



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Impacto de las cenizas de hojas enjugadas de bambú en la
resistencia de ladrillo de concreto**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Honores Balcazar, Cesar Francisco (orcid.org/0000-0003-3202-1327)

ASESOR:

MG. ING. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mi familia, de los que recibí apoyo en todo momento, a mi madre en el cielo, a mi padre, esposa e hijos.

Agradecimiento

Agradezco a la universidad César Vallejo quien me ha permitido formarme como ingeniero civil, teniendo a grandes catedráticos y profesionales idóneos, al Dr. Cesar Acuña Peralta fundador de la universidad por la labor dantesca que realiza en nuestro país y que es fuente de inspiración para los jóvenes universitarios del Perú y del mundo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de Gráficos	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variable y operacionalización	12
3.3. Población muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIONES	22
VII. RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS.....	24
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1.	Uso del bambú	4
Tabla 2.	Comparativo de esfuerzos admisibles.....	7
Tabla 3.	Concreto reforzado con bambú	11
Tabla 4.	Variable independiente.....	12
Tabla 5.	Variable independiente.....	13
Tabla 6.	Diseño de sustitución de cemento por hojas enjugadas de bambú	14
Tabla 7.	Resistencia en ladrillo artesanal.....	17
Tabla 8.	Resistencia en ladrillo control 0%.....	17
Tabla 9.	Resistencia en ladrillo experimental 15%.....	18
Tabla 10.	Resistencia en ladrillo experimental 20%.....	19
Tabla 11.	Resistencia en ladrillo experimental 25%.....	19

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa sísmico del Perú.....	1
Figura 2.	Productos derivados del bambú.....	2
Figura 3.	Distribución mundial del bambú.....	3
Figura 4.	Casas de bahareque encementado.....	4
Figura 5.	Ensayo de tensión en bambú.....	8
Figura 6.	Colocación de refuerzo de bambú.....	9
Figura 7.	Deformación de vigas.....	10
Figura 8.	Rotura de losa de concreto armado.....	11

Indice de Graficos

Grafico 1.	Comparación de concreto control y concreto al 15%	20
Grafico 2.	Comparación de concreto control y concreto al 20%	20
Grafico 3.	Comparación de concreto control y concreto al 25%	21
Grafico 4.	Comparación de concreto control y concreto experimental.....	21

Resumen

Tanto la Costa, Sierra y Selva, las construcciones de albañilería presentan deficiencias. Otra alternativa que no implique el uso de agregados, ya que es un recurso agotable es la sustitución parcial por materiales reutilizables y sostenibles. En este proyecto, se evalúa el efecto sobre la resistencia a la compresión 0%, 15%, 20%, 25%, de cenizas de bambú, con mejores propiedades mecánicas, que se refleja no sólo en la resistencia a la compresión, sino también en la trabajabilidad. Los datos obtenidos se registraron en tablas para comparar los tratamientos y gráficas para controlar las tendencias de las propiedades evaluadas, por lo que podemos seleccionar el porcentaje óptimo de sustitución, proporcionando mejores condiciones de concreto estudiadas. Se concluyó que los precursores puzolánicos del bambú han permitido la sustitución parcial del cemento en elaboración de ladrillos de concreto, siendo el óptimo nivel de sustitución de 15% de cenizas de bambú por cemento.

Palabras clave: Ladrillo, concreto, hojas, bambú, resistencia.

Abstract

Both the Coast, Sierra and Selva, masonry constructions have deficiencies. Another alternative that does not involve the use of aggregates, since it is an exhaustible resource, is the partial replacement by reusable and sustainable materials. In this project, the effect on the compressive strength of 0%, 15%, 20%, 25% bamboo ashes, with better mechanical properties, is evaluated, which is reflected not only in the compressive strength, but also in workability. The data obtained was recorded in tables to compare the treatments and graphs to control the trends of the evaluated properties, so that we can select the optimal percentage of substitution, providing the best concrete conditions studied. It was concluded that the pozzolanic precursors of bamboo have allowed the partial substitution of cement in the production of concrete bricks, with the optimum level of substitution being 15% of bamboo ashes for cement.

Keywords: Brick, concrete, leaves, bamboo, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

En el esquema global existen zonas sísmicas que se encuentran debidamente identificadas, y además existen zonas donde existe ausencia parcial o total de actividad sísmica, siendo esta distribución coincidente con las regiones volcánicas, es el anillo de fuego del pacífico, la región donde la tierra libera alrededor del 80% de la energía del interior de nuestro planeta, esto lo hace por medio de las erupciones volcánicas y los sismos (IGP, 2020)

En el mundo actual y globalizado, la tecnología ha permitido registrar los sismos digitalmente, estos datos son posteriormente utilizados como fuentes de estudio, de esta forma se obtienen señales de interés (Luna, 2020)

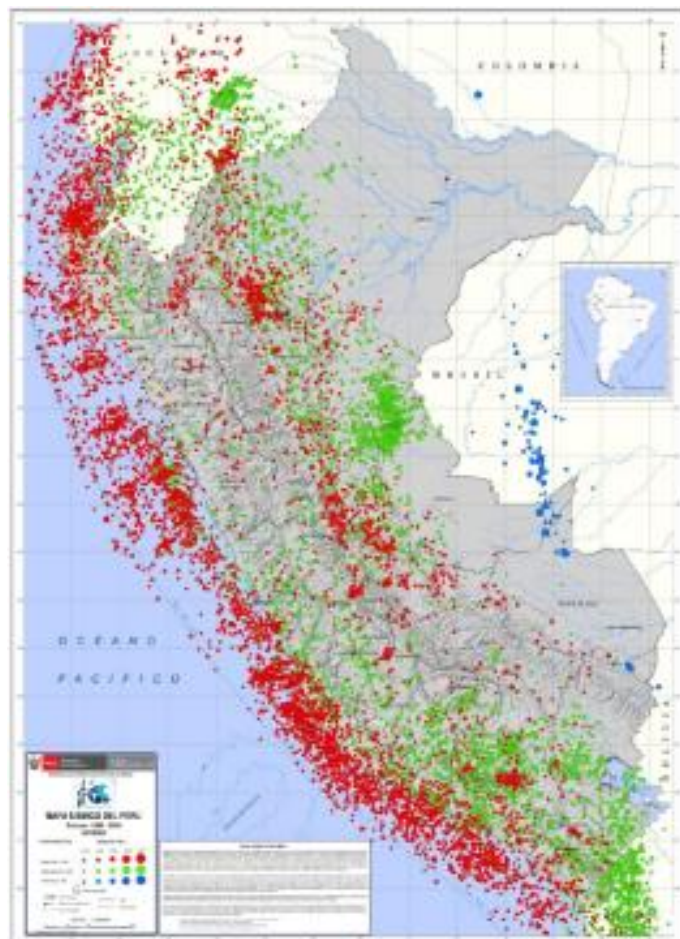


Figura N° 1: Mapa sísmico del Perú. Fuente: Actualización del escenario por sismo, tsunami y exposición en la región central del Perú. (Tavera, 2017)

En nuestro país han ocurrido alrededor de 21 sismos, dentro de estos 100 últimos años, generando miles de víctimas en el territorio patrio, producto del colapso parcial y total de las edificaciones sobre sus propios habitantes. (Kuroiwa, 2016)

Para Torres et al (2019), es imperativo difundir y establecer un orden sostenible ambiental, considerando la disponibilidad de materiales, capacidad de renovarse, además de propiedades físicas y mecánicas, adecuado acceso, bajo costo y adaptación a las condiciones locales.

Por las características físicas y mecánicas, además del aprovechamiento y costo bajo, el bambú ha sido aprovechado por la industria del papel, además del campo de la ingeniería, como elementos estructurales, en la elaboración de muebles y construcción de cercos (Echezuria, 2018). Los componentes de la caña de bambú son utilizados por las personas en todo el mundo, superando los doce mil millones de dólares en comercio, en los últimos años el comercio mundial se ha visto incrementado (Takahashi, 2016).



Figura N° 2: Productos derivados del bambú. Fuente: Estudio del bambú y su uso en la construcción caracterización mecánica (Fernandez, 2022)

El bambú fue utilizado en estructuras antiguas, a lo largo de países como Colombia, Ecuador y Perú, además fue elemental para la edificación de viviendas. (MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, 2016). Para Díaz (2016), quien menciona que los restos arqueológicos encontrados en culturas pre-incas, como las del Señor de Sipán que data de los 2000

A.C., indica que las estructuras de bambú encontradas, fueron utilizados en templos ceremoniales y estructuras complejas para la época.

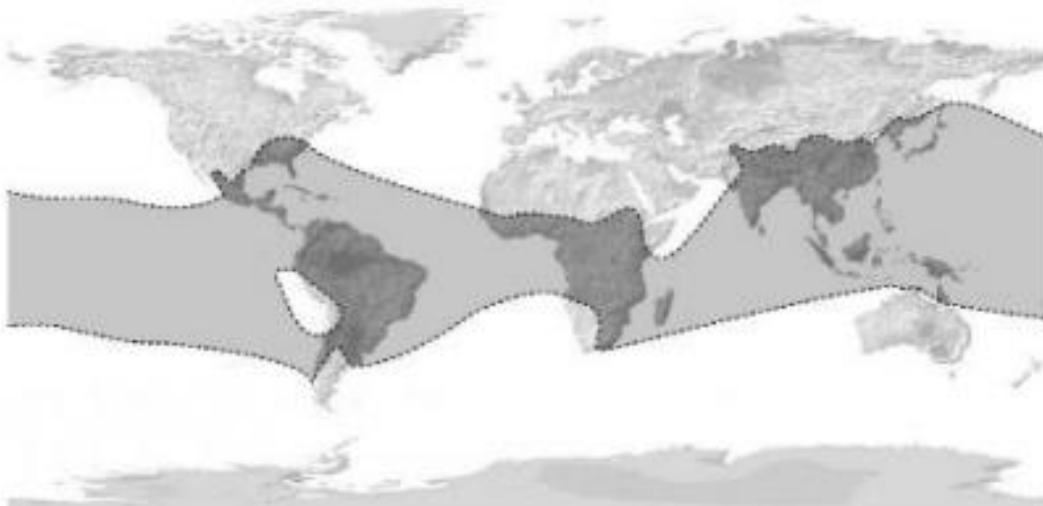


Figura N° 3: Distribución mundial del bambú. Fuente: Caracterización del bambú Guadua (*Guadua Angustifolia*) para el diseño e industrialización en España (Yedra, 2014)

La caña de bambú es de un crecimiento acelerado, convirtiéndose en los últimos años, en una alternativa sostenible capaz de cumplir con las necesidades del sector construcción, en el mercado actual (Hongyun, Jianfeng, Zhibin, Ling, & Xiaopeng, 2019)

El concreto armado es un elemento denso, en contraposición el bambú es un elemento ligero, siendo así este material, los arquitectos e ingenieros constructores recomiendan su uso, además de su fácil uso, requiere menor tiempo de instalación, dado que no necesitamos procesos engorrosos como fragua (Bello & Villacreses, 2021). Es eficiente el uso del bambú, pues permite reducir los tiempos de construcción y aumento del confort, permitiendo construir cabañas de 100 m², donde la parte estructural del bambú requirió alrededor de 40 días (Gomez et al, 2020).



Figura N° 4: Casas de bahareque encementado. Fuente: Reporte post-sismo sobre estructuras de bambú, y recomendaciones para la reconstrucción con bambú en la costa ecuatoriana (INBAR, 2015)

Diámetro	Elemento	Especie
60-70 mm	Cimbra	Guadua sarcocarpa
80 mm	Cimbra / Muros	
80 mm	Cimbra / Muros	
80 mm	Muros / Interior	
60-70 mm	Tabiques	
70-80 mm	Cimbra	
70-80 mm	Cubiertas	
80 mm	Muros	Bambusa oldhamii
60-70 mm	Coberturas	
60 mm	Barandas	
160 mm	Cimbra	Dendrocalamus Asper

Tabla N° 1: Uso del bambú. Fuente: Estrategias De Arquitectura Ecológica Con Bambú Y El Confort Térmico, En El Parque Nacional Del Manu, Cusco (Cerrón, 2016)

Los elementos que justifican esta investigación presentan las siguientes características:

Técnica, porque los elementos utilizados poseen propiedades físicas y mecánicas que las unidades de albañilería de concreto requieren para ser utilizados como tabiquería y elementos portantes.

Científica, puesto que a través de la presente investigación se evalúa la posibilidad de utilizar nuevos materiales en la elaboración de concreto y este a su vez en la elaboración de ladrillos de concreto con materiales alternativos a los tradicionales (cemento).

Ambiental, los nuevos materiales utilizados (ceniza de bambú) es un material considerado en la actualidad como remanente, este material a su vez es amigable con el medio ambiente, además de requerir una temperatura de calcinación de 600 °C, lo cual frente al cemento que requiere una temperatura de calcinación de alrededor de los 1000 °C, es un ahorro de energía y fomenta así la disminución del uso de combustibles fósiles que se requiere para que los hornos alcancen dichas temperaturas.

Social, los moradores de las zonas de influencia de crecimiento del bambú pueden adquirir esta materia prima y participar de la elaboración de estos materiales que permitan así mejorar la calidad de vida de sus viviendas con material abundante en la zona de influencia, con la capacitación adecuada, mejorando así las condiciones de vivienda actual en nuestro país.

Económica, los materiales utilizados en esta investigación son las hojas enjugadas de bambú, las cuales, al ser considerados materiales residuales, permiten la obtención de un concreto de bajo costo, permitiendo así a la población que hace uso de estos materiales adquirir unidades de albañilería de calidad y a bajo costo.

Se identificaron los problemas:

¿Cuál es el impacto de las cenizas de hojas enjugadas de bambú en la resistencia de ladrillo de concreto?, siendo los problemas específicos

definidos son: ¿Cuál será el comportamiento que presentarán los diferentes ladrillos con cenizas de hojas enjugadas de bambú frente a la muestra con concreto tradicional?, de igual manera ¿Cuál será la resistencia del diseño de mezcla con porcentajes 15%, 20% 25% de cenizas de hojas enjugadas de bambú? y además ¿En qué medida mejorarán las características mecánicas del ladrillo con el empleo cenizas de hojas enjugadas de bambú?

Así mismo se tienen los objetivos:

Como objetivo general, determinar el impacto de las cenizas de hojas enjugadas de bambú en la resistencia de ladrillo de concreto, siendo los objetivos específicos elaborados: Evaluar cuál será el comportamiento que presentan los diferentes ladrillos con cenizas de hojas enjugadas de bambú frente a la muestra con concreto tradicional, además de determinar cuál será la resistencia del diseño de mezcla con porcentajes 15%, 20% 25% de cenizas de hojas enjugadas de bambú y finalmente evaluar en qué medida mejorarán las características mecánicas del ladrillo con el empleo cenizas de hojas enjugadas de bambú.

De igual manera se tiene la hipótesis:

Como hipótesis general, existe un impacto positivo de las cenizas de hojas enjugadas de bambú aumentado la resistencia de ladrillo de concreto, siendo las hipótesis específicas elaborados: existe el comportamiento significativo que presentan los diferentes ladrillos con cenizas de hojas enjugadas de bambú frente a la muestra con concreto tradicional, además del diseño óptimo de sustitución será de 25% de cenizas de hojas enjugadas de bambú y finalmente el empleo de cenizas de bambú permiten al ladrillo de concreto aumentar sus propiedades físicas y mecánicas.

II. MARCO TEÓRICO

Se verificaron investigaciones anteriores, siendo los antecedentes los siguientes:

Para Mendoza & Navarro (2019), analiza el comportamiento de una estructura de concreto armado reforzado con varillas de acero y una estructura de concreto reforzado con varillas de bambú, reportando que no existe variación significativa puesto que la diferencia entre los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión varían en 0.03 Mpa y 0.08 MPa respectivamente.

Por otro lado Vargas, Cerna & Cuellar (2020), analizan el uso de bambú para la mejora en la adherencia del concreto, logrando hasta 6.7 kg/cm², en las vigas reforzadas con bambú.

Reglamento	Compresión	Corte	Tensión
Colombiano NSR - 10	142.760	12.240	183.550
Peruano NTP E. 100	132.560	10.200	163.160
Vargas et al	190.690	12.640	112.580

Tabla N° 2: Comparativo de esfuerzos admisibles. Fuente: Adherence in the reinforced concrete with bamboo (Vargas, Cerna & Cuellar, 2020)

En la investigación de Serra et al. (2020), se analiza el reemplazo de acero por bambú, en estructuras de concreto armado, reportando que es el bambú el material que posee mayor resistencia a los esfuerzos por tracción, alcanzando alrededor de los 240 MPa, y de resistencia a la compresión capaz de alcanzar los 80 Mpa, además de otras propiedades como durabilidad, por otro lado entre las desventajas que presenta esta sustitución se tiene la baja resistencia al cortante, así como la adherencia al concreto.

En la investigación de Vergara & Vega (2021) demuestran que es viable el uso de bambú como refuerzo en el concreto, desde el campo mecánico pues mejora la adherencia, con respecto a la rotura el bambú aserrado tiene un mejor comportamiento.



Figura N° 5: Ensayo de tensión en bambú. Fuente: Evaluación experimental de la superficie de barras de bambú como refuerzo para el concreto (Vergara & Vega, 2021)

Se menciona a (Sanchez, 2022), quien evalúa el desempeño de vigas de concreto, las cuales han sido reforzadas con cañas de bambú, encontrando deflexiones de alrededor de los 4.90 mm, y rotura de 227 ton/m².

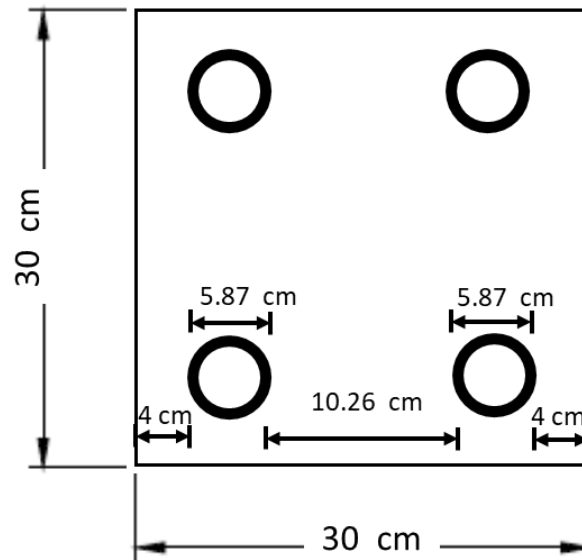


Figura N° 6: Colocación de refuerzo de bambú. Fuente: Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021 (Sanchez, 2022)

En la investigación de Flores & Vela (2021), se plantea la sustitución de cemento por puzolanas obtenidas de las hojas de bambú, en la elaboración de concreto simple, en porcentajes de 2, 5 y 7 por ciento, en edades de 7, 14 y 28 días, obteniendo valores de resistencia a la compresión superiores a los 230 kg/cm^2 . El bajo costo del uso de caña de bambú, así como la disminución del uso de energía, además de la resistencia a la tracción (Tavares, 2016). Para la investigación de Salvatierra (2019), verifico que el refuerzo de las columnas de concreto con bambú, tienen hasta 20% menos en los valores de cortante máxima, frente a los valores de refuerzo de acero, en contraposición el refuerzo de las vigas de concreto con bambú, tienen hasta 1.2% más en los valores de cortante máxima, frente a los valores de refuerzo de acero. Tineo (2022), obtiene resultados favorables al adicionar 5,10 y 15% de cemento por cenizas de bambú, alcanzando resultados de hasta 300 kg/cm^2 y valores de resistencia a la flexión de 54 kg/cm^2 . Para la investigación de Vargas (2016), se analiza el uso de refuerzo de las vigas de concreto, con bambú, a través del uso de tablillas, obteniendo resultados de adherencia alrededor de 6 kg/cm^2 , demostrando así que el refuerzo de bambú presenta mejor comportamiento a las vigas analizadas sin refuerzo.

Para Henrique (2020), el uso de listones y fibras de bambú, es un camino amplio por investigar.



Figura N° 7: Deformación de vigas. Fuente: Use of bamboo of *dendrocalamus asper* species in premolded concrete beams for deformation analysis (Henrique, 2020)

En las investigaciones de Basualdo (2022), utiliza micropilotes, técnica innovadora y de mucha ventaja frente al concreto armado, generando estabilidad y sostenibilidad en taludes. Para Dos Santos (2021), analiza el uso de fibras de bambú, evaluando propiedades como resistencia a la compresión en edades de 14 y 28 días, no encontrando significativos cambios en la resistencia a la compresión axial, pero cumpliendo con la resistencia requerida mínima, el uso de este material puede ser utilizado en elementos estructurales.

De la investigación de Tapullima & Yangua (2020), se analiza el uso de fibra de bambú en porcentajes de 4, 6 y 8%, alcanzando valores de 18 MPa cercanos a la resistencia de diseño de 21 MPa, además encontrando que el costo por m³, de este material podría costar alrededor de 140 soles.

En la investigación de Veloso & Doutor (2017), analizand el uso de bambú en el refuerzo de losas de concreto, encontrando viabilidad en su uso.



Figura N° 8: Rotura de losa de concreto armado. Fuente: Laje mista de bambu-concreto leve: Estudio teórico e experimental (Veloso & Doutor, 2017)

En la investigación de Cuji (2016), encuentra que el módulo de rotura para el concreto reforzado con acero es de alrededor de los 30 Mpa y para el concreto reforzado con bambú es de alrededor de los 27 Mpa.

Edad Días	Carga kg	Derformación Um
07	540	940
14	890	2490
28	3370	5375

Tabla N° 3: Concreto reforzado con bambú. Fuente: Análisis de la caña guadúa y bambú como material estructural utilizado en vigas y su incidencia en la resistencia a flexión del concreto (Cuji, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Debido a su forma la presente investigación es de naturaleza aplicado porque investiga actividades aglomerantes de materiales determinados como las hojas enjugadas de bambú, las cuales se consideran como un material de construcción diferente para poder ayudar a la mejora de resistencia

En cuanto a la clasificación, el proyecto de investigación presenta dos tipos, la longitudinal y la experimental. Verticalmente, los índices de resistencia de las mezclas de hormigón en forma de probetas se evaluarán de acuerdo con su edad de 28 días. Y eso es experimental, porque vamos a ver diferentes grados de sustitución. (15,20 y 25 %).

Basado en los párrafos antes descritos, el diseño de investigación de este Proyecto es experimental debido a que percibirá la medición de la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto sustituidos (LCS) por (HB), para luego ser comparados con los ladrillos de concreto control (LCC).

3.2. Variable y operacionalización

Variable independiente: cenizas de hojas enjugadas de bambú

Definición conceptual: sustitución parcial de cemento por hojas enjugadas de bambú

Variable	Dimensión	Indicador
Sustitución de cemento por cenizas de hojas de bambú	Porcentaje	15 %
		20%
		25%

Tabla N° 4: Variable independiente. Fuente: Elaboración propia

Variable dependiente: Resistencia del ladrillo de concreto

Definición conceptual: Para Pasquel (1998) es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

Variable	Dimensión	Indicador
Resistencia a la compresión	Esfuerzo	kg / cm ²

Tabla N° 5: Variable independiente. Fuente: Elaboración propia

3.3. Población muestra y muestreo

Población

La población lo constituye, los ladrillos de concreto elaborados en dimensiones de 9x13x23 cm.

Muestra

La muestra lo constituye, los 60 ladrillos de concreto elaborados en dimensiones de 9x13x23 cm.

Muestreo

En el presente proyecto se empleó el muestreo no probabilístico intencional o llamado también por conveniencia.

Días de curado	Porcentaje de sustitución			
	Nivel	Patrón	15%	20%
7 días	CP7(01),	CP157(01),	CP207(01),	CP257(01),
	CP7(02),	CP157(02),	CP207(02),	CP257(02),
	CP7(03),	CP157(03),	CP207(03),	CP257(03),
	CP7(04),	CP157(04),	CP207(04),	CP257(04),
	CP7(05)	CP157(05)	CP207(05)	CP257(05)
14 días	CP14(01),	CP1514(01),	CP2014(01),	CP2514(01),
	CP14(02),	CP1514(02),	CP2014(02),	CP2514(02),
	CP14(03),	CP1514(03),	CP2014(03),	CP2514(03),
	CP14(04),	CP1514(04),	CP2014(04),	CP2514(04),
	CP14(05)	CP1514(05)	CP2014(05)	CP2514(05)
28 días	CP28(01),	CP1528(01),	CP2028(01),	CP2528(01),
	CP28(02),	CP1528(02),	CP2028(02),	CP2528(02),
	CP28(03),	CP1528(03),	CP2028(03),	CP2528(03),
	CP28(04),	CP1528(04),	CP2028(04),	CP2528(04),
	CP28(05)	CP1528(05)	CP2028(05)	CP2528(05)

Tabla N° 6: Diseño de sustitución de cemento por hojas enjugadas de bambú.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica a emplear en el presente proyecto es la observación de campo y laboratorio. El instrumento a utilizar en el proyecto es la ficha de observación.

3.5. Procedimientos

Siendo el bambú una gramínea, que por su rápido crecimiento permite la generación de hojas nuevas que reemplazan a los que van cayendo a la base del árbol, estas hojas presentan un gran volumen, de muy bajo peso. La recolección de la materia prima, las hojas enjugadas de bambú, se recolectarán en diversas plantaciones del valle de Huacacorral (Virú).

La activación de las hojas enjugadas del bambú se realizará en la siguiente secuencia. Primero una pre activación térmica por quemado, luego una calcinación a temperatura controlada y finalmente una activación mecánica por molienda. Las hojas enjugadas recolectadas del bambú serán sometidas a un quemado inicial a cielo abierto a fin de iniciar los procesos de conversión de los altos contenidos de sílice de este material y eliminar el humo del quemado. En el caso de las muestras colectadas en Huacacorrall la quema se realizará en el lugar de la recolección y las cenizas serán almacenadas cuidadosamente para su traslado. Las hojas enjugadas del bambú a quemarse se cargan directamente a la cámara y al generarse la llama el aire de combustión es controlado por la ventana de ventilación, la orientación y elevación del humo es direccionado por el tiro del quemador. Aun cuando este dispositivo no cuenta con un sistema de control de temperatura, sí permite una distribución uniforme de quemado en la cámara, reduce la pérdida de calor y orienta la elevación de los humos.

Posterior a este quemado, se procederá a un proceso de activación mecánica por molienda, haciendo uso de morteros artesanales de madera, de fácil adquisición en los mercados locales, estos utensilios son de importancia dado que no contamina la muestra de cenizas de bambú.

3.6. Método de análisis de datos

De acuerdo a las informaciones y datos obtenidos mediante el instrumento, los resultados en este proyecto de investigación se presentarán a través de tablas de ensayos de recojo de pruebas en campo, tablas de ensayos en laboratorio, cálculos de pre dimensionamiento estructural con el software Excell.

3.7. Aspectos éticos

Teniendo en cuenta que la investigación es experimental se toma ciertas medidas antes y durante los ensayos con la finalidad de analizar y

determinara adecuadamente los datos, asegurándonos que las maquinarias o instrumentos que se usaran en los ensayos cuenten con certificados de calibración y calidad adecuada para así evitar o distorsionar las interpretaciones y análisis de los datos obtenidos, se usara un formato para recolectar e interpretar los datos lo cual será validada por el asesor con experiencia en los ensayos aplicados. Se interpretará mediante tablas y gráficos usados.

IV. RESULTADOS

N°	ELEMENTO	Kg/cm ²
1	LADRILLO CANTERA	15.00
2	LADRILLO CANTERA	15.30
3	LADRILLO CANTERA	15.80
4	LADRILLO CANTERA	15.90
5	LADRILLO CANTERA	16.20
6	LADRILLO CANTERA	22.30
7	LADRILLO CANTERA	23.50
8	LADRILLO CANTERA	24.20
9	LADRILLO CANTERA	25.50
10	LADRILLO CANTERA	22.80
11	LADRILLO CANTERA	29.30
12	LADRILLO CANTERA	30.50
13	LADRILLO CANTERA	31.70
14	LADRILLO CANTERA	28.50
15	LADRILLO CANTERA	32.50

Tabla N° 7: Resistencia en ladrillo artesanal Fuente: Elaboración propia

N°	ELEMENTO	Kg/cm ²
1	LADRILLO C0%	40.60
2	LADRILLO C0%	41.30
3	LADRILLO C0%	42.80
4	LADRILLO C0%	41.40
5	LADRILLO C0%	40.70
6	LADRILLO C0%	70.50
7	LADRILLO C0%	71.60
8	LADRILLO C0%	71.80
9	LADRILLO C0%	70.30
10	LADRILLO C0%	72.40
11	LADRILLO C0%	103.40

N°	ELEMENTO	Kg/cm²
12	LADRILLO C0%	106.80
13	LADRILLO C0%	101.20
14	LADRILLO C0%	106.30
15	LADRILLO C0%	104.20

Tabla N° 8: Resistencia en ladrillo control 0%. Fuente: Elaboración propia

N°	ELEMENTO	Kg/cm²
1	LADRILLO C15%	51.60
2	LADRILLO C15%	52.40
3	LADRILLO C15%	53.80
4	LADRILLO C15%	55.40
5	LADRILLO C15%	56.90
6	LADRILLO C15%	90.60
7	LADRILLO C15%	92.50
8	LADRILLO C15%	93.40
9	LADRILLO C15%	94.30
10	LADRILLO C15%	90.80
11	LADRILLO C15%	120.50
12	LADRILLO C15%	115.80
13	LADRILLO C15%	116.30
14	LADRILLO C15%	114.80
15	LADRILLO C15%	115.80

Tabla N° 9: Resistencia en ladrillo experimental 15%. Fuente: Elaboración propia

N°	ELEMENTO	Kg/cm²
1	LADRILLO C50%	40.80
2	LADRILLO C50%	42.60
3	LADRILLO C50%	43.70
4	LADRILLO C50%	44.80
5	LADRILLO C50%	41.60
6	LADRILLO C50%	60.80

N°	ELEMENTO	Kg/cm²
7	LADRILLO C50%	61.50
8	LADRILLO C50%	62.30
9	LADRILLO C50%	63.40
10	LADRILLO C50%	66.90
11	LADRILLO C50%	85.40
12	LADRILLO C50%	86.90
13	LADRILLO C50%	82.70
14	LADRILLO C50%	81.90
15	LADRILLO C50%	86.30

Tabla N° 10: Resistencia en ladrillo experimental 20%. Fuente: Elaboración propia

N°	ELEMENTO	Kg/cm²
1	LADRILLO C25%	31.60
2	LADRILLO C25%	28.60
3	LADRILLO C25%	35.40
4	LADRILLO C25%	36.60
5	LADRILLO C25%	30.70
6	LADRILLO C25%	48.60
7	LADRILLO C25%	52.70
8	LADRILLO C25%	55.90
9	LADRILLO C25%	54.60
10	LADRILLO C25%	51.00
11	LADRILLO C25%	78.60
12	LADRILLO C25%	75.90
13	LADRILLO C25%	78.60
14	LADRILLO C25%	80.30
15	LADRILLO C25%	82.80

Tabla N° 11: Resistencia en ladrillo experimental 25%. Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

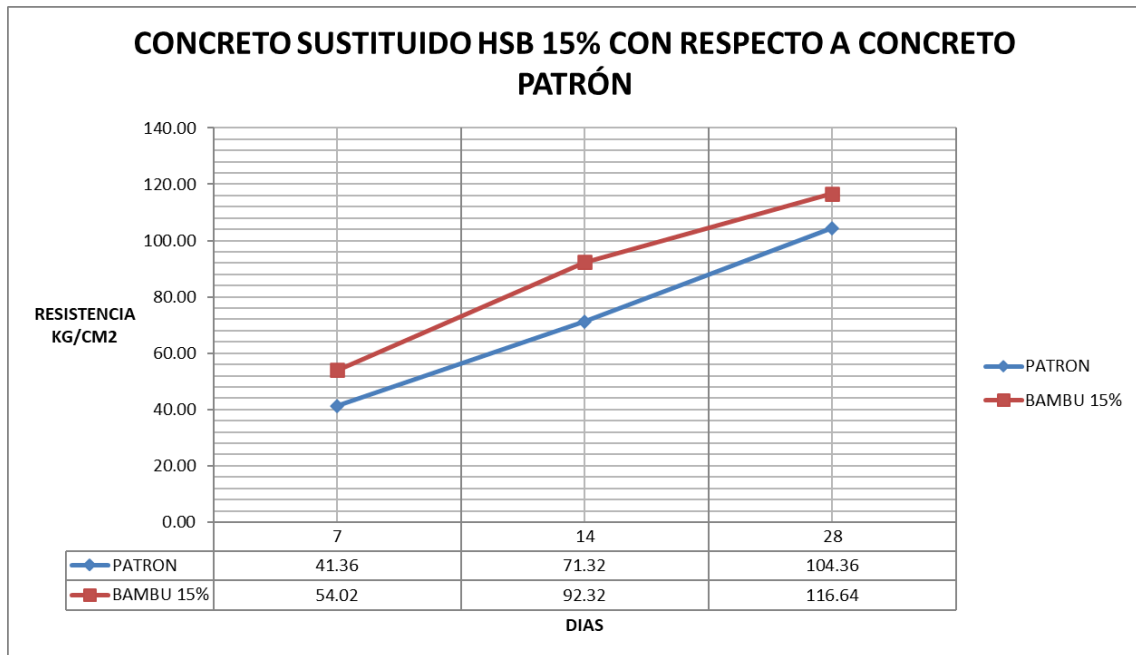


Gráfico N° 1: Comparación de concreto control y concreto al 15%. Fuente: Elaboración propia

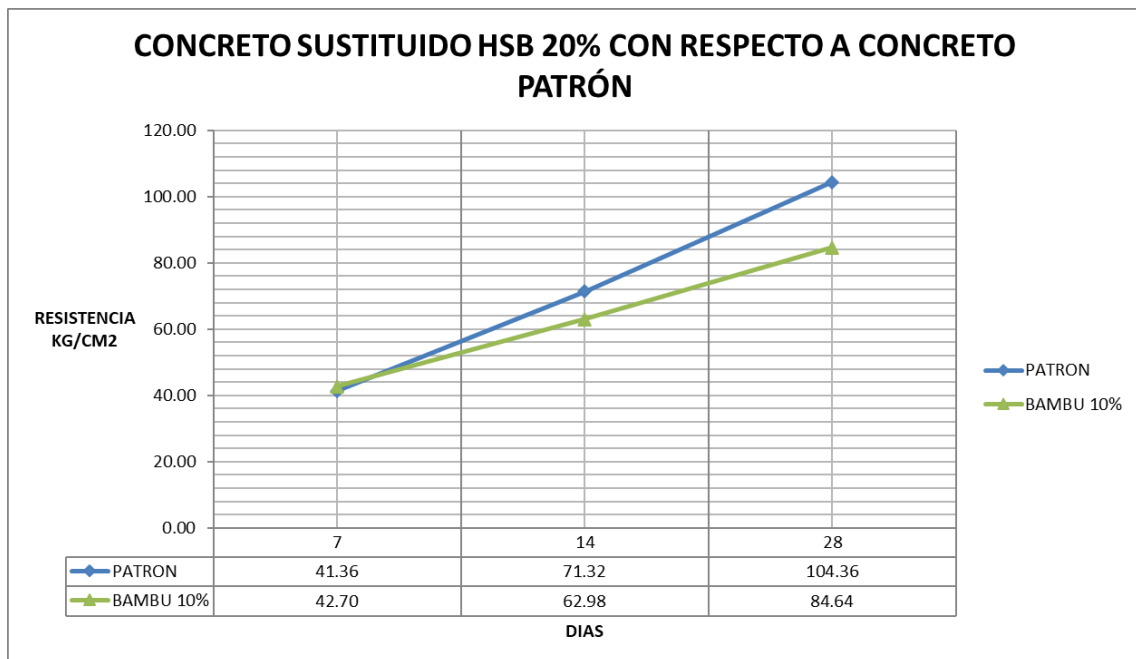


Gráfico N° 2: Comparación de concreto control y concreto al 20%. Fuente: Elaboración propia

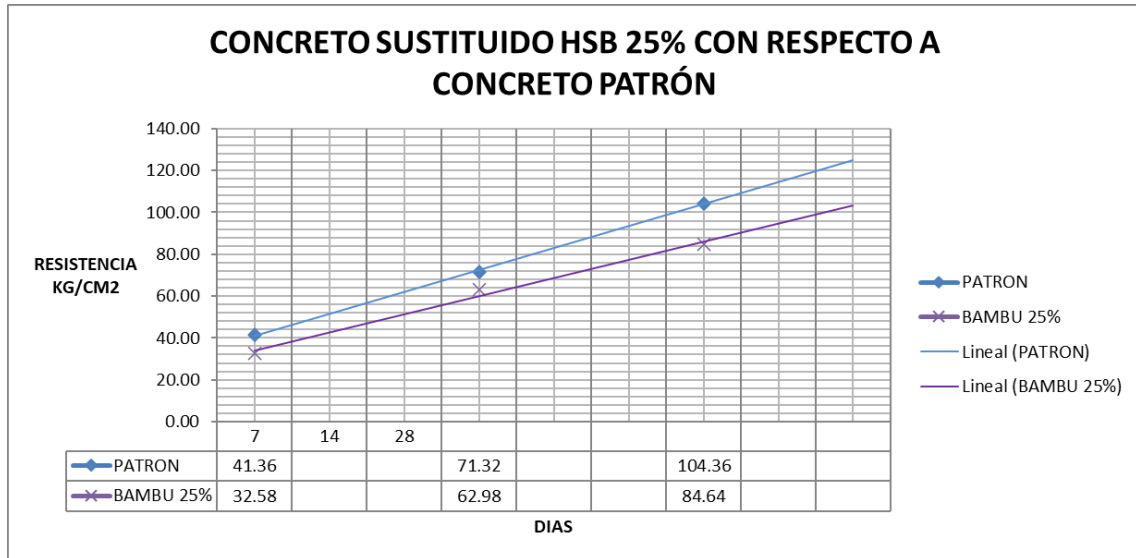


Gráfico N° 3: Comparación de concreto control y concreto al 25%. Fuente: Elaboración propia

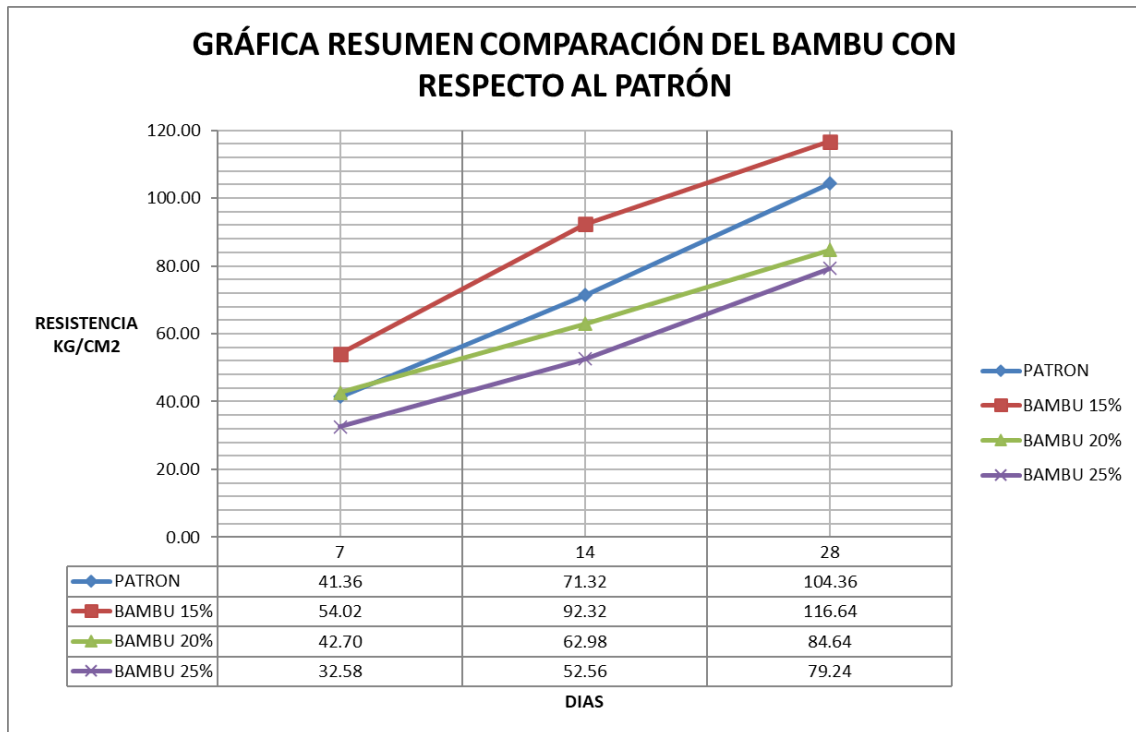


Gráfico N° 4: Comparación de concreto control y concreto experimental. Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

- El material cementante elaborado a partir de cenizas enjugadas de bambú, ha aumentado la resistencia a la compresión en ladrillos de concreto.
- Los materiales alternativos, cuentan con potenciales precursores puzolánico, los cuales fueron activados por medios térmicos y mecánicos, reportando en óxidos: CaO y SiO₂.
- Los valores óptimos de adición del híbrido estabilizante se consideran 15%, pues alcanza resultados alentadores y máximos en el ensayo de resistencia a la compresión: 116.64 kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

- Trabajar con materiales alternativos híbridos, ecoamigables.
- Los materiales alternativos, que cuenten potenciales precursores puzolánicos: CaO y SiO₂, deberán ser trabajados para una sustitución más agresiva 30, 40 y 50%, sin que esto comprometa la resistencia a la compresión.
- Evaluar el uso de ceniza de bambú en elementos no estructurales y hacer repeticiones a escala.

REFERENCIAS

- Basualdo, A. (2022). *Análisis Comparativo Del Uso De Micropilotes De Bambú Y Concreto Para La Estabilización De Taludes*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bello, J., & Villacreses, G. (2021). *Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social*. Polo del Conocimiento.
- Cerrón, T. (2016). *Estrategias De Arquitectura Ecológica Con Bambú Y El Confort Térmico, En El Parque Nacional Del Manu, Cusco*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Cuji, I. (2016). *Análisis de la caña guadúa y bambú como material estructural utilizado en vigas y su incidencia en la resistencia a flexión del concreto*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Díaz, P. (2016). *Análisis Comparativo: uso de bambú vs. Perfiles de acero para cobertura liviana*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Dos Santos, V. (2021). *Investigação das propriedades físicas e mecânicas do concreto convencional com substituição parcial da areia pelas fibras de bambu*. Research, Society and Development.
- Echezuria, H. (2018). *El Bambú como Recurso Sustentable para Construcción de Viviendas de Bajo Costo*. Caracas: Tekné.
- Fernandez, A. (2022). *Estudio del bambú y su uso en la construcción caracterización mecánica*. Granada: Universidad de Granada.
- Flores, N., & Vela, J. (2021). *Diseño de concreto simple utilizando puzolana de hoja de bambú para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2021*. Tarapoto: Universidad César Vallejo.
- Gomez, H. (2020). *El bambú: Una solución ecológica como material de construcción*. TZHOECOEN.
- Henrique, G. (2020). *Use of bamboo of dendrocalamus asper species in premolded concrete beams for deformation analysis*. Brazilian journal of development.

- Hongyun, Q., Jianfeng, X., Zhibin, H., Ling, L., & Xiaopeng, Y. (2019). *Bamboo as an Emerging Source of Raw Material for Household and Building Products*. Bioresources.
- IGP. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- INBAR. (2015). *Reporte post-sismo sobre estructuras de bambu, y recomendaciones para la reconstrucción con bambu en la costa Ecuatoriana*. Quito: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Kuroiwa, J. (2016). *Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Luna, N. (2020). *Determinación del momento sísmico y dimensiones de la fuente sísmica mediante análisis espectral, aplicado a grandes sismos en el Perú desde 1997-2018*. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mendoza, K., & Navarro, S. (2019). *Diseño de una vivienda unifamiliar de concreto reforzado con Bambú (Bambusoideaespp.) en el Centro Poblado La Laguna, Jr. Grau S/N distrito de Lalaquiz, provincia de Huancabamba; Piura, 2018*. Piura: Universidad César Vallejo.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. (2016). *Estructuras de Guadua*. Guayaquil: Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Salvatierra, B. (2019). *Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Sanchez, R. (2022). *Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Serra, F. (2020). *Analysis of steel replacement by bamboo in armored concrete structures*. Curitiba: Brazilian Journal of Development.
- Takahashi, J. (2016). *El bambú y su potencial para desarrollo sostenible en el Perú*. Lima: Universidad Científica del Sur.
- Tapullima, C., & Yangua, A. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² adicionando fibra de bambú, Tarapoto - 2020*. Tarapoto: Universidad César Vallejo.

- Tavares, A. (2016). *Aplicação da fibra de bambu aos Sistemas industrializados para Desenvolvimento de placas de Concreto. Veredas.*
- Tavera, H. (2017). *Actualización del escenario por sismo, tsunami y exposición en la región central del Perú.* Lima: Instituto geofísico del Perú.
- Tineo, J. (2022). *Determinación optima de cenizas de hojas de bambú para mejorar la resistencia del concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2022.* Lima: Universidad César Vallejo.
- Torres, B., Segarra, M., & Braganca, L. (2019). *El bambú como alternativa de construcción sostenible.* Barcelona: Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica - Claves para el desarrollo - .
- Vargas, W. (2016). *Vigas de concreto reforzadas con bambú (guadua angustifolia) para construcciones rurales.* Lima: Universidad Agraria La Molina.
- Vargas, W., Cerna, A., & Cuellar, J. (2020). *Adherence in the reinforced concrete with bamboo.* Lima: Anales científicos.
- Veloso, C., & Doutor, G. (2017). *Laje mista de bambu-concreto leve: Estudo teórico e experimental.* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catalina.
- Vergara, C., & Vega, N. (2021). *Evaluación experimental de la superficie de barras de bambú como refuerzo para el concreto.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Yedra, O. (2014). *Caracterización del bambú Guadua (Guadua Angustifolia) para el diseño e industrialización en España.* Almería: Universidad de Almería.



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ALUMNOS : HONORES BALCAZAR CESAR FRANCISCO
 TEMA : IMPACTO DE LAS CENIZAS DE HOJAS ENJUGADAS DE BAMBÚ EN LA RESISTENCIA DE LADRILLO DE CONCRETO.
 FECHA : 01/05/2022
 F' C :

LADRILLO ARTESANAL

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	PROMEDIO
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO CANTERA	--	15/02/2016	22/02/2016	7	15.00	15.64
2	LADRILLO CANTERA	--	15/02/2016	22/02/2016	7	15.30	
3	LADRILLO CANTERA	--	15/02/2016	22/02/2016	7	15.80	
4	LADRILLO CANTERA	--	15/02/2016	22/02/2016	7	15.90	
5	LADRILLO CANTERA	--	15/02/2016	22/02/2016	7	16.20	
6	LADRILLO CANTERA	--	08/02/2016	22/02/2016	14	22.30	23.66
7	LADRILLO CANTERA	--	08/02/2016	22/02/2016	14	23.50	
8	LADRILLO CANTERA	--	08/02/2016	22/02/2016	14	24.20	
9	LADRILLO CANTERA	--	08/02/2016	22/02/2016	14	25.50	
10	LADRILLO CANTERA	--	08/02/2016	22/02/2016	14	22.80	
11	LADRILLO CANTERA	--	25/01/2016	22/02/2016	28	29.30	30.50
12	LADRILLO CANTERA	--	25/01/2016	22/02/2016	28	30.50	
13	LADRILLO CANTERA	--	25/01/2016	22/02/2016	28	31.70	
14	LADRILLO CANTERA	--	25/01/2016	22/02/2016	28	28.50	
15	LADRILLO CANTERA	--	25/01/2016	22/02/2016	28	32.50	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño E-070

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los testistas


ING. VILLACORTA DIAZ ALDO
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 169469
 NICOLES HYDGEOSTRUCT S.A.C



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ALUMNOS : HONORES BALCAZAR CESAR FRANCISCO
 TEMA : IMPACTO DE LAS CENIZAS DE HOJAS ENJUGADAS DE BAMBÚ EN LA RESISTENCIA DE LADRILLO DE CONCRETO.
 FECHA :
 F' C :

ADICION DE BAMBÚ 0%

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	PROMEDIO
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO C0%	3.5	16/02/2016	23/02/2016	7	40.60	41.36
2	LADRILLO C0%	3.5	16/02/2016	23/02/2016	7	41.30	
3	LADRILLO C0%	3.5	16/02/2016	23/02/2016	7	42.80	
4	LADRILLO C0%	3.5	16/02/2016	23/02/2016	7	41.40	
5	LADRILLO C0%	3.5	16/02/2016	23/02/2016	7	40.70	
6	LADRILLO C0%	3.5	09/02/2016	23/02/2016	14	70.50	71.32
7	LADRILLO C0%	3.5	09/02/2016	23/02/2016	14	71.60	
8	LADRILLO C0%	3.5	09/02/2016	23/02/2016	14	71.80	
9	LADRILLO C0%	3.5	09/02/2016	23/02/2016	14	70.30	
10	LADRILLO C0%	3.5	09/02/2016	23/02/2016	14	72.40	
11	LADRILLO C0%	3.5	26/01/2016	23/02/2016	28	103.40	104.38
12	LADRILLO C0%	3.5	26/01/2016	23/02/2016	28	106.80	
13	LADRILLO C0%	3.5	26/01/2016	23/02/2016	28	101.20	
14	LADRILLO C0%	3.5	26/01/2016	23/02/2016	28	106.30	
15	LADRILLO C0%	3.5	26/01/2016	23/02/2016	28	104.20	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño E-070

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los testistas


ING. VIELACORTA DIAZ ALDO
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 169459
 NICOLES HYDGEOSTRUCT SAC



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ALUMNOS : HONORES BALCAZAR CESAR FRANCISCO
 TEMA : IMPACTO DE LAS CENIZAS DE HOJAS ENJUGADAS DE BAMBÚ EN LA RESISTENCIA DE LADRILLO DE CONCRETO.
 FECHA :
 F° C :

ADICION DE BAMBÚ 15%

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	PROMEDIO
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO C25%	3.5	17/02/2016	24/02/2016	7	51.60	54.02
2	LADRILLO C25%	3.5	17/02/2016	24/02/2016	7	52.40	
3	LADRILLO C25%	3.5	17/02/2016	24/02/2016	7	53.80	
4	LADRILLO C25%	3.5	17/02/2016	24/02/2016	7	55.40	
5	LADRILLO C25%	3.5	17/02/2016	24/02/2016	7	56.90	
6	LADRILLO C25%	3.5	10/02/2016	24/02/2016	14	90.60	92.32
7	LADRILLO C25%	3.5	10/02/2016	24/02/2016	14	92.50	
8	LADRILLO C25%	3.5	10/02/2016	24/02/2016	14	93.40	
9	LADRILLO C25%	3.5	10/02/2016	24/02/2016	14	94.30	
10	LADRILLO C25%	3.5	10/02/2016	24/02/2016	14	90.80	
11	LADRILLO C25%	3.5	27/01/2016	24/02/2016	28	120.50	116.64
12	LADRILLO C25%	3.5	27/01/2016	24/02/2016	28	115.80	
13	LADRILLO C25%	3.5	27/01/2016	24/02/2016	28	116.30	
14	LADRILLO C25%	3.5	27/01/2016	24/02/2016	28	114.80	
15	LADRILLO C25%	3.5	27/01/2016	24/02/2016	28	115.80	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño E-070

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los testistas


ING. VILLACORTA DIAZ ALDO
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 169459
 NICOLES HYDGEOSTRUCT SAC



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ALUMNOS : HONORES BALCAZAR CESAR FRANCISCO
 TEMA : IMPACTO DE LAS CENIZAS DE HOJAS ENJUGADAS DE BAMBÚ EN LA RESISTENCIA DE LADRILLO DE CONCRETO.
 FECHA :
 F° C :

ADICION DE BAMBÚ 20%

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	PROMEDIO
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO C50%	3	21/03/2016	28/03/2016	7	40.80	42.70
2	LADRILLO C50%	3	21/03/2016	28/03/2016	7	42.60	
3	LADRILLO C50%	3	21/03/2016	28/03/2016	7	43.70	
4	LADRILLO C50%	3	21/03/2016	28/03/2016	7	44.80	
5	LADRILLO C50%	3	21/03/2016	28/03/2016	7	41.60	
6	LADRILLO C50%	3	14/03/2016	28/03/2016	14	60.80	62.98
7	LADRILLO C50%	3	14/03/2016	28/03/2016	14	61.50	
8	LADRILLO C50%	3	14/03/2016	28/03/2016	14	62.30	
9	LADRILLO C50%	3	14/03/2016	28/03/2016	14	63.40	
10	LADRILLO C50%	3	14/03/2016	28/03/2016	14	66.90	
11	LADRILLO C50%	3	29/02/2016	28/03/2016	28	85.40	84.64
12	LADRILLO C50%	3	29/02/2016	28/03/2016	28	86.90	
13	LADRILLO C50%	3	29/02/2016	28/03/2016	28	82.70	
14	LADRILLO C50%	3	29/02/2016	28/03/2016	28	81.90	
15	LADRILLO C50%	3	29/02/2016	28/03/2016	28	86.30	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño E-070

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los tesistas


ING. VILACORTA DIAZ ALDO
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 169459
 NICOLES HYDGEOSTRUCT SAC



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ALUMNOS : HONORES BALCAZAR CESAR FRANCISCO
 TEMA : IMPACTO DE LAS CENIZAS DE HOJAS ENJUGADAS DE BAMBÚ EN LA RESISTENCIA DE LADRILLO DE CONCRETO.
 FECHA :
 F° C :

ADICION DE BAMBÚ 25%

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	FC	PROMEDIO
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	
1	LADRILLO C75%	3	22/03/2016	29/03/2016	7	31.60	32.58
2	LADRILLO C75%	3	22/03/2016	29/03/2016	7	28.60	
3	LADRILLO C75%	3	22/03/2016	29/03/2016	7	35.40	
4	LADRILLO C75%	3	22/03/2016	29/03/2016	7	36.60	
5	LADRILLO C75%	3	22/03/2016	29/03/2016	7	30.70	
6	LADRILLO C75%	3	15/03/2016	29/03/2016	14	48.60	52.56
7	LADRILLO C75%	3	15/03/2016	29/03/2016	14	52.70	
8	LADRILLO C75%	3	15/03/2016	29/03/2016	14	55.90	
9	LADRILLO C75%	3	15/03/2016	29/03/2016	14	54.60	
10	LADRILLO C75%	3	15/03/2016	29/03/2016	14	51.00	
11	LADRILLO C75%	3	01/03/2016	29/03/2016	28	78.60	79.24
12	LADRILLO C75%	3	01/03/2016	29/03/2016	28	75.90	
13	LADRILLO C75%	3	01/03/2016	29/03/2016	28	78.60	
14	LADRILLO C75%	3	01/03/2016	29/03/2016	28	80.30	
15	LADRILLO C75%	3	01/03/2016	29/03/2016	28	82.80	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño E-070

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los testistas

ING. VILLCORTA DIAZ ALDO
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 169459
 NICOLES HYDGEOSTRUCT SAC



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "IMPACTO DE LAS CENIZAS DE HOJAS ENJUGADAS DE BAMBÚ EN LA RESISTENCIA DE LADRILLO DE CONCRETO.", cuyo autor es HONORES BALCAZAR CESAR FRANCISCO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 21 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO : 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 21- 07-2022 16:58:26

Código documento Trilce: INV - 0797441