de ceniza de hoja de bambú	5% de CHB	
				10% de CHB	
15% de CHB					
Dependiente: Resistencia del concreto	La resistencia del hormigón es la propiedad más importante que posee, es la cual hace posible que soporte cargas por unidad de área, la cual esta expresada en términos de esfuerzos que están representadas generalmente en kg/cm <sup>2</sup> , MPa. (Sánchez. 2017).	Los agregados (fino y grueso) cuando se mezcla con el cemento o un material puzolánico, estas mejoran las características del hormigón ya endurecido, debido a las propiedades hidráulicas que posee el cemento o la puzolana utilizada. Para lograr resultados favorables no solo se debe utilizar materiales adecuados, si no que se debe realizar un cálculo adecuado de la relación agua - cemento. (Abanto, 2009)	Dosificación del concreto	Agregado fino	A razón
				Agregado grueso	
				Cemento Portland Tipo I	
				Ceniza de hoja de bambú	
				Agua potable	
			Propiedades en el estado plástico	Ensayo de asentamiento (Slump)	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a cargas de compresión	
Resistencia a cargas de flexión					

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 21.** Peso específico y porcentaje de absorción de la ceniza

N°	DESCRIPCIÓN		M-1
1	Peso de la muestra Seca	gr	61.63
2	Peso de la fiola + agua	gr	648.7
3	Peso de la fiola + muestra SSS + agua	gr	657.6
4	Peso de la muestra SSS	gr	100.16
5	Peso específico de la masa (SSS)	gr/cc	1.1
6	Peso específico de la masa (OD)	gr/cc	0.68
7	Peso específico de la masa (Aparente)	gr/cc	1.17
8	Absorción	%	50.3

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 22.** Propiedades físicas del agregado fino - CANTERA TRAPICHE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO		
CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	UNIDAD
P. Específico de masa SSS	2.68	g/cm <sup>3</sup>
P. Específico de masa Seco	2.64	g/cm <sup>3</sup>
P. Específico de la masa Aparente	2.75	g/cm <sup>3</sup>
Peso compactado	1.755	kg/m <sup>3</sup>
Peso suelto	1.535	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	1.5	%

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 24.** Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	981.94	981.1	981.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.26	669.8	670.5
3	<b>(PA)</b> Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.68	311.3	311
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	663.9	662.3	663.1
5	Peso del Balón N°2	g/cc	171	169.8	170.4
6	<b>(PS)</b> Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4-5)	g/cc	492.9	492.5	492.7
7	<b>(V)</b> Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 25.** Peso unitario suelto del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6595	6617	6589	
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363	
3	Peso de la Muestra (1-2)	g	4232	4254	4226	4237
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.533	1.541	1.531	

**Tabla 26.** Peso unitario compactado del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7194	7213	7214	
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363	
3	Peso de la Muestra (1-2)	g	4831	4850	4851	4844
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.750	1.757	1.758	

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 27.** Propiedades físicas del agregado grueso (CANTERA TRAPICHE)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO		
CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	UNIDAD
P. Específico de masa SSS	2.68	g/cm <sup>3</sup>
P. Específico de masa Seco	2.65	g/cm <sup>3</sup>
P. Específico de la masa Aparente	2.73	g/cm <sup>3</sup>
Peso compactado	1.535	kg/m <sup>3</sup>
Peso suelto	1.318	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	1	%

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 29.** Peso específico y porcentaje de absorción del agrado grueso

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	PROMEDIO
1	Peso de la muestra sumergida canastilla (A)	g	1590	1572	1581
2	Peso de la muestra S.S.S. (B)	g	2536	2508	2522
3	Peso muestra seco (C)	g	2511	2483	2497
4	Peso específico S.S.S.	g/cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de la masa	g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente	g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción del agua	%	1	1	1

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 30.** Peso unitario suelto del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	6005	
2	Peso del Molde	g	2362	2362	2362	
3	Peso de la Muestra (1-2)	g	3650	3627	3643	3640
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320	

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 31.** Peso unitario compactado del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6613	6595	6588	
2	Peso del Molde	g	2362	2362	2362	
3	Peso de la Muestra (1-2)	g	4251	4233	4226	4237
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.531	

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 51.** Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la compresión a 7 días de edad (ANOVA de un solo factor)

Descriptivos							
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )							
Edad: 07 días	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Concreto patrón	3	231,17	5,75	216,88	245,45	225,90	237,30
Concreto con 5% de cenizas de hojas de bambú	3	249,67	11,25	221,72	277,62	238,30	260,80
Concreto con 10% de cenizas de hojas de bambú	3	200,27	11,03	172,86	227,67	187,90	209,10
Concreto con 15% de cenizas de hojas de bambú	3	187,60	12,02	157,74	217,46	176,40	200,30
Total	12	217,18	27,12	199,95	234,40	176,40	260,80

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 52.** Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la compresión a 14 días de edad (ANOVA de un solo factor)

Descriptivos							
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )							
Edad: 14 días	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Concreto patrón	3	282,23	13,15	249,58	314,89	268,50	294,70
Concreto con 5% de cenizas de hojas de bambú	3	274,70	13,36	241,52	307,88	266,30	290,10
Concreto con 10% de cenizas de hojas de bambú	3	230,87	7,28	212,79	248,95	224,50	238,80
Concreto con 15% de cenizas de hojas de bambú	3	215,63	18,64	169,33	261,93	200,10	236,30
Total	12	250,86	31,74	230,69	271,03	200,10	294,70

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 54.** Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la flexión a 7 días de edad (ANOVA de un solo factor)

Descriptivos							
Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )							
Edad: 07 días	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Concreto patrón	2	42,40	3,25	13,18	71,62	40,10	44,70
Concreto con 5% de cenizas de hojas de bambú	2	35,95	2,76	11,17	60,73	34,00	37,90
Concreto con 10% de cenizas de hojas de bambú	2	44,85	2,19	25,16	64,54	43,30	46,40
Concreto con 15% de cenizas de hojas de bambú	2	34,35	1,34	22,28	46,42	33,40	35,30
Total	8	39,39	5,03	35,18	43,59	33,40	46,40

Fuente: Autoría propia, 2022.

**Tabla 55.** Análisis descriptivo de las medias para valores obtenidos de la resistencia a la flexión a 14 días de edad (ANOVA de un solo factor)

Descriptivos							
Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )							
Edad: 14 días	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Concreto patrón	2	46,35	3,46	15,22	77,48	43,90	48,80
Concreto con 5% de cenizas de hojas de bambú	2	51,55	,92	43,29	59,81	50,90	52,20
Concreto con 10% de cenizas de hojas de bambú	2	48,00	,28	45,46	50,54	47,80	48,20
Concreto con 15% de cenizas de hojas de bambú	2	40,00	,71	33,65	46,35	39,50	40,50
Total	8	46,47	4,68	42,56	50,39	39,50	52,20

Fuente: Autoría propia, 2022.

## Anexo N°05. Análisis de composición química de la ceniza de hoja de bambú



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO LABICER  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 0020 – 22 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JEIMI JORDAN TINEO EVANGELISTA
  - 1.2 DNI : 61398471
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 / 01 / 2022
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 06 / 01 / 2022
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 10 / 01 / 2022
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE HOJA DE BAMBÚ
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5°C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
  - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Silicio, Si	66.74	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Calcio, Ca	15.62	
Aluminio, Al	4.56	
Potasio, K	3.91	
Magnesio, Mg	3.55	
Hierro, Fe	2.58	
Azufre, S	1.39	
Fósforo, P	0.98	
Titanio, Ti	0.32	
Zinc, Zn	0.18	
Manganeso, Mn	0.14	
Cobre, Cu	0.03	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.



## 8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	63.83	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Óxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.08	
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	8.54	
Óxido de calcio, CaO	7.42	
Óxido de magnesio, MgO	7.30	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.17	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.18	
Óxido de titanio, TiO <sub>2</sub>	0.19	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.13	
Óxido de manganeso, MnO	0.10	
Óxido de zinc, ZnO	0.05	
Óxido de cobre, CuO	0.01	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

<sup>(2)</sup> Resultados expresados en óxidos ha pedido del solicitante.

## 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Kevin Sulca Q.  
Analista químico  
LABICER -UNI



  
M.Sc. Ily Marlú Maza Mejía  
Responsable de análisis  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

## ANEXO



**FIGURA N°1.** MUESTRA DE CENIZA DE HOJA DE BAMBÚ



**FIGURA N°2.** ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA.



**Anexo N°06.** Certificado de ensayo peso específico y porcentaje de absorción de las cenizas de hoja de bambú.



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 921285894  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-084.01
		Revisión	2
		Aprobado por:	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C128			
PROYECTO : Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm2, Lima 2022 SOLICITANTE : Jaimi Jordan Tineo Evangelista UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : -			
Cantera : --- Material : CENIZA DE HOJAS DE BAMBU N° Muestra : M-01		Aprobado por: CJRT Ensayado por: CJRT Fecha de ensayo: 08/02/2022	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS</b> ASTM C128			

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr	61.63	
2	Peso de fiola + Agua	gr	648.70	
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	657.60	
4	Peso de Muestra SSS	gr	100.16	
8)	Peso Específico de la Masa (SSS )	gr/cc	1.10	
9)	Peso Específico de la Masa (OD)	gr/cc	0.68	
10)	Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc	1.17	
11)	Absorción	%	50.3	

**B) PESO ESPECÍFICO:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	<b>1.10</b>
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	<b>0.68</b>
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	<b>1.17</b>

**C) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	<b>50.3</b>
---------------	-------------

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**Anexo N°07. Certificados de ensayos para la determinación de las propiedades de los agregados finos y gruesos.**



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 921285894  
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

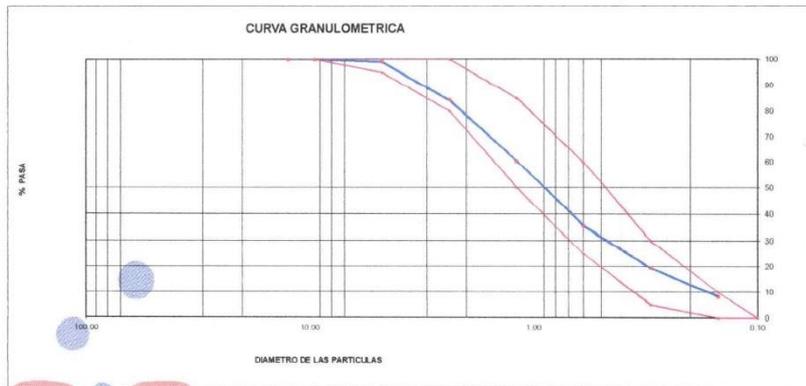
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista		
<b>PROYECTO</b>	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm2, Lima 2022		
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima	<b>Fecha de ensayo:</b> 06/01/2022	

<b>MATERIAL</b>	: Agregado fino	<b>CANTERA:</b> CANTERA TRAPICHE
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	783.3	% W = 1.5
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	781.2	MF = 2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	85 - 100
Nº6	2.36	115.6	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 10	1.18	186.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.6	64.2	35.8	25 - 60
Nº 50	0.30	128.5	16.4	80.6	19.4	05 - 30
Nº 100	0.15	85.9	11.1	91.7	8.3	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	99.8	0.2	0 - 0



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906	<b>Aprobado por:</b>  CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
--	--	---

“Certificado de ensayo análisis granulométrico del agregado fino”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LTC-AG-002
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

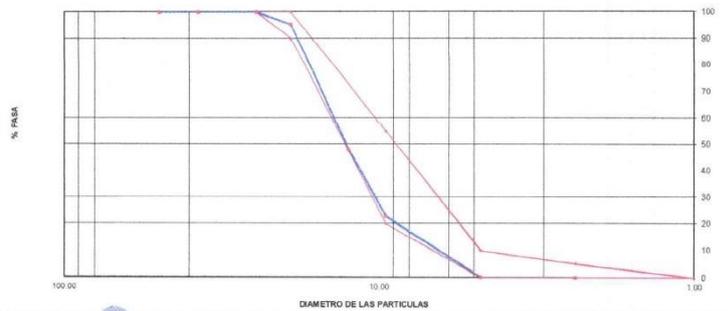
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista		
<b>PROYECTO</b>	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm2, Lima 2022		
<b>UBICACION</b>	: Lima	<b>Fecha de ensayo:</b> 06/01/2022	

<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO	<b>CANTERA:</b>	CANTERA TRAPICHE
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	1,854.00	<b>% W =</b>	0.1
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	1,852.00	<b>MF =</b>	6.82

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	86.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	878.0	47.3	51.9	48.1	—
3/8"	9.53	468.0	25.3	77.2	22.8	20 - 55
Nº 4	4.76	420.0	22.7	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	2.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			

CURVA GRANULOMETRICA



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 VVB Jefe de Laboratorio	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP Nº 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Certificado de ensayo análisis granulométrico del agregado grueso"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista
<b>PROYECTO</b>	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2022
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 06/01/2022</span>

MATERIAL		CANTERA		CANTERA TRAPICHE	
	: AGREGADO FINO				
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	981.94	981.1	981.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.26	669.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.68	311.3	311.0
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/oc	963.9	962.3	963.10
5	Peso del Balon N° 2	g/oc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/oc	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7
<b>RESULTADOS</b>					
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))</b>	g/cc	2.04	2.04	2.04	
<b>PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))</b>	g/cc	2.68	2.68	2.68	
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A[(V-W)/(500-A)])</b>	g/cc	2.75	2.75	2.75	
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]</b>	%	1.5	1.5	1.5	

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	--

“Certificado de ensayo peso específico y absorción del agregado fino”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista
PROYECTO	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2022m2
UBICACIÓN	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 06/01/2022</span>

MATERIAL		CANTERA CANTERA TRAPICHE			
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6595	6617	6569
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4232	4254	4226
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.533	1.541	1.531
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	1.535		
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7194	7213	7214
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4831	4850	4851
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.750	1.757	1.758
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	1.755		

OBSERVACIONES:  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
  <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

“Certificado de ensayo peso unitario del agregado fino”



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o Glb)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista	
PROYECTO	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm2, Lima 2022	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo: 6/01/2022

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: CANTERA TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	6005
2	Peso del Molde	g	2362	2362	2362
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3650	3627	3643
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.319
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6613	6595	6588
2	Peso del Molde	g	2362	2362	2362
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4251	4233	4226
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.531

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.535
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

“Certificado de ensayo peso unitario agregado grueso”

**Anexo N°08.** Diseño de mezcla de concreto patrón y concreto con 5%, 10% y 15% de ceniza de hojas de bambú.



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 921285894  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/01/2022

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
 ACI 211

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Jeyini Jordan Tineo Evangelista  
**TESIS** : Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm2, Lima 2022  
**UBICACION** : Lima **Fecha de ensayo:** 07/01/2022

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (PATRON)						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.82	0.1	1.0	1319.0	1535.0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

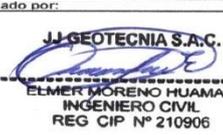
A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO				3-4		plg
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"		
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.56		
4 AGUA				228		
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0		
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.33		
B) ANALISIS DE DISEÑO			407			
FACTOR CEMENTO				Kg/m <sup>2</sup>	9.6	Bis/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1305	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2280	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.378
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3010	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.005
C) CANTIDAD DE MATERIALES m <sup>3</sup> POR EN PESO SECO						
CEMENTO				407	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				228	Litro	
AGREGADO FINO				795	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				864	Kg/m <sup>3</sup>	
PESO DE MEZCLA				2294	Kg/m <sup>3</sup>	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				806.6	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				864.8	Kg/m <sup>3</sup>	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				%	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				0.00	0.0	
				0.90	7.8	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					7.8	
					235.8	Lts/m <sup>3</sup>
F) CANTIDAD DE MATERIALES m <sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				407	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				236	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				807	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				865	Kg/m <sup>3</sup>	
PESO DE MEZCLA				2314	Kg/m <sup>3</sup>	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (20 lt.)						
CEMENTO				18.32	Kg	
AGUA				10.61	Lts	
AGREGADO FINO				36.30	Kg	
AGREGADO GRUESO				38.91	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C				1.0		
A.F				1.98		
A.G				2.12		
H2o				24.6		
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C				1.0		
A.F				1.94		
A.G				2.42		
H2o				12.0		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jeyini Jordan Tineo Evangelista Jefe de Laboratorio	ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD M.T.L. GEOTECNIA

“Certificado de ensayo diseño de mezcla de concreto patrón”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/01/2022

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista		
<b>TESIS</b>	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2022		
<b>UBICACION</b>	: Lima	<b>Fecha de ensayo:</b>	07/01/2022
<b>Fc 210 kg/cm<sup>2</sup> (5% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU)</b>			
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %
CEMENTO SOL TIPO I	3.12		
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.82	0.1
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE</b>			
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>			
1	ASENTAMIENTO		3-4 pulg
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		3/4"
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.56
4	AGUA		228
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.33
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>			
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	407	Kg/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento	0.1305	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del Agua	0.2280	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>		
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.3010	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>		1.005
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>			
	CEMENTO	407	Kg/m <sup>3</sup>
	AGUA	228	Ltr/m <sup>3</sup>
	AGREGADO FINO	795	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	864	Kg/m <sup>3</sup>
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>			
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>	2284	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO FINO HUMEDO	806.6	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	864.8	Kg/m <sup>3</sup>
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>			
	AGREGADO FINO	0.00	Lts/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	0.90	7.8
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>			
			235.8 Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>			
	CEMENTO	388	Kg/m <sup>3</sup>
	AGUA	236	Lts/m <sup>3</sup>
	AGREGADO FINO	807	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	865	Kg/m <sup>3</sup>
	5% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	18.85	Kg/m <sup>3</sup>
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>			
	<b>CANTIDAD DE MATERIALES (20 lt.)</b>	2285	Kg/m <sup>3</sup>
	CEMENTO	17.47	Kg
	AGUA	10.61	Lts
	AGREGADO FINO	38.30	Kg
	AGREGADO GRUESO	38.91	Kg
	5% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	0.85	Kg
<b>PORPORCIÓN EN PESO p<sub>3</sub> (húmedo)</b>			
	C	1.0	
	A.F	2.08	
	A.G	2.23	
	H <sub>2</sub> O	25.8	
<b>PORPORCIÓN EN VOLUMEN p<sub>3</sub> (húmedo)</b>			
	C	1.0	
	A.F	2.03	
	A.G	2.53	
	H <sub>2</sub> O	25.8	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
<b>Jefe de Laboratorio</b>		<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	
		<b>Aprobado por:</b>	
		<b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>
		<b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

“Certificado de ensayo diseño de mezcla de concreto con 5% de adición de cenizas de hojas de bambú”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/01/2022

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Jhermi Jordan Jimeno Evangelista
<b>TESIS</b>	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm2, Lima 2022
<b>UBICACION</b>	: Lima
	Fecha de ensayo: 07/01/2022

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (10% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU)							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.82	0.1	1.0	1319.0	1535.0	

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			1-2	ulg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.18			
4	AGUA			228			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		407	Kg/m <sup>3</sup>	9.6	Ble/m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del cemento			0.1305	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua			0.2280	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3010	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.627
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.005
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
	CEMENTO			407	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA			228	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO			795	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			864	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>							
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>			2284	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO HUMEDO			806.6	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			864.8	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
	AGREGADO FINO			0.00	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			0.90	7.8		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				238.8	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
	CEMENTO			369	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA			236	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO			807	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			865	Kg/m <sup>3</sup>		
	10% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU			37.70	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>							
	<b>CANTIDAD DE MATERIALES (20 lt.)</b>			2277	Kg/m <sup>3</sup>		
	CEMENTO			16.62	Kg		
	AGUA			10.61	Lts		
	AGREGADO FINO			35.30	Kg		
	AGREGADO GRUESO			38.91	Kg		
	10% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU			1.70	Kg		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0			C	1.0		
A.F	2.18			A.F	2.13		
A.G	2.34			A.G	2.66		
H2o	27.1			H2o	27.1		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>JJE</b> Jefe de Laboratorio	 <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

“Certificado de ensayo diseño de mezcla de concreto con 10% de adición de cenizas de hojas de bambú”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/01/2022

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Jheim Jordan Tineo Evangelista		
<b>TESIS</b>	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2022		
<b>UBICACION</b>	: Lima	<b>Fecha de ensayo:</b>	07/01/2022
<b>f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (15% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU)</b>			
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %
CEMENTO SOL TIPO I	3.12		
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.82	0.1
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE</b>			
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>			
1	ASENTAMIENTO		1-2 pulg
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		3/4"
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.56
4	AGUA		228
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.33
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>			
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	407	Kg/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento	0.1305	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del Agua	0.2280	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>		
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.3010	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>		1.005
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>			
	CEMENTO	407	Kg/m <sup>3</sup>
	AGUA	228	L/m <sup>3</sup>
	AGREGADO FINO	795	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	864	Kg/m <sup>3</sup>
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>			
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>	2294	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO FINO HUMEDO	806.6	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	864.8	Kg/m <sup>3</sup>
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>			
	AGREGADO FINO	0.00	Lte/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	0.90	7.8
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>		7.8
			235.8 Lte/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>			
	CEMENTO	351	Kg/m <sup>3</sup>
	AGUA	236	L/m <sup>3</sup>
	AGREGADO FINO	807	Kg/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	865	Kg/m <sup>3</sup>
	15% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	58.55	Kg/m <sup>3</sup>
	<b>PESO DE MEZCLA</b>	2320	Kg/m <sup>3</sup>
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 Lt.)</b>			
	CEMENTO	15.78	Kg
	AGUA	10.61	Lts
	AGREGADO FINO	38.30	Kg
	AGREGADO GRUESO	38.91	Kg
	15% CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	2.54	Kg
<b>PROPORCIÓN EN PESO p<sub>3</sub> (húmedo)</b>			
	C	1.0	
	A.F	2.30	
	A.G	2.47	
	H <sub>2</sub> O	28.6	
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p<sub>3</sub> (húmedo)</b>			
	C	1.0	
	A.F	2.25	
	A.G	2.81	
	H <sub>2</sub> O	28.6	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 CONTROL DE CALIDAD	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad	

“Certificado de ensayo diseño de mezcla de concreto con 15% de adición de cenizas de hojas de bambú”

# Anexo N°09. Certificado de ensayo en estado fresco del concreto "SLUMP"



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 921285894  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS  
 ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista	
TESIS	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm2, Lima 2022	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de emisión: 08/01/2022

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
PATRÓN	4	4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
5 % CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	3 1/2	3 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
10 % CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	2 1/2	2 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
15 % CENIZA DE HOJAS DE BAMBU	2	2

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de la olla washington
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**Anexo N°10.** Certificado de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón y concreto con 5%, 10% y 15% de cenizas de hojas de bambú, a 7, 14 y 28 días de curado.



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 921285894  
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS  
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	15/01/2022
SOLICITANTE	: Jelmi Jordan Tineo Evangelista		
TESIS	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm2, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Lima		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	8/01/2022	15/01/2022	7	17742.0	78.5	225.9	210.0	107.6
PATRÓN	8/01/2022	15/01/2022	7	18636.0	78.5	237.3	210.0	113.0
PATRÓN	8/01/2022	15/01/2022	7	18086.4	78.5	230.3	210.0	109.7
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	18713.6	78.5	238.3	210.0	113.5
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	19624.4	78.5	249.9	210.0	119.0
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	20485.0	78.5	260.8	210.0	124.2
10% CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	14758.7	78.5	187.9	210.0	89.5
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	16425.7	78.5	209.1	210.0	99.6
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	16005.2	78.5	203.8	210.0	97.0
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	15730.6	78.5	200.3	210.0	95.4
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	13850.6	78.5	176.4	210.0	84.0
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	15/01/2022	7	14616.8	78.5	186.1	210.0	88.6

EQUIPO DE ENSAYO  
 Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:  
 \* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
 \* El ensayo fue realizado/haciendo uso de material referente (YESO - CEMENTO).  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

“Certificado de ensayo de resistencia a la compresión de muestras de concreto patrón y con adición de cenizas de hojas de bambú a 7 días”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2022

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jeimi Jordan Tineo Evangelista
TESIS	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambú para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2022
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de emisión: 22/01/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	8/01/2022	22/01/2022	14	23144.2	78.5	294.7	210.0	140.3
PATRÓN	8/01/2022	22/01/2022	14	21087.0	78.5	268.5	210.0	127.9
PATRÓN	8/01/2022	22/01/2022	14	22258.0	78.5	283.4	210.0	135.0
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	22786.0	78.5	290.1	210.0	138.2
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	20912.0	78.5	266.3	210.0	126.8
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	21025.9	78.5	267.7	210.0	127.5
10% CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	17634.1	78.5	224.5	210.0	106.9
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	18010.1	78.5	229.3	210.0	109.2
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	18757.8	78.5	238.8	210.0	113.7
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	16534.9	78.5	210.5	210.0	100.3
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	15716.6	78.5	200.1	210.0	95.3
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	22/01/2022	14	18556.6	78.5	236.3	210.0	112.5

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**  
\* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
\* El ensayo fue realizado haciendo uso de material retentante (YESO - CEMENTO).  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

“Certificado de ensayo de resistencia a la compresión de muestras de concreto patrón y con adición de cenizas de hojas de bambú a 14 días”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO</b>	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2022

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jelmi Jordan Tineo Evangelista
TESIS	: Determinación óptima de cenizas de hojas de bambú para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2022
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de emisión: 05/02/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	8/01/2022	5/02/2022	28	20763.0	78.5	264.4	210.0	125.9
PATRÓN	8/01/2022	5/02/2022	28	24740.4	78.5	315.0	210.0	150.0
PATRÓN	8/01/2022	5/02/2022	28	22953.1	78.5	292.2	210.0	139.2
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	20202.7	78.5	257.2	210.0	122.5
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	24022.6	78.5	305.9	210.0	145.7
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	21042.7	78.5	267.9	210.0	127.6
10% CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	23346.0	78.5	297.3	210.0	141.5
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	26151.7	78.5	333.0	210.0	158.6
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	22127.2	78.5	281.7	210.0	134.2
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	17561.0	78.5	223.6	210.0	106.5
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	17231.9	78.5	219.4	210.0	104.5
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	8/01/2022	5/02/2022	28	16053.1	78.5	204.4	210.0	97.3

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 200 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**  
\* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
\* El ensayo fue realizado haciendo uso de material referente (YESO - CEMENTO).  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 V <sup>o</sup> B <sup>o</sup> LABORATORIO DE MATERIALES	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

“Certificado de ensayo de resistencia a la compresión de muestras de concreto patrón y con adición de cenizas de hojas de bambú a 28 días”

**Anexo N°11.** Certificado de ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón y concreto con 5%, 10% y 15% de cenizas de hojas de bambú, a 7, 14 y 28 días de curado.



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 921285894  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

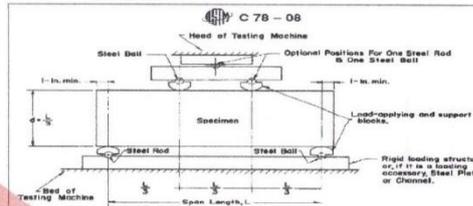
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 1

TESIS : Determinación óptima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm2, Lima 2022  
 SOLICITANTE : Jeimi Jordan Tineo Evangelista  
 UBICACIÓN : Lima  
 FECHA DE EMISIÓN : 27/04/2022  
 Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes prismáticos  
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	40.1 kg/cm2
PATRÓN	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	44.7 kg/cm2
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	34.0 kg/cm2
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	37.9 kg/cm2
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.4 kg/cm2
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	43.3 kg/cm2
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	35.3 kg/cm2
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	27/04/2022	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	33.4 kg/cm2



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

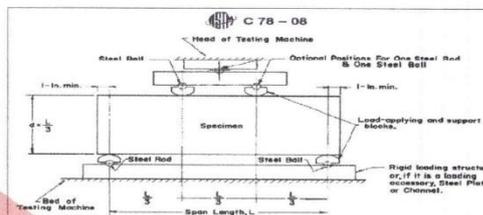
“Certificado de ensayo de resistencia a la flexión de muestras de concreto patrón y con adición de cenizas de hojas de bambú a 7 días”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 1

TESIS : Determinación óptima de cenizas de hojas de bambú para mejorar la resistencia del concreto FC 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022  
SOLICITANTE : Jeimi Jordan Tineo Evangelista  
UBICACIÓN : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 4/05/2022  
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	43.9 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.8 kg/cm <sup>2</sup>
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	52.2 kg/cm <sup>2</sup>
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	50.9 kg/cm <sup>2</sup>
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.2 kg/cm <sup>2</sup>
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	47.8 kg/cm <sup>2</sup>
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	39.5 kg/cm <sup>2</sup>
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	4/05/2022	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	40.5 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

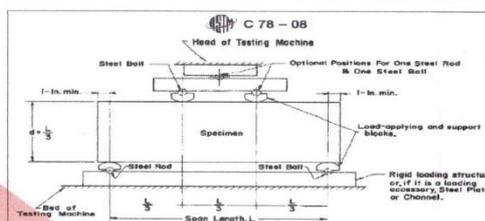
“Certificado de ensayo de resistencia a la flexión de muestras de concreto patrón y con adición de cenizas de hojas de bambú a 14 días”

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PO-124	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02	
		Fecha	03-01-2022	
		Página	1 de 1	

TESIS : Determinación optima de cenizas de hojas de bambu para mejorar la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm2, Lima 2022  
SOLICITANTE : Jeimi Jordan Tineo Evangelista  
UBICACIÓN : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 18/05/2022  
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.3 kg/cm2
PATRÓN	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	49.6 kg/cm2
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	53.7 kg/cm2
5 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	54.8 kg/cm2
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	50.1 kg/cm2
10 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	51.3 kg/cm2
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	41.6 kg/cm2
15 % CENIZAS DE BAMBÚ	20/04/2022	18/05/2022	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	42.8 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

“Certificado de ensayo de resistencia a la flexión de muestras de concreto patrón y con adición de cenizas de hojas de bambú a 7 días”

## Anexo N°12. Certificado de calibración de equipos de laboratorio utilizados para los ensayos.

**Certificado**

 **INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

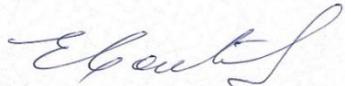
**TEST & CONTROL S.A.C.**

**Laboratorio de Calibración**  
En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019  
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

  
**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA  
Registro N° : LC-016

**Fecha de emisión: 05 de junio de 2019**

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.  
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

“Certificado de acreditación a TEST & CONTROL S.A.C. – Calibración de equipos de laboratorio”

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC-15695-2021**

PROFORMA : 5764A Fecha de emisión : 2021 - 09 - 27 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : JJ GEOTECNIA S.A.C.  
DIRECCIÓN : Av. A Mza. 48 Lote. 17 Asc. Armando Villanueva Lima - Lima - Los Olivos

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA DE CONCRETO**  
 Marca : ELE INTERNATIONAL Capacidad Máxima : 120000 kgf  
 Modelo : ADR TOUCH HEAD División de Escala, d : 0,1 kgf  
 N° Serie : 1857-1-00074 Procedencia : USA  
 Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 21 de setiembre del 2021 en las instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ISO 7500-1 Calibration and verification of testing machines

5. **TRAZABILIDAD.**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia AEP Transducers	Celda de Carga CLFLEX 3MN 3000 kN	12821 C - 2021

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,5 °C	21,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	70,0 %	71,0 %

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La Incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFF:0316

Certificado N° : TC-10695-2021

Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,000	0,00
4,2	5000,0	4,2	5003,4	0,00	-3,4	0,000	0,51
8,3	10000,0	8,3	10007,8	-0,01	-7,8	0,000	0,57
16,7	20000,0	16,7	20013,1	-0,01	-13,1	0,000	0,80
41,7	50000,0	41,7	50015,2	-0,01	-15,2	0,001	0,82
50,0	60000,0	50,0	60017,9	-0,01	-17,9	0,001	0,64
58,3	70000,0	58,3	70018,5	-0,02	-18,5	0,001	0,66
66,7	80000,0	66,7	80020,5	-0,02	-20,5	0,001	0,70
75,0	90000,0	75,0	90019,7	-0,02	-19,7	0,001	0,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

## CERTIFICADO DE CALIBRACION TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC22016  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



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

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

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

“Certificado de calibración de balanza electrónica – JJ GEOTECNIA S.A.C.”

Certificado de Calibración  
TC - 07121 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emin   (mg)				6	Emáx - Emin   (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 06446 - 2021**

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA**  
 Marca : YF  
 Modelo : No Indica  
 N° de Serie : 201251  
 Intervalo de Indicación : 0 °C a 1300 °C  
 Resolución : 1 °C  
 Fecha de Calibración : 2021-04-26  
 Ubicación : LABORATORIO

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
 El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



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



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

(01) 262 9536  
 (51) 988 901 065

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

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isotermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
( °C )	( °C )	( °C )	( °C )
1000,0	1002,9	2,9	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**



## Anexo N°13. Ficha técnica del cemento utilizado para las muestras de concreto



### Ficha Técnica

## CEMENTO SOL

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

#### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

#### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

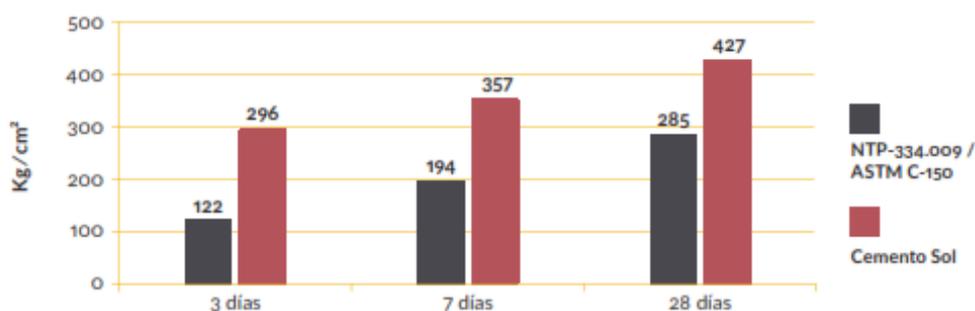
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	427	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C2S	%	11.9	No específica
C3S	%	54.2	No específica
C3A	%	10.1	No específica
C4AF	%	9.7	No específica

\*Requisito opcional