

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Influencia de la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Por:

Julio Rolando Pacco Chuquitarqui

Asesor:

Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari

Juliaca, diciembre de 2019

DECLARACION JURADA
DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN

Ing. Juana Beatriz Aqise Pari, de la Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión. DECLARO

Que el presente trabajo de investigación titulado: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ " constituye la memoria que presenta el estudiante Julio Rolando Pacco Chuquitarqui, para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 04 días del mes de diciembre del año 2019



Asesor:

Ing. Juana Beatriz Aqise Pari

Influencia de la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar
en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentada para optar el grado de bachiller en ingeniería civil

JURADO CALIFICADOR



Ing. Herson Duberly Pari Cusi
Presidente



Ing. José Pacori Pacori
Secretario



Ing. Percy Armando Cota Mayorga
Vocal



Ing. Juana Beatriz Aquise Pan
Asesor

Juliaca, 03 de diciembre de 2019

“Influencia de la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ”

Julio Rolando Pacco Chuquitarqui ^{a*}

^aEP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

La influencia de la fibra Bagazo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), en la resistencia mecánica del concreto, para ello se realizó el diseño de mezcla según a las normas vigentes. En el presente trabajo se realizó la preparación con el material compuesto de fibra de bagazo de caña y concreto. Se examina la incidencia del tamaño y la adición natural de fibras expresadas en porcentaje, las propiedades con respecto a la resistencia a compresión del material. Este artículo realizado de concreto con fibra vegetal y con una adición entre el 0.5, 1.0 y 1.5% de fibras en relación al peso del agregado grueso, nos dio una resistencia máxima de 64.8 kg/ cm², con una adición de 0.5 % de fibra vegetal, a los 7 días como resultado se obtuvo por debajo de la resistencia del patrón de 134.4 kg/ cm².

Palabras clave: concreto; fibra vegetal; compresión; materiales compuestos; resistencia mecánica

Abstrac

Of the sugarcane bagasse fiber (*Saccharum officinarum*), on the mechanical strength of the concrete, was carried out. For this purpose, the mixture design was carried out according to current standards. In the present work the preparation was made with the composite material of cane bagasse fiber and concrete. The incidence of the size and the natural addition of fibers expressed in percentage, the properties with respect to the compressive strength of the material is examined. This article made of concrete with vegetable fiber, and with an addition between 0.5, 1.0 and 1.5% of fibers in relation to the weight of the coarse aggregate, gave us a maximum strength of 64.8 kg / cm², with an addition of 0.5% of fiber vegetable at 7 days; as a result it was obtained below the resistance of the pattern of 134.4 kg / cm².

Keywords: concrete; vegetable fiber; compression; composite materials; mechanical strength

1. Introducción

En nuestra región Puno, tenemos variedades de vegetales andinos y naturales los cuales no son considerados o son desechados como los que podrían ser aprovechadas para mejorar la resistencia del concreto. Por lo tanto, en esta investigación usaremos la fibra vegetal de bagazo de caña de azúcar. Se realizaron un amplio estudio con diferentes fibras vegetales entre los cuales tenemos la fibra de plátano, fibra de coco, fibra de ichu, fibra de cabuya, fibra de cáscara de arroz, entre otros, de los cuales podemos resaltar la resistencia alcanzada por fibra de cabuya y fibra de coco en la resistencia del concreto, los cuales alcanzaron mejores resultados en la resistencia de compresión del concreto.

* Autor de correspondencia:

Km. 06 Salida Arequipa, Chullunquinai Juliaca

Tel.: +051 - 929410425

E-mail: rolyy.julio@gmail.com

Para tales efectos, es de suma importancia buscar alternativas ecológicas (Fibra de Bagazo de Caña de Azúcar), para mejorar la resistencia mecánica del concreto y de esta manera disminuir el impacto ambiental que se generan en la fabricación de las fibras industriales para el uso en el concreto y por lo tanto que permita reducir el costo económico. Así mismo, se debe dar mayor resistencia en sus propiedades mecánicas como la de resistencia del concreto según su uso.

La caña de azúcar tiene diversos usos, se producen en gran cantidad en nuestra región de Puno, en las Provincias de Carabaya y Sandia. Eso provoca que haya grandes proporciones de fibra de bagazo de caña de azúcar ocasionando una gran cantidad de basura. En los mercados de nuestra región, se encuentran desechos de fibra de caña de azúcar.

La ACI 544, recomienda sobre el uso de fibras vegetales como refuerzo en el concreto, que las investigaciones que se hagan deben ser de mayor envergadura y detallada, ya que al ser una fibra vegetal que se puede obtener de manera sencilla y en abundancia con un costo menor de una producción a gran escala en países en vías de desarrollo. Ya que esta fibra vegetal ayudaría a bajar costos en los procesos de construcción de obras civiles y daría alternativas válidas para el uso de estos materiales como refuerzos estructurales.

Según Narvaez (2017), el bagazo es el remanente sólido de materia resultado de la compresión de la fibra de caña entre grandes cilindros llamados mazas, proceso de molienda indispensable para obtener el líquido de los tallos. Se ha demostrado que, aunque este residuo puede no ser muy útil en un principio, al aplicarle un tratamiento que evite la biodegradación, puede ser usado como fibrorefuerzo en el hormigón, ya que posee aproximadamente 50% de fibra, lo cual genera ganancias de resistencia a la tracción y flexión.

La fibra vegetal (bagazo de caña de azúcar), es un material lignocelulosico constituido principalmente por: célula, hemicelulosa y lignina. Se obtiene como sub producto o residuos que en los centrales azucareros después de la extracción de jugo de caña de azúcar y representa la cuarta parte del total del material procesado, dependiendo del contenido de fibra de caña y la eficiencia de extracción del jugo (Pemaleté, Piña, Suarez, Ferrer y Aiello, 2008).

Las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras Naturales (CRFN), son alteradas de acuerdo a muchas circunstancias como la longitud, ancho, peso y muchas formas que esta pueda tomar, las propiedades mecánicas del cemento, la dosificación de la mezcla, el método de mezclado, de colado y de curado (Fordos, 1988).

Según Osorio (2007), Encontró que la adición de fibras de bagazo de caña en la fabricación de hormigón, aporta importantes variaciones en las propiedades mecánicas del mismo, especialmente en el peso de este. Además, determinaron las relaciones entre la aplicación de un tratamiento previo a las fibras a fin de evitar su deterioro por las reacciones químicas propias del proceso de fraguado del hormigón.

Según (Beraldo, 1997), Obtuvieron algunos métodos con el fin de minimizar los procesos de deterioro de las fibras de bagazo de la caña de azúcar en la mezcla del concreto por efectos de alcalinidad y tratando de que la humedad del fraguado del cemento no se vea afectado, utilizando para ello el lavado del material (Beraldo, 1997).

Asimismo, Gram & Hans (1988), Menciona, la alcalinidad del cemento por más que ésta ayude a fibras de acero a no sufrir de corrosión, esta misma alcalinidad afecta a las fibras naturales deteriorándolas con el paso de los días. La fibra vegetal sufre la degradación por un ataque químico por parte del cemento, ya que esta produce alcalinidad en el concreto.

Según (Sera, 1990), La fibra vegetal (bagazo de la caña de azúcar) puede ser usado como fibrorefuerzo ya que cuenta con buenas propiedades físico-mecánicas y morfológicas.

Asimismo, Sera (1990), indica las propiedades más relevantes de la fibra de bagazo de caña de azúcar. Lo cual menciona como: Longitud 26mm, diámetro promedio 0.24mm, Gravedad específica 1.25g/cm³, Adsorción de Humedad 78.5%, Contenido de humedad 12.1%, Resistencia última 196.4 MPa, Módulo de elasticidad 16.9 GPa y Resistencia a la adherencia 0.84MPa. Las cuales nos ayudan de base para el aprovechamiento y manipulación de este tipo de material (fibra vegetal).

En esta investigación se pudo ver la influencia de la fibra de Bagazo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) en la resistencia mecánica del concreto para ello se realizó el diseño de mezcla según a las normas vigentes. En el presente trabajo se realizó la preparación con el material compuesto de fibra vegetal (Bagazo de caña de azúcar) y concreto. Se examina la incidencia del tamaño y la adición natural de fibras expresadas en porcentaje, en el ensayo de resistencia a compresión del material. Este proyecto encontró que el compuesto con las fibras, y con una adición entre el 0.5, 1.0 y 1.5% de fibras en relación al peso total del agregado grueso.

2. Materiales y Métodos

Este artículo, se realizó en la Región Puno, en el laboratorio de Concreto de la E.P. de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca. Se realizó los respectivos ensayos para determinar la resistencia a la compresión en briquetas de concreto reforzado con fibra de vegetal (bagazo de caña de azúcar).

2.1. Materiales

Para realizar el presente artículo, se utilizaron Cemento Portland tipo IP Rumi, por ser uno de los cementos de mayor utilización en la región, acerca de la fibra vegetal se utilizó la fibra de bagazo de caña de azúcar previamente cortadas con las siguientes longitudes 5.0 cm de longitud por 1.0 cm de ancho, respecto a los agregados se utilizaron las piedras y arena provenientes de la cantera de Unocolla de nuestra Región Puno y Agua.

2.2. Métodos

En la presente investigación la población está conformada por un concreto de resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm² diseñado por el método ACI y un Slump de 3"-4", los cuales se consideró patrones con 0% de fibra de bagazo de caña de azúcar con el debido proceso de la fibra como una aditivo natural y evaluar su comportamiento en la resistencia mecánica para lo cual se elaboró briquetas con adición en los porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% (N.T.P. 339.183/ASTM C192M); analizando al concreto en estado endurecido (N.T.P. 339.034/ASTM C39), mediante ensayos a los 7 días, para la evaluación de las propiedades del concreto a compresión se realizaron 12 probetas (3 unidades por patrón de 0% de fibra, 3 unidades adicionando 0.5% de la fibra vegetal en el concreto, 3 unidades adicionando 1% de fibra vegetal en el concreto y por ultimo 3 unidades de 1.5% de fibra en el concreto).

Se realizaron la fábrica de probetas en concreto 1: 1.9: 3.1 (Cemento, arena, grava) adicionando las fibras de bagazo de caña de azúcar cuyo porcentaje en relación con el peso de agregado grueso adicionado para cada probeta fue de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Lo cual estos porcentajes fueron determinados con la condición de experimentar nuevos resultados.

Para tales efectos, se realizó un procedimiento para mantener limpia la fibra y así ser usado como aditivo en el concreto para eliminar presencia de carbohidratos libres que puede ocasionar problemas de ataque de hongos y plagas.

Posteriormente se efectuó la mezcla. Para la elaboración de las probetas en forma cilíndricas, se creó una mezcla patrón manteniendo la relación de 1: 1.9: 3.1 (Cemento, arena, grava) y la relación Agua/Cemento (a/c) de 0,55 recomendada por Fördös (1988) lo cual la cantidad de agua diere y la resistencia siempre sea óptima.

Asimismo, la elaboración de las probetas con la adición de fibras de 0.5%, 1.0% y 1.5% como remplazo del agregado grueso, se obtuvo una relación en la mezcla de 1:1,9:3.085:0,015; 1:1,9:3.025:0,075 y 1:1,9:2,95:0,15 (cemento, arena, grava y fibra) respectivamente. Se elaboraron 4 tipos de mezcla, en donde fueron permanentes la cantidad de cemento, arena y la relación a/c, variando únicamente la cantidad de agregado grueso, representado en peso de la fibra vegetal.



Figura 1. Adición de Fibra



Figura 2. Vaciado de Concreto



Figura 3. Medición de Slump



Figura 4. Concreto con Fibra



Figura 5. Peso del Concreto



Figura 6. Ensayo de Compresión

2.3. Descripción de los ensayos realizados en el laboratorio de concreto

2.3.1. Características de los agregados

- Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global según la NTP 400.012 – 2013 y ASTM C 136.
- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185 - 2002 y ASTM C 566.
- Método de ensayo para determinar pesos unitarios, sueltos y compactados según la NTP 400.017 – 2011 y ASTM C 29.
- Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso según la NTP 400.021-2002 y ASTM C 127.
- Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino según la NTP 400.021-2002 y ASTM C 127.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados

La investigación realizada ha determinado el comportamiento de la unión de fibras de bagazo de caña de azúcar en el concreto $f'c = 210$ Kg/teniendo como agregados fino y grueso adicionando la fibra de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en diferentes porcentajes (0.5%, 1% y 1.5%) respectivamente. Determinando las propiedades físicas del concreto de acuerdo a las especificaciones de las normas N.T.P.400.037/ASTM C33, para realizar la estructura del concreto patrón empleando en método del comité ACI 211.

En la Tabla 1, se dan a conocer la relación de en la mezcla de 1:1,9:3.085:0,015; 1:1,9:3.025:0,075 y 1:1,9:2,95:0,15 (cemento, arena, grava y fibra), para determinar la incidencia de diferentes parámetros resistencia en la resistencia a la compresión según los porcentajes de adición de fibra.

Tabla 1

Resistencia a la Compresión del Concreto con adición porcentaje (%) de fibra de Bagazo de Caña de Azúcar

(Cemento, Arena, Grava y Fibra)	
0.5%	1:1,9:3,085:0,015
1.0%	1:1,9:3,025:0,075
1.5%	1:1,9:2,95:0,15

Los datos del patrón corresponden a través de elaboración de las probetas de forma cilíndricas, se creó una mezcla patrón manteniendo la relación de 1: 1.9: 3.1 (Cemento, arena, grava) con un 0% de fibra y una relación Agua/Cemento (a/c) de 0,55, presentando diferentes significativas en los resultados que al final se le promedia el esfuerzo máximo resistente. En la Tabla 2, se muestra la resistencia a la compresión del concreto con 0% de adición de fibra de bagazo de caña de azúcar a una edad de concreto de 7 días.

Tabla 2

Resistencia a la compresión del concreto con 0 % de Fibra de caña de azúcar a una edad de 7 días

Edad (Días)	Diámetro	Área de sección (cm ²)	Resistencia de Diseño	Fuerza a la falla (Kg)	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)	Esfuerzo máximo promedio (Kg/cm ²)
7	10	78.54	210	13137.9	167.3	134.4
7	10	78.54	210	9022.8	114.9	
7	10	78.54	210	9502.5	121.0	

3.1.1 Resultados 1

La Tabla 3, nos da a conocer las diferencias que se obtuvo en cuanto al ensayo de resistencia en la compresión de las briquetas utilizadas, se ha encontrado que en probetas con el porcentaje de 0.5% se aprecia una resistencia mínima de 64.8 Kg/cm² la resistencia a compresión se comportó inversamente con respecto a la resistencia del patrón que es de 134.4 Kg/cm², llegando a un 48.21 % de una resistencia de 100% del patrón.

Tabla 3

Resistencia a la compresión del concreto con 0.5 % de Fibra de caña de azúcar a una edad de 7 días

Edad (Días)	Diámetro	Área de sección (cm ²)	Resistencia de Diseño	Fuerza a la falla (Kg)	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)	Esfuerzo máximo promedio (Kg/cm ²)
7	9.9	76.98	210	5129.3	66.6	
7	9.9	76.98	210	4767.9	61.9	64.8
7	9.8	75.43	210	4959.2	65.7	

3.1.2 Resultados 2

La Tabla 4, indica la variabilidad del ensayo a la resistencia a compresión de las briquetas utilizadas, se ha encontrado que en probetas con el porcentaje de 1.0% se aprecia una mínima resistencia de 26.5 Kg/cm² la resistencia a compresión se comportó inversamente con respecto a la resistencia del patrón que es de 134.4 Kg/cm², llegando a un 19.72 % de una resistencia de 100% del patrón.

Tabla 4

Resistencia a la compresión del concreto con 1.0 % de Fibra de caña de azúcar a una edad de 7 días

Edad (Días)	Diámetro	Área de sección (cm ²)	Resistencia de Diseño	Fuerza a la falla (Kg)	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)	Esfuerzo máximo promedio (Kg/cm ²)
7	9.8	75.43	210	1999.6	26.5	
7	10	78.54	210	2012.1	25.6	26.5
7	9.9	76.98	210	2102.2	27.3	

3.1.3 Resultados 3

En la Tabla 5, se observa los cambios del ensayo a la resistencia a compresión de las briquetas que se utilizó, se ha encontrado que en probetas con el porcentaje de 1.5% se aprecia una mínima resistencia de 11.2 Kg/cm² la resistencia a compresión se comportó inversamente con respecto a la resistencia del patrón que es de 134.4 Kg/cm², llegando a un 8.33 % de una resistencia de 100% del patrón. Sin embargo la resistencia disminuye aún más con respecto a la resistencia de probetas de 0.5% y 1.0% de adición de fibra.

Tabla 5

Resistencia a la compresión del concreto con 1.5 % de Fibra de caña de azúcar a una edad de 7 días

Edad (Días)	Diámetro	Área de sección (cm ²)	Resistencia de Diseño	Fuerza a la falla (Kg)	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)	Esfuerzo máximo

						promedio (Kg/cm ²)
7	9.9	76.98	210	1016.3	13.2	
7	9.8	75.43	210	860.7	11.4	11.2
7	10	78.54	210	700.3	8.9	

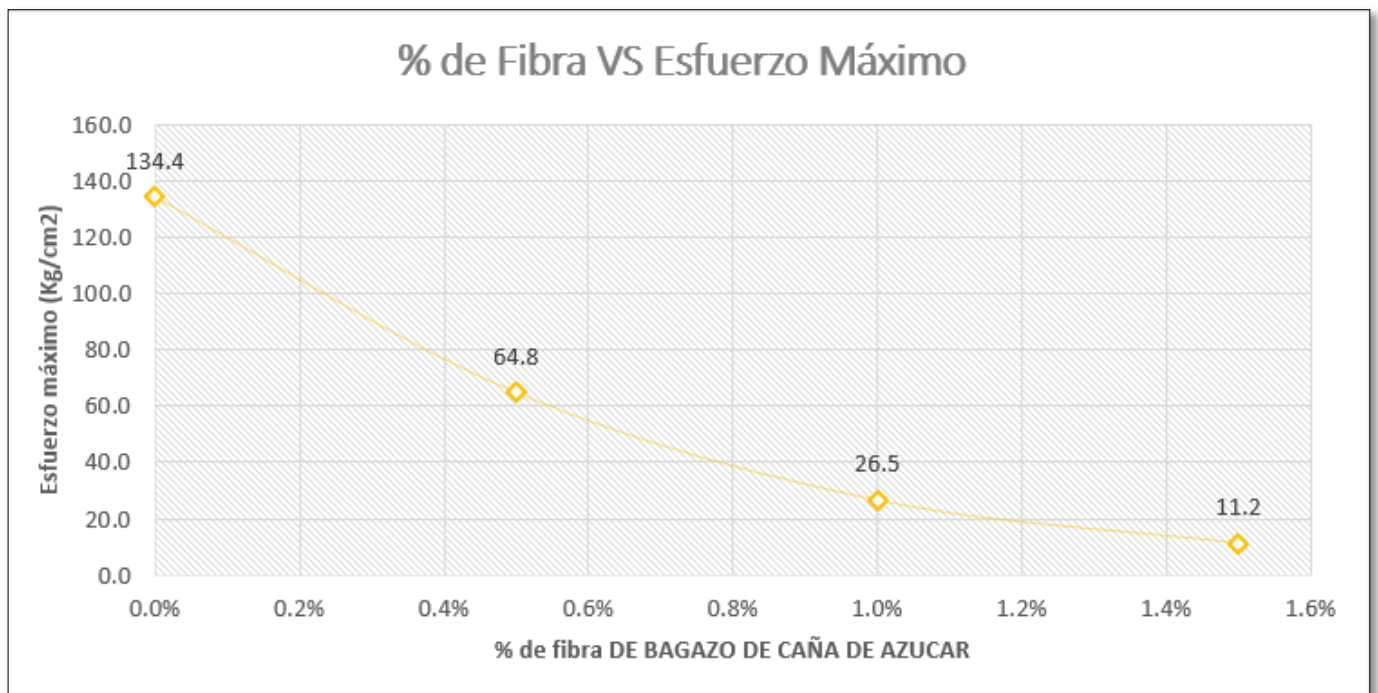


Figura 7. Esfuerzo máximo por cada porcentaje de adición de bagazo de caña de azúcar como fibra vegetal.
Fuente: Elaboración propia, 2019

Los valores obtenidos en laboratorio, no muestran resultados favorables, disminuyendo la resistencia al incorporarse fibra de Bagazo de caña de azúcar en los porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%.

3.2 Discusión

Como se puede apreciar en la figura 7, en relación a las muestras, para edades de (7 días), para los 3 porcentajes de fibra muestran resultados no favorables, disminuyendo la resistencia al incorporarle fibra de bagazo de caña de azúcar, puesto que, la resistencia a la compresión en porcentajes de contenido de fibra de bagazo en 0.5% a disminuido en un 51.79 %. Así mismo, la adición de fibras en un porcentaje de 1% ocasiona una pérdida de resistencia de un 80.28%, la cual no es atribuible en nuestros resultados para edades de 7 días.

Porcentajes más óptimos de incorporación de fibra vegetal obtenidos en los ensayos, ayudar más en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto son del 0.5% y 1.0%, siendo el mayor el valor de resistencia. Pero, no llega a la resistencia que requiere el patrón.

Jairo Osorio (2007), indicó, la fibra vegetal (bagazo de la caña de azúcar) utilizada en un concreto como aditivo, le da mejoras en las propiedades mecánicas de un concreto, en las que resalta con incorporación de fibra vegetal (bagazo de la caña de azúcar) entre el 0,5 y 2,5%, en relación al peso total del agregado grueso,

donde resalta las dimensiones de las fibras de 15 y 25 mm. Las que alcanzaron una resistencia a compresión a los 14 días de fraguado entre 8,6 y 16,88 MPa, estando por encima de briquetas sin adición de fibras.

4 Conclusiones

En un concreto con curado de 7 días el porcentaje más óptimo en esta investigación fue de 0.5% llegando a un 64.8 % del patrón.

La fibra de bagazo de caña de azúcar se dio la elaboración del concreto firme a compresión, donde se vio que no afectaba positivamente a las propiedades mecánicas del concreto con relación a la compresión, principalmente las probetas con adiciones de fibra entre el 0.5%, 1,0% y 1.5% en relación al peso total del agregado grueso, y cuyas fibras con longitudes 5.0 cm de longitud por 1.0 cm de ancho en un curado de 7 días. Lo cual se observa, que en el ensayo de compresión en el concreto es inversamente proporcional al porcentaje de fibra incluido en cada muestra.

En el ensayo de compresión se observó que el concreto reforzado con fibra vegetal trabajaba aun después de tener fisuras o algún tipo de falla.

En la mezcla, se vio que la manejabilidad del concreto con un porcentaje bajo era normal, a comparación de un porcentaje alto donde generan una mala adherencia.

En cuanto al uso en la industria de la construcción se deduce que la fibra de bagazo de la caña de azúcar brinda algunas propiedades mecánicas de suma importancia al igual que fibras sintéticas. Ya que al ser una fibra natural que se encuentra en abundancia alrededor de la zona, resulta tener un menor costo con respecto a fibras sintéticas.

Recomendaciones

En nuestro trabajo de investigación, se recomienda que se debe tener un mayor tiempo de curado en las muestras a ensayar, si es necesario llegar a los 28 días para poder llegar a su resistencia ideal, ya que en las investigaciones de los diferentes autores llegan en una edad de 28 días a su máxima resistencia ideal.

Asimismo, se recomienda cortar la fibra de caña de azúcar en longitudes de 2 a 3 cm, y un ancho de 0.2 a 0.3 cm, para tener mayor efectividad en la adherencia de la fibra en el concreto. Ya que en nuestra investigación se cortaron las fibras en las siguientes longitudes 5.0 cm de longitud por 1.0 cm de ancho, lo cual no adhiere en el concreto correctamente.

Dejar que el tiempo de fraguado de la muestra a ensayar sea mayor tiempo.

Proteger al cemento del contacto directo del suelo o algún tipo de humedad.

Colocar bien el petróleo en las paredes de las briqueteras, para evitar dañar las briquetas al momento del desencofrado.

Pesar permanentemente los recipientes, para garantizar que usemos los pesos reales en la dosificación.

Un mayor tiempo de mezclado para poder distribuir uniformemente las fibras de bagazo de la caña de azúcar en el concreto.

Evitar una humedad mayor después del curado de la briqueta.

Almacenar las fibras en lugares alejados de la humedad, para evitar la descomposición natural de la fibra.

Agradecimientos

A la Universidad Peruana Unión, por albergarnos durante estos años de estudio y permitir aprender y formarnos cada día para ser mejores profesionales de excelente calidad y ética.

Al ingeniero Juana Beatriz, tutor de nuestro trabajo experimental, quien con paciencia supo solucionar las inquietudes generadas en la ejecución de nuestra investigación.

Un cordial agradecimiento a todos nuestros familiares y amigos de una u otra manera que estuvieron apoyándonos.

Referencias

- Beraldo A. L. Compositos biomassa vegetal cemento. In Toledo filho D. Materiais nao convencionais para construcoes rurais. p 1-48, 1997.
- Narvaez Guevara, J. A. (2017). Determinación De La Influencia Del Bagazo De Caña De Azúcar Como Agregado Orgánico En La Resistencia A La Compresion De Bloques Para Mampostería Liviana. Ambato-Ecuador.
- ACI Commite 544, «State-of-the-Art on Fiber Reinforcement Concrete,» ACI Manual of Concrete Parctice, vol. 5, pp. 544.1R-1 - 544.1R-66, 1998.
- Pemalete, Z., Piña, F., Suares, M., Ferrer, A., & Aiello, C. (2008). Fraccionamiento de bagazo de caña de azucar meiante tratamiento amonical: Efecto de la humedad del bagazo y la carga amoniaco. Bioagro.
- Bilba K, Arsene M, Quesanga A. Sugar cane bagasse fibre reinforced cement composites. Part I. Influence of the botanicalcomponents of bagasse on setting of bagasse/cement composite. Cement and concrete composites 25 91-96 (2003).
- Gram., Hans. E. Durability of Natural fibres in concreto., Natural Fibre Reinforced Cement and Concrete. (Concrete Technology and desingn, Swamy, Ramnath Narayan, De.), Glasgow, Blackie. 1988.288
- Juárez, Alvarado, C.A, Rodríguez, P. Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto. Ingenierías, 2004, Vol VII, N°22.
- Fordos, Z. (1988). Natural or Modifieled Cellulose Fibres as Reinforced in Cement Composites. (N. R. B. Swamy, & Son Ltd, Eds.) Concrete Technology and Desing, 5. 173-207.
- Sera, E.E., Robles., Austriaco, L., Pama, R.P.. Natural Fibers as Reinforcement. Journal of Ferrocement, Bangkok. 1990. Vol. 20. No.2. P.109-124.
- Cepeda, R., Escobar Henriquez, J.M., Gómez Aguirre, C.R., Estela, N. 1997. Revista del ISCYC. San Salvador 1997, Vol 2, N 5, pág 6-15.
- Osorio Saraz J. A. Varon Aristizabal, F., & Herrea Mejia. J. A. (2007). Comportamiento Mecanico de concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azucar. (153), 69-79.