



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída del distrito de Túman-Chiclayo  
2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Chunga Ortiz, Oscar Enrique

**ASESOR:**

Dr. Quiroz Torres, Luis Gabriel

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2018

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Oscar Enrique Chunga Ortiz

cuyo título es:

“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto,

adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída

del distrito de Túman-Chiclayo 2018”

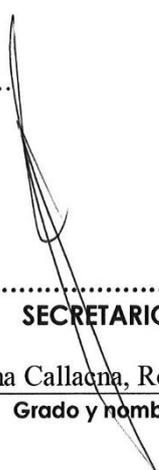
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

...12.00 (número) *Disto* (letras).

Lugar y fecha... 15 de diciembre del 2018

  
.....  
**PRÉSIDENTE**

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique  
Grado y nombre

  
.....  
**SECRETARIO**

Ing. Marquina Callaña, Rodolfo Ricardo  
Grado y nombre

  
.....  
**VOCAL**

Dr. Quiroz Torres, Luis Gabriel  
Grado y nombre

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación quiero dedicárselo primeramente a Dios, que su compañía e iluminación ha hecho posible el desarrollo exitoso de este proyecto de investigación.

A mi madre María Santos Ortiz Muñoz y mi padre Oscar Llovani Chunga Vega. Quienes con mucho sacrificio apoyaron mi formación profesional y me formaron como una persona dedicado, con valores, responsable y muy respetuoso.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad César Vallejo, por albergarme durante los años de estudio y ser parte de mi formación como profesional y cada día motivarme a ser un profesional con excelente calidad y ética.

A nuestro asesor de tesis, Dr. Quiroz Torres Luis Gabriel, por las observaciones y sugerencias y siempre inculcarnos el esfuerzo y exigiendo siempre la pronta culminación de esta tesis.

A mi tía Margarita Chunga Vega, quien siempre me dio ánimos y motivación para culminar esta etapa de formación como profesional, y también ser una segunda madre para mí.

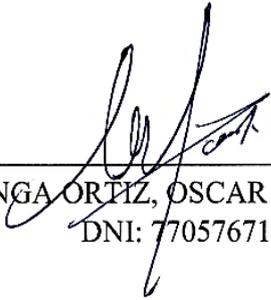
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Oscar Enrique Chunga Ortiz, estudiante de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, identificado con DNI N°77057671, presento la tesis: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída del distrito de Túman-Chiclayo 2018” declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada, en otras palabras, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para optar algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aporte a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), en tal sentido asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de diciembre del 2018



---

CHUNGA ORTIZ, OSCAR ENRIQUE  
DNI: 77057671

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la tesis titulada: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída del distrito de Túman-Chiclayo2018”, con el objetivo de evaluar la influencia de la fibra de caña trata con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto.

El Capítulo I, inicia con la realidad problemática, investigaciones anteriores acerca del uso de fibras naturales en concreto y las teorías relacionadas con el tema de investigación. También la formulación del problema que se intenta resolver, la justificación del estudio, hipótesis y los objetivos planteados a los que se quiere llegar.

El Capítulo II, en esta parte mencionamos el diseño de investigación, las variables y su operacionalización, la población y muestra, que para este proyecto se emplearán las Normas Técnicas Peruanas, así como también técnicas y métodos de recolección de datos.

En el Capítulo III, se expondrán todos los resultados obtenidos de las roturas de probetas cilíndricas y vigas prismáticas de concreto, para dar solución al problema planteado, y demostrar si la hipótesis es verdadera o falsa.

En el Capítulo IV, V, VI, se discutirán los resultados, se formularán las conclusiones y se darán las recomendaciones que servirán para futuros proyectos de investigación.

Esta tesis fue elaborada y presentada con el fin de optar el título profesional de ingeniero civil, se agradece de anticipado las críticas y apreciaciones.

El autor.

## ÍNDICE

Resumen .....	XV
Abstract.....	XVI
I.- Introducción .....	17
1.1. Realidad problemática. ....	18
1.2. Trabajos previos.....	19
1.2.1. Antecedentes nacionales.....	19
1.2.2. Antecedentes internacionales: .....	22
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	26
1.3.1. Concreto .....	26
1.3.2. Ventajas y desventajas del concreto .....	26
1.3.3. Materias primas del concreto.....	26
1.3.4. Propiedades del concreto .....	28
1.3.5. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas ntp 339.034 (norma astm c39) .....	28
1.3.6. Ensayo de determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo norma ntp 339.078 (astm c78)    32	
1.3.7. Ensayo normado para resistencia a la tracción de especímenes cilíndricos de concreto ntp 339.084 (astm c496) .....	35
1.3.8. Cañaideiazúcari .....	37
1.3.9. Bagazoideicañaideiazúcar .....	38
1.3.10. Proceso de degradación de las propiedades mecánicas de fibras naturales... 39	
1.3.11. Parafina.....	40
1.3.12. Características, propiedades y uso de la parafina .....	40
1.4. Formulación del problema .....	41
1.4.1. Problema general: .....	41
1.4.2. Problemas específicos: .....	41
1.5. Justificación del estudio .....	18
1.6. Hipótesis .....	19
1.6.1. Hipótesis general .....	19

1.6.2.	Hipótesis específica .....	19
1.7.	Objetivos .....	20
1.7.1.	Objetivo general .....	20
1.7.2.	Objetivos específicos .....	20
II.-	Método.....	21
2.1.	Diseño de investigación .....	22
2.1.1.	Método de investigación.....	22
2.1.2.	Tipo de investigación .....	22
2.1.3.	Nivel de investigación .....	22
2.1.4.	Enfoque de investigación.....	23
2.2.	Variables, operacionalización .....	23
2.2.1.	Variables .....	23
2.2.2.	Variable independiente .....	23
2.2.3.	Variable dependiente .....	24
2.2.4.	Operacionalización de variables .....	24
2.3.	Población y muestra.....	27
2.3.1.	Población.....	27
2.3.2.	Muestra.....	27
2.3.3.	Muestreo.....	28
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	29
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	29
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	29
2.4.3.	Validez.....	30
2.4.4.	Confiabilidad .....	31
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	31
2.6.	Aspectos éticos.....	31
III.-	Análisis y resultados .....	32
3.1.	Análisis de agregados .....	33
3.1.1.	Análisis granulométrico agregado fino y grueso (ntp 400.012, 2013).....	33
3.1.2.	Ensayo de contenido de humedad (ntp 339.185, 2013).....	39
3.1.3.	Ensayo de peso unitario (ntp 400.017, 2011).....	41
3.1.4.	Peso específico y absorción (ntp 400.021, 2002).....	44

3.1.5.	Obtención de la fibra de bagazo.....	47
3.1.6.	Medición del asentamiento del concreto con el cono de abrams (ntp 339.035,1995).....	50
3.2.	Diseño de mezcla de concreto, según aci 211.1 .....	51
3.3.	Elaboración de los especímenes.....	57
3.3.1.	Numero de especímenes a ser ensayados .....	57
3.3.2.	Mezclas para muestras cilíndricas y tipo vigas prismáticas de concreto.....	57
3.3.3.	Moldes para los ensayos.....	59
3.3.3.1.	Probetas de concreto .....	59
3.4.	Ensayos de resistencia a la compresión .....	62
3.5.	Ensayos de resistencia a la tracción .....	66
3.6.	Ensayos de resistencia a la flexión .....	70
3.7.	Aplicación de la fibra de bagazo de caña .....	72
IV.-	Discusión.....	75
V.-	Conclusiones.....	78
VI. -	Recomendaciones .....	80
VII.-	Referencias.....	82
VIII:	Anexos.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prensa digital para rotura de concreto.....	29
Figura 2. Esquema de tipos de fractura. ....	32
Figura 3. Esquema para aparato de ensayo a flexión. ....	33
Figura 4. Caña de azúcar. ....	37
Figura 5. Bagazo de caña de azúcar. ....	39
Figura 6. Límites de granulometría del agregado fino .....	34
Figura 7. Límites de granulometría del agregado grueso .....	35
Figura 8. Análisis granulométrico del agregado fino .....	36
Figura 9. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	36
Figura 10. Curva granulométrica.....	37
Figura 11. Curva granulométrica.....	38
Figura 12. Ensayo de contenido de humedad .....	40
Figura 13. Ensayo de peso unitario del agregado fino. ....	42
Figura 14. Ensayo de peso unitario del agregado grueso. ....	43
Figura 15. Ensayo de peso específico del agregado grueso. ....	45
Figura 16. Ensayo de peso específico del agregado fino.....	47
Figura 17. Ubicación de empresa agroindustrial túman .....	48
Figura 18. Bagazo retenido en la malla nº6(3.35mm). ....	49
Figura 19. Tratamiento del bagazo con parafina. ....	50
Figura 20. Slump requerido, para mezcla de concreto. ....	51
Figura 21. Moldes para elaboración de cilindros y vigas de concreto. ....	60
Figura 22. Pesaje de materiales en balanza. ....	60
Figura 23. Compactado de la mezcla de concreto. ....	61
Figura 24. Elaboración de las 56 muestras de concreto a ensayar. ....	61

Figura 25. Desencofrado de muestras de concreto. ....	62
Figura 26. Curado de muestras de concreto. ....	62
Figura 27. Comparación de resistencia a compresión con 7 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.....	63
Figura 28. Comparación de resistencia a compresión con 14 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.....	64
Figura 30. Comparación de resistencia a compresión con 28 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.....	65
Figura 31. Curva de comportamiento del concreto, con 7,14 y 28 días de curado. ....	66
Figura 31. Comparación de resistencia a tracción con 7 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.....	67
Figura 32. Comparación de resistencia a tracción con 14 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.....	68
Figura 33. Comparación de resistencia a tracción con 28 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.....	69
Figura 34. Curva de comportamiento del concreto, con 7,14 y 28 días de curado. ....	70
Figura 35. Comparación de resistencia a flexión con 28 días de curado, para muestras tipo vigas prismáticas, probetas patrón y probetas con adición de fibra .....	71
Figura 36. Detalle de losa maciza.....	72
Figura 37. Empresa agroindustrial túman.....	117
Figura 38. Desecho industrial, conocido como fibra de bagazo.....	117
Figura 39. Fibra que pasa y fibra retenida por la malla n°6(3.35mm). ....	118
Figura 40. Fibra homogénea de 3-6cm.....	118
Figura 41. Parafina para tratamiento de bagazo, 1kg. ....	119
Figura 42. Cemento sol, empleado en mezcla. ....	119
Figura 43. Tamizado de fibra a utilizar en mezcla. ....	120
Figura 44. Fibra mezclada en su totalidad con parafina. ....	120

Figura 45. Mezcla patrón.....	121
Figura 46. Fibra a utilizar 0.50%.....	121
Figura 47. Muestras patrón y con 0%, 0.50%, 1% y 1.5% de fibra de bagazo .....	122
Figura 48. Tanque improvisado para curado de probetas y vigas. ....	122
Figura 49. Ensayo a compresión.....	123
Figura 50. Ensayo a tracción. ....	123

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Tolerancias permisibles de tiempo de ensayo .....	30
Tabla 2. Factor de corrección .....	31
Tabla 3. Composición física del bagazo de caña.....	38
Tabla 4. Propiedades de la fibra de bagazo de caña .....	38
Tabla 5.-operacionalizacion de variable independiente .....	25
Tabla 6.- operacionalizacion de variable dependiente.....	26
Tabla 7. Muestras de concreto para ser ensayadas .....	28
Tabla 8. Norma técnica peruana:.....	30
Tabla 9. Tamices para agregado grueso .....	33
Tabla 10. Tamices para agregado fino.....	33
Tabla 11. Límite de gradación de agregado fino .....	34
Tabla 12. Límite de gradación de agregado grueso.....	34
Tabla 13. Análisis granulométrico – agregado fino .....	37
Tabla 14. Análisis granulométrico – agregado grueso .....	38
Tabla 15. Ensayo de humedad de agregado fino .....	40
Tabla 16. Ensayo de humedad de agregado grueso.....	41
Tabla 17. Peso unitario suelto y compactado – agregado fino .....	43
Tabla 18. Peso unitario suelto y compactado – agregado fino .....	43
Tabla 19. Peso específico y absorción de agregado grueso.....	45
Tabla 20. Peso específico y absorción de agregado fino.....	47
Tabla 21. Resistencia promedio requerida .....	52
Tabla 22. Revenimiento requerido .....	52
Tabla 23. Contenido de agua en la mezcla .....	53

Tabla 24. Aire incorporado en la mezcla.....	54
Tabla 25. Relación agua/cemento.....	54
Tabla 26. Volumen de agregado grueso .....	55
Tabla 27. Proporciones de diseño.....	57
Tabla 28. Resumen de mezclas para ensayos de compresión y tracción.....	58
Tabla 29. Resumen de mezclas para resistencia a la flexión.....	59
Tabla 30. Resultados de ensayos a compresión para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 7 días de curado	63
Tabla 31. Resultados de ensayos a compresión para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 14 días de curado .....	64
Tabla 32. Resultados de ensayos a compresión para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 28 días de curado. .....	65
Tabla 33. Resumen de resistencia a compresión, a los 7,14 y 28 días de curado.....	66
Tabla 34. Resultados de ensayos a tracción para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 7 días de curado.....	67
Tabla 35. Resultados de ensayos a tracción para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 14 días de curado...	68
Tabla 36. Resultados de ensayos a tracción para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 28 días de curado...	69
Tabla 37. Resumen de resistencia a tracción, a los 7,14 y 28 días de curado .....	70
Tabla 38. Resultados de ensayos a flexión para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 28 días de curado ....	71
Tabla 39. Costo unitario para $1\text{m}^3$ de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	72
Tabla 40. Costo unitario para $1\text{m}^3$ de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , adicionando 0.50% de fibra de bagazo .....	73
Tabla 41. Costo unitario para $1\text{m}^3$ de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , adicionando 1.00% de fibra de bagazo .....	73
Tabla 42. Costo unitario para $1\text{m}^3$ de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , adicionando 1.50% de fibra de bagazo .....	74
Tabla 43. Matriz de consistencia .....	91

## RESUMEN

La tesis: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída del distrito de Túman-Chiclayo 2018”, propone como objetivo general, evaluar la influencia de la adición de fibra de bagazo tratada con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto, se realizó diferentes ensayos para los agregados, esto con el fin de tener un control de calidad que cumpla con los parámetros establecidos por las Normas Técnicas Peruanas, algunos ensayos fueron: análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, ensayo de contenido de humedad total, el peso unitario del agregado, peso específico y absorción de los agregados, para luego ser utilizados en el diseño de mezcla, realizado por el método del ACI-211-1. La fibra de bagazo de caña fue extraída del distrito Túman- Chiclayo, para luego ser utilizadas en porcentajes del 0.50%,1.00%,1.5%, en reemplazo del agregado grueso. Se llegó a realizar un tamizado donde las fibras a emplear quedaron retenidas en la malla N°.6 (3.35mm), que tienen una longitud comprendida de entre 3 a 6 cm. Se elaboraron 24 muestras cilíndricas para ensayo de resistencia a compresión, con 7,14 y 28 días de curado, luego 24 muestras cilíndricas para ensayos de resistencia a tracción, con 7,14 y 28 días de curado, y por último 8 muestras tipo vigas prismáticas de concreto para medir la resistencia a flexión a los 28 días.

**Palabras claves:** propiedades mecánicas, concreto, fibra de bagazo, parafina.

## **ABSTRACT**

The thesis: "Evaluation of the mechanical properties of concrete, adding fiber from bagasse treated with paraffin, extracted from the district of Túman-Chiclayo 2018", proposes as a general objective, to evaluate the influence of the addition of bagasse fiber treated with paraffin, in the mechanical properties of the concrete, different tests were performed for the aggregates, this in order to have a quality control that complies with the parameters established by the Peruvian Technical Standards, some tests were: granulometric analysis of the fine aggregate, coarse and global, testing of total moisture content, unit weight of the aggregate, specific gravity and absorption of the aggregates, to be later used in the mix design, performed by the method of ACI-211-1. The cane bagasse fiber was extracted from the Túman-Chiclayo district, and then used in percentages of 0.50%, 1.00%, 1.5%, in replacement of the coarse aggregate. A screening was carried out where the fibers to be used were retained in the No. 6 mesh (3.35mm), which have a length comprised between 3 and 6 cm. 24 cylindrical samples were prepared for compression resistance test, with 7,14 and 28 days of curing, then 24 cylindrical samples for tests of resistance to traction, with 7,14 and 28 days of curing, and finally 8 samples type prismatic concrete beams to measure the resistance to flexion at 28 days.

**Key Words:** Mechanical properties, concrete, bagasse fiber, paraffin.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática.**

La fibra de bagazo de caña es el resultado por el cual pasa la caña para extraer su jugo, este material sale del último rodillo con una cantidad de humedad, esto es debido a los tratamientos por los que pasa para extraerle su jugo. Posteriormente son enviados a ambientes externos expuestos al sol para su secado. Después de varios días en el sol estos regresan a las calderas de la planta azucarera, para reutilizarlos como combustible, pero no todo es necesitado para generar energía, entonces es ahí donde se desecha.

A diferencia de otro tipo de fibras como por ejemplo las fibras de acero, fibra de vidrio, fibras plásticas, que son fibras de alta tecnología con altas características y beneficios en cuanto a resistencia y ductilidad. Estos son productos industriales y comercializados mundialmente lo que hace que su precio en el mercado sea algo a considerar a la hora de reforzar una estructura. Estas fibras son muy limitadas para países, ciudades o distritos, que no tiene los medios económicos suficientes. Es por esto que nace una alternativa económica de mezclar concreto con productos naturales.

La Empresa Agroindustrial Túman tiene como desecho industrial a estas fibras de bagazo que normalmente son utilizadas como comida para el ganado y también son usados como combustible de la misma empresa. Por desgracia no se tiene un control de cuanto bagazo se produce por año, esto es un problema ya que muchas veces no se sabe qué hacer con tanta cantidad de bagazo y lo más práctico que se puede hacer es quemarlo, produciendo así cenizas que se esparcen con el aire creando una contaminación dañina para la salud (Regalado,2013, p.09).

El motivo por el cual realizo esta investigación, es para poder evaluar en cuanto puede reducir el costo de construir con estas fibras de bagazo, y a la vez poder demostrar que este bagazo puede tener otro uso, en este caso para el sector construcción.

El objetivo principal del proyecto de investigación, es la evaluación las propiedades mecánicas del concreto, con fibra de bagazo de caña tratada con parafina. Realizando ensayos de resistencia a Compresión, tracción y flexión de concreto endurecido.

## **1.2. Trabajos previos**

### **1.2.1. Antecedentes nacionales**

Pérez Loayza, Héctor (2015), su investigación lleva por título: “Diseño y obtención de concretos fibroreforzados”, presentado en la Universidad Nacional de Cajamarca, el objetivo principal de esta investigación fue: “Determinar en cuanto aumenta la resistencia a la flexión del concreto, cuando se le adicionamos fibra de cabuya”. Donde llego a las siguientes conclusiones, que:

- Cuando se le adiciono la fibra de cabuya en un 5.00% en reemplazo del agregado fino, la resistencia a la flexión en comparación con el resultado de la muestra patrón del concreto, dio un aumento considerablemente de 15%.
- Se debe aprovechar a la fibra de cabuya como un material de recambio y de bajo costo, ya que esta aumenta la resistencia a la flexión del concreto y que puede ser usada en diferentes tipos de estructuras sometidos a una fuerza de flexión.
- La densidad del concreto es algo a destacar, ya que con esta fibra disminuye el peso de la estructura, factor muy importante a la hora de considerar cargas muertas.
- La fibra también puede ser usada en la construcción de pavimentos rígidos, que estén sometidos a cargas verticales y sufran desgaste por el impacto.

Llegó a la conclusión que se puede mejorar las propiedades del concreto en especial la resistencia a la flexión con un aumento de 15% aproximadamente, pero que se tiene que tener un control del porcentaje o volumen en que se agregan estas fibras.

Vela Requejo, Luis Gustavo; Yovera León, Rogger Ernesto (2016), Presentaron una tesis que lleva por título: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibra de estopa de coco”, sustentado en la Universidad Señor de Sipán (Chiclayo), presentada para obtener el grado de Ingeniero Civil, con el objetivo principal de: “Determinar las características mecánicas del concreto adicionando fibra de estopa de coco”, desarrollando un tipo de investigación: “cuantitativo-tecnológico”. Donde los autores concluyeron, que:

- Se llegó a evaluar las propiedades del concreto en estado endurecido, resistencia a la compresión, tracción y flexión, considerando siendo ensayadas a los 7,14 y 28 días, diseñado para una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , obteniéndose

mejoras en el concreto diseñado con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia tanto para compresión, tracción y flexión se mantienen en un rango de aumento de entre 7% y 10%, en comparación con las muestras patrón.

- Las propiedades del concreto en estado fresco como la temperatura, el contenido de aire y el peso unitario, se mantienen constantes. En el ensayo de cono de Abrams o Slump test, se observó que mientras mayor volumen de fibra la trabajabilidad disminuía. Los resultados oscilaban entre los 4" y 5".

Con esto los autores demostraron que el concreto ya endurecido y mezclado con esta fibra de estopa de coco, muestra un aumento en su resistencia a la compresión, tracción y en flexión, dando mejores resultados el concreto diseñado con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, lo que hay que tener en cuenta es el ensayo de Slump ya que, al incrementar la cantidad de fibra, el concreto se volvió menos trabajable.

Silva Villanueva, José Luis; Reyna Pari, Cesar Alberto (2016), en su tesis titulada: "Reutilización de plásticos PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo", sustentada en la Universidad Nacional de Trujillo, teniendo como objetivo principal: "determinar cómo influye la incorporación de residuos plásticos, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima de concreto ecológicos". Donde los autores concluyeron que:

- Se logró determinar que, si es posible reemplazar agregados por materiales reciclados, sin afectar la trabajabilidad del concreto, pero solo se llegó a obtener mejoras en cuanto a resistencia para el concreto con el material reciclado de plásticos PET.
- Los resultados para fibras de bagazo de caña no mejoran la resistencia al contrario disminuyeron la resistencia en comparación con las muestras patrón de 0.00% que dio como resultado 353.55 kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de 5.00%, 10.00% y 20.00% dio resultados de 305.90 kg/cm<sup>2</sup>, 263.09 kg/cm<sup>2</sup>, 179.37 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días de curado, con una variación de fibras comprendidas entre 15 y 25mm.

- Para los materiales como el bagazo de caña de azúcar y papel, si se quiere una mayor resistencia a la compresión, se recomienda emplear un tratamiento con parafina o floculantes, como impermeabilizantes de estos materiales.

Con esto los autores dieron a conocer otro tipo de materiales posiblemente utilizables en materia de construcción, aunque no se pudo observar mejoras para la fibra de bagazo, recomiendan un previo tratamiento de impermeabilización, para así poder evitar que el bagazo absorba el agua de la mezcla de concreto, esta recomendación se tendrá en cuenta.

Villanueva Monteza, Nelva Elizabeth (2016), presenta la tesis: “Influencia de fibra de coco en la resistencia del concreto”, sustentada en la Universidad Privada del Norte-Cajamarca. Esta investigación tiene como objetivo principal: “determinar la influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”. La autora llegó a las conclusiones que:

- Las probetas ensayadas a compresión no muestran un aumento significativo en comparación con las probetas patrón, en cambio las vigas primáticas ensayadas a flexión si presentan un aumento considerable en su resistencia aproximadamente un 30% más en comparación de la muestra patrón.
- Las fibras largas en proporciones bajas, proporcionan al concreto la capacidad de resistir mayores cargas, en comparación con la resistencia a compresión.
- Las dimensiones de la estopa de coco de 8 y 10 cm, influyen en la resistencia a flexión, ya que esta fibra de estopa permite un comportamiento dúctil después del agrietamiento del elemento tipo viga de concreto.
- El tratamiento utilizado para la estopa fue el de lavado en agua, del cual se ha obtenido buenos resultados, de adherencia y trabajabilidad del concreto.

La autora llegó a la conclusión que la fibra natural en este caso estopa de coco, no tiene influencia en la resistencia a la compresión, pero si influye considerablemente en la resistencia a la flexión, considerando a las longitudes como un factor muy importante, ya que serán estas fibras las que aporten resistencia ante cargas aplicadas.

### **1.2.2. Antecedentes internacionales:**

España Dulce, Carlos Augusto; Molina Gómez, Leidy Carolina (2013), en su trabajo de grado: “Evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto, al adicionarle fibra natural tipo bagazo de caña panelera generada en el departamento de Nariño”, sustentada en la Universidad de Nariño(Colombia), donde el objetivo principal fue: “Estimar la capacidad de aguante de una mezcla de concreto, al insertarle fibra natural extraída del residuo agrícola, tipo bagazo de caña panelera producida en el departamento de Nariño”. Donde los autores concluyeron que:

- El concreto con bagazo de caña panelera, permite a las estructuras después de la figuración inicial o falla, continuar absorbiendo carga y por lo tanto la estructura continúa funcionando.
- Según el resultado a flexión se puede observar que, al adicionar fibras de bagazo de caña en bajas cantidades en comparación con el volumen total de la mezcla, se obtuvo un pequeño incremento del módulo de rotura, situación muy importante y a tener en cuenta en el caso de refuerzo secundario para ayudar en resistencia y evitar agrietamientos y fisuraciones generadas por la variación de humedad y temperatura.
- En los ensayos a compresión se pudo observar que, la resistencia disminuyó, esto debido a que se aumentó el porcentaje de fibra, en el momento de la falla se pudo observar una resistencia residual importante (la aguja se mantiene en un 70% de los 3000 psi) razón que se debe a la transferencia de carga de la matriz de concreto a las fibras.
- Se pudo observar que la densidad en el concreto con estas fibras disminuye por ende su peso es un factor muy importante en el momento de considerar las cargas muertas por peso propio en las estructuras.

Los autores demostraron que la densidad es un punto muy importante. Según los autores la fibra puede brindar algunas características mecánicas importantes, para elemento que estén sometidos a esfuerzos de flexión.

Paricaguán Morales, Belén María (2015), en su tesis doctoral: “Contribución del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para uso en construcción”, sustentada en la Universidad Carabobo (Venezuela) ,esta tesis doctoral fue presentada para optar el título de doctor en ingeniería química, donde el objetivo principal fue: “examinar las características mecánicas del concreto, mediante el reemplazo de un porcentaje del agregado fino por un material natural como es las fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su aplicación en la construcción”, donde concluyo:

- Al añadir fibras naturales de coco y de bagazo de caña con longitudes de (3-4cm), (5-6cm), y los porcentajes (2.50%,5.00%y10.00%), en reemplazo del agregado fino, se crea una mezcla con mezcla con propiedades mecánicas parecidas a las que un material común le puede otorgar al concreto.
- Para el tratamiento de bagazo de caña se utilizó, un lavado con agua destilada y luego una mezcla con hidróxido sódico, esto con el fin de eliminar azúcares que puedan afectar a la mezcla al momento del fraguado, lográndose una adecuada adherencia y, pero mientras se aplicaba más porcentaje de bagazo, la trabajabilidad del concreto disminuye. Para revertir esto se utilizó un aditivo llamado polyheed 1026, el cual aumento la manejabilidad del concreto.

Con esto el autor dio a conocer que a los 28 días de curado todas las mezclas reforzadas con caña de azúcar presentan valores de resistencia muy similares, asimismo al adicionar estas fibras al concreto, se potencia el desempeño ante una carga o fisura, por lo tanto, estos materiales naturales hacen más elásticas y de mayor soporte a la fractura.

Barrios Mogollon, Laura Cristina (2016), en su informe final de proyecto de grado titulada: “Aplicación de residuos agrícolas de caña de azúcar como material alternativo en elementos constructivos”, sustentada en la Universidad Simón Bolívar (Venezuela), en esta investigación el objetivo principal fue: “evaluar la compatibilidad de residuos agrícolas en la construcción, como reemplazo de materiales comunes, para la creación de elementos constructivos”. Donde concluyo que:

- La incorporación de fibras agrícolas como residuos en la arquitectura tiene gran potencial en la disminución de costos del producto constructivo final, en muchos casos se busca reemplazar materiales comunes por esta fibra agrícola, lo cual es muy económico.
- Se necesitan equipos especializados para la construcción de elementos con residuos agrícolas, la fibra sirve como un material con facilidad constructiva y menor costo.
- Para demostrar su aplicación se empleó la técnica de elaborar ladrillo y bloque, que fácilmente se pueda elaborar por cualquier persona. Mezcladas con las fibras agrícolas.

Con esto los autores demostraron que los residuos agrícolas de caña de azúcar son un material con grandes ventajas tanto en la parte técnica como económica, su bajo peso lo hace un material ligero, y su bajo costo lo hace un material potencial asequible para cualquier persona.

Carrazana Gonzáles, Carlos Manuel (2013), en su trabajo de diploma: “Estudio sobre el comportamiento mecánico de mortero reforzado con fibras de bambú con diferentes denominaciones geométricas”, sustentada en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (Cuba), trabajo de diploma para optar el título de Ingeniero civil , cuyo objetivo principal fue: “evaluar las características mecánicas que presenta el material compuesto mortero más fibra de bambú, a partir de experimentos y empleando diferentes porcentajes de fibras”, con esto el autor llegó a las siguientes conclusiones:

- Se justificó la utilización de fibras de bambú como refuerzo de estructuras, puesto que la utilización aumenta la resistencia del mortero a casi el 50% más.
- Si se aumenta el ancho de las cintas de bambú se llegaría a incrementar el área de sección bruta de la sección transversal, se llegará a aumentar la cuantía y la matriz de sección de la muestra, esto podría influir en la reducción de capacidad resistente.
- Cuando se sobrepasa el 3% de la resistencia al corte transversal, se logra alcanzar el valor óptimo de resistencia.

Con esto el autor nos da a conocer, como es que las fibras o cintas de bambú influyen sobre las características mecánicas del concreto endurecido, sirviendo esto como sustento que es posible reforzar estructuras de concreto con fibras naturales.

Mayorga Rojas, Juan; Barbosa Galeano, Cristian (2015), en su proyecto de grado: “Caracterización mecánica del concreto reforzado con fibras de fique modificando la matriz cementicia con aditivos a base de humo de Sílice”, sustentada en la Universidad Piloto de Colombia - Bogotá, proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Civil, donde plantearon el objetivo general: “estudiar el efecto de adicionar fibras de fique y un aditivo a base de humo de sílice en la resistencia mecánica de compresión y flexión de un concreto convencional”, donde los autores concluyeron que:

- Para la resistencia a compresión, no se produjo ningún aumento, al contrario, la resistencia a la compresión en las probetas disminuyó, en ninguno de los porcentajes con adición de fibra y la adición del humo de Sílice (aditivo), se presentó un aumento a considerar.
- Para la resistencia a la flexión, no presenta una disminución ni un aumento considerable, cuando se le adiciono la fibra. El aditivo de humo de sílice no causo ningún aumento en la resistencia a la flexión del concreto, para los porcentajes de 7.5% y 10%, la resistencia disminuyo en 3% y 20% considerablemente.
- Haciendo una comparación de resultados los mejores resultados se obtuvieron para la adición del 5%, del peso del cemento en aditivo a base de humo de Sílice para ensayos de resistencia a la compresión como para resistencia a la flexión.

Con esto se demostró que el concreto reforzado con fibras de fique mezclado con aditivo a base de humo de Sílice no puede tenerse en cuenta dentro de la industria de la construcción. La perdida en resistencia que se muestra en esta tesis es considerable, esto va a limitar su uso en diferentes tipos de estructuras.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Concreto**

El concreto es un material de construcción conformado por una mezcla de cemento, agregados finos y gruesos, agua y en algunas situaciones dependiendo del uso se consideran aditivos (Sánchez, 2001, p.15).

Los agregados como la arena y la piedra son materiales que otorgan las características de resistencia, y el agua es el elemento catalizador que reacciona con el cemento desarrollando así sus propiedades de unión

#### **1.3.2. Ventajas y desventajas del concreto**

##### **1.3.2.1. Ventajas**

- La facilidad con que puede colocarse dentro de cualquier forma de encofrado.
- Posee una alta resistencia a la compresión, esto lo convierte en un material óptimo para estructura como son las columnas que están sometidas a fueras de compresión.
- Su alta resistencia al fuego y a la penetración del agua (Abanto,2009, p.11).

##### **1.3.2.2. Desventajas**

- Normalmente vemos construcciones como viviendas unifamiliares, en las cuales hace falta de la supervisión de calidad para el mezclado del concreto.
- El concreto en base a antecedentes realizados, no tiene una buena resistencia a la tracción, lo que lo hace un elemento restringido (Abanto,2009, p.11).

#### **1.3.3. Materias primas del concreto**

##### **1.3.3.1. Agua**

“Se necesita agua suficiente para hidratar el cemento y para dar la fluidez necesaria, pero se debe tener mucho cuidado en la relación agua/cemento (a/c), ya que de esto depende la resistencia del concreto, por lo tanto, se debe limitar la cantidad de agua a la necesaria” (Carrillo, 2003, p.28).

#### **1.3.3.1.1. Relación Agua/cemento**

Para producir la hidratación completa de todo el contenido de cemento es necesario usar la relación agua/cemento de 0.25(por peso), y una adicional y mayor de 0.1, la que es necesaria para que el concreto pueda tener la trabajabilidad adecuada (Carrillo, 2003, p.29).

#### **1.3.3.2.Cemento**

Se le conoce al cemento como un material comercial y de fácil adquisición. El cemento es obtenido inicialmente de un Clinker finamente molido, calcinación de una mezcla debidamente dosificada de materiales silicios calcáreas y féreos (Abanto,2013, p.15).

##### **1.3.3.2.1. Clasificación de los cementos**

Según la clasificación de la empresa Pacasmayo para sus cementos portland, son los siguiente:

- **Cemento tipo I.-** para uso general, no necesita de propiedades especiales, es de uso general para todo tipo de estructuras.
- **Cemento tipo II.-** es muy resistente a la acción de los sulfatos, y el desprendimiento de calor es mínimo.
- **Cemento tipo III.-** tiene una alta resistencia inicial. Este cemento desarrolla toda su resistencia en solo tres días, la misma que desarrolla en 28 días.
- **Cemento tipo IV.-** cemento el cual requiere bajo calor de hidratación.
- **Cemento tipo V.-** posee una alta resistencia a los sulfatos. Para lugares muy agresivos.

##### **1.3.3.3.Agregados**

Conocidos como áridos, estos materiales se fusionan con aglomerantes como el cemento y el agua, lo que da forma al denominado concreto.

Los agregados son tan importantes en una mezcla de concreto ya que estos constituyen un aproximado del 75% del volumen total de una mezcla de concreto.

### **1.3.3.3.1. clasificación de los agregados**

#### **1.3.3.3.1.1. Agregado fino**

“La arena o piedra natural finamente triturada es considerada como agregado fino, sus dimensiones se ven reducidas hasta pasar por el tamiz 9.5mm (3/8”). Y que cumplan con los requisitos de calidad propuestos por la norma ITINTEC 400.037”(Abanto,2013,p.23).

#### **1.3.3.3.1.2. Agregado grueso**

“Proveniente de la desintegración natural o mecánica de la corteza terrestre. El agregado grueso muchas veces tiene la forma grava, piedra chancada, etc.” (Abanto,2013, p.23).

### **1.3.4. Propiedades del concreto**

#### **1.3.4.1. Trabajabilidad**

Según Abanto (2013), Es una “característica del concreto en estado fresco, esta característica proporciona al concreto la facilidad para ser manipulado como mezcla y luego ser colocada, compactado y acabado sin que se pueda segregar ni exudar en el proceso de las operaciones” (p.47).

#### **1.3.4.2. Consistencia**

Para Abanto (2013), La “consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, esto es debido a la cantidad de agua que se utilizó para la mezcla a preparar, esta agua estará en relación a la a/c a la hora de diseñar” (p.47).

### **1.3.5. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP 339.034 (Norma ASTM C39)**

El ensayo para determinar la compresión se aplica a muestras cilíndricas, ensayados comúnmente a días, que dependen del diseño de mezcla estos días pueden ser, 7,14 y 28. La resistencia a la compresión esta expresada en kilogramos por centímetros al cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>), el símbolo que lo representa es f'c.

La variación de la resistencia a la compresión puede darse por las siguientes variables:

- Las dimensiones y la forma de la muestra.
- El estado de la mezcla de concreto.
- El proceso que se utilizó para mezclar los materiales de la mezcla.
- Por el proceso de elaboración y edad de muestras.

#### **1.3.5.1.Equipo**

La máquina para el ensayo a compresión debe ser capaz de suministrar la carga necesaria para los especímenes a ensayar. Para que el equipo cuente con una calibración de calidad tenemos que comprobar su funcionamiento como se indica en la norma ASTM E4, en las siguientes condiciones:

- La calibración se tendrá que realizar cada 13 meses, teniendo en cuenta la ubicación inicial o reubicación de la máquina.
- Si existe alguna duda de su correcto funcionamiento.

Este equipo tiene que ser eléctrico, capaz de emplear una carga continua durante todo el proceso de ensayo. El error máximo aceptable es de  $\pm 1$ . % de la carga obtenida.



*Figura 1.* Prensa digital para rotura de concreto.

*Fuente:* Schiller.com

#### **1.3.5.2.Muestra**

Las muestras cilíndricas tienen que cumplir con requerimientos, los cuales son propuestos por la NTP 339.034, donde:

- Medir 2 diámetros en ángulo recto en la parte media de la altura del espécimen, con una aproximación de 0.25 milímetros. Si un diámetro llegará a tener una diferencia de más del 2% , las muestras son anuladas.
- Asegurara que el eje axial se encuentre alineado a la base. Los extremos planos del espécimen deben ser  $\leq$  a  $0.5^\circ$  (3 mm en 300mm).
- La longitud se medirá con una precisión de 1mm. Esta medición será de forma aleatoria, en todo el contorno de la muestra cilíndrica. Cuando la determinación de la densidad no es requerida y la relación longitud/radio  $\leq$  a 1.8 o  $\geq$  a 2.2, se medirá la longitud del espécimen con una precisión de 0.05 diámetros.

### 1.3.5.3.Procedimiento

El procedimiento que propone la norma NTP 339.034, es la que se detalla a continuación:

- Una vez que la muestra cilíndrica haya sido retirada del tanque de curado, esta debe iniciar la rotura de la muestra, para que esta no pierda sus condiciones de humedad. Las tolerancias de los especímenes se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Tolerancias permisibles de tiempo de ensayo

Curado	Tolerancia de tiempo para ensayo
24 horas	$\pm 0.5$ horas o 2.1%
3 días	2 horas o 2.8%
7 días	6 horas o 3.6%
28 días	20 horas o 3.0%
90 días	48 horas o 2.2%

Fuente: NTP 339.034, 2008, p.15.

- Limpiar la base y la cara superior del equipo de ensayo.
- Posicionar la muestra cilíndrica en el borde inferior del equipo.
- Alinear la muestra cilíndrica con el bloque superior del equipo de ensayo.
- Ajustar los platos de carga con la muestra cilíndrica, dejándola lista para aplicar la carga.
- Aplicar carga continua, con una velocidad constante de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s.
- Aplicar la carga hasta el momento en que falle la muestra cilíndrica.
- El esfuerzo a compresión se calcula con una aproximación de 0.1 MPa.

- Si la relación  $L/D \leq 1.75$ , se debe corregir aplicando los valores que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Factor de corrección

L/d	Factor de corrección
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Fuente: NTP 339.034, 2008, p.17

#### 1.3.5.4.Cálculo

- Para calcular la resistencia a la compresión, tenemos que utilizar la fórmula:

$$f^c = \frac{P}{A} ,$$

donde

$f^c$ = esfuerzo a la compresión de la muestra cilíndrica.

P=máxima carga aplicada (kg).

A=área de la cara axial de la muestra cilíndrica (cm).

- Si se requiere la densidad del espécimen con aproximación de  $10\text{kg/m}^3$ , se utiliza la fórmula:

$$D = \frac{W}{V}$$

Donde:

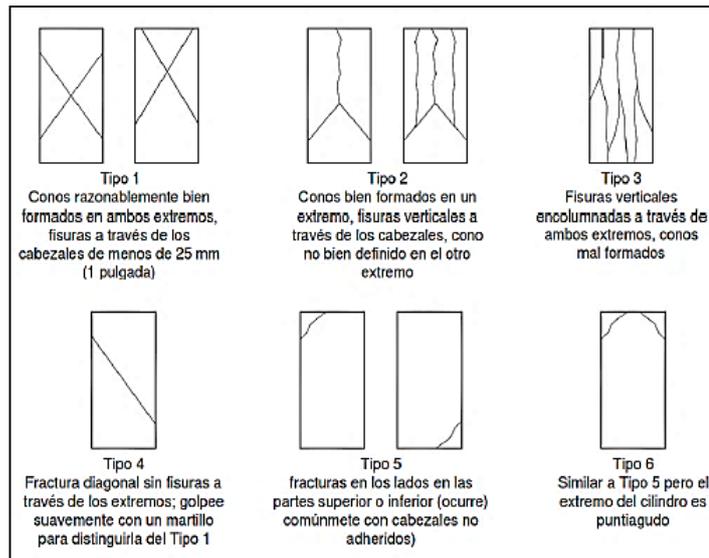
W=masa del espécimen (kg).

V=volumen del espécimen obtenido de la media

del diámetro y la de la media de la longitud  $\text{m}^3$ .

#### 1.3.5.5.Tipos de fallas

Para tener una idea del tipo de falla que se ha producido en el espécimen, producto de aplicar la carga, nos referimos a:



**Figura 2.** Esquema de tipos de fractura.

Fuente: NTP 339.034,2008.

### **1.3.6. Ensayo de determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo norma NTP 339.078 (ASTM C78)**

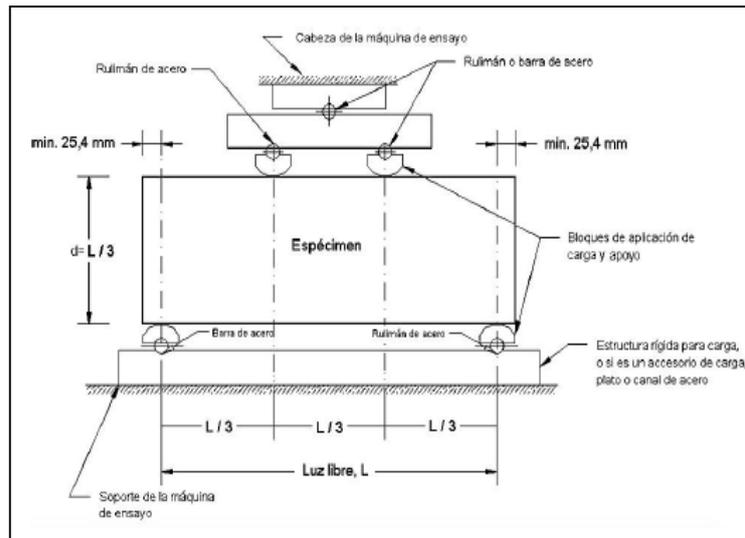
Esta norma consiste en establecer el correcto procedimiento para calcular la resistencia a la flexión. Se practica aplicando carga en los tercios a lo largo del espécimen hasta que ocurra la falla. Los resultados obtenidos se expresarán como módulo de rotura (MR).

#### **1.3.6.1. Equipo**

La máquina que se utiliza para este ensayo tiene que ser capaz de aplicar la carga necesaria a las vigas prismáticas. La calibración del equipo debe cumplir con los parámetros establecidos por la norma ASTM E4 en las siguientes condiciones:

- La calibración se debe realizar cada 13 meses en la ubicación original o reubicación del equipo.
- Si existiera dudas de su correcto funcionamiento.

El equipo para producir la carga, la podemos ver en la Figura 3. Este método es empleado para poder transmitir carga a  $L/3$ , esto en relación al largo de la viga a ensayar.



**Figura 3.** Esquema para aparato de ensayo a flexión.

Fuente: NTP 339.078, 2012.

### 1.3.6.2. Ensayos

Las muestras para ensayo deberán cumplir con los requerimientos de la norma, NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339.183, y la viga tendrá una luz libre entre los apoyos que debe estar dentro del 2% con relación a tres veces su altura. Los lados tienen que formar un ángulo recto. Las superficies tienen que ser lisas y sin marcas o abolladuras.

### 1.3.6.3. Procedimientos

El ensayo a flexión debe efectuarse lo más pronto posible luego de haber extraído las muestras tipo viga del tanque de curado. Las vigas prismáticas con superficies secas, tendrán una influencia de reducción, en la resistencia a la flexión.

La velocidad con que se aplique la carga tiene que aumentar constantemente. El esfuerzo máximo de tracción tiene que estar comprendido entre 0.86 MPa/min y 1.21 MPa/min, hasta el punto de la rotura. Para calcular la velocidad de carga, emplear la ecuación:

$$r = \frac{Sbd^2}{L}$$

Donde:

r= velocidad de carga, en N/min.

S=velocidad del incremento del esfuerzo máximo sobre la cara de tracción, en MPa/min.

b=ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo.

d=promedio de la altura del espécimen.

L= luz libre de la viga, en mm

#### 1.3.6.4. Medición del espécimen luego del ensayo

Esta medición servirá para determinar la sección transversal de la muestra, y poder calcular el módulo de ruptura. Se medirá una de las caras donde se haya producido fractura luego del ensayo. Para la base y altura tenemos que medir de acuerdo a la orientación de la muestra en el ensayo.

Las medidas tendrán una aproximación de 1mm. Si la fractura se produce en una sección refrentado, incluir el espesor refrentado en la medición.

#### 1.3.6.5. Cálculos

- Si la fractura es producida dentro del tercio medio de la luz libre, se tendrá que calcular el módulo con la siguiente formula:

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

Donde:

Mr=módulo de rotura, MPa

P=carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo en N.

L=luz libre, en mm

B= ancho del espécimen en la fractura (mm).

H= altura del espécimen en la fractura (mm).

- Si la fractura llega a producirse fuera del tercio de la luz libre, pero no más allá del 5% de la luz libre, se calcular con la fórmula

$$M_r = \frac{3PA}{BH^2}$$

Donde:

$M_r$ =módulo de rotura, MPa

$A$ =distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más cercano medido en la superficie de la tracción de la viga en mm

$P$ =carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo en N.

$B$ =promedio del ancho del espécimen en la fractura (mm).

$H$ = promedio del alto del espécimen en la fractura (mm).

- Si la fractura se produce en la superficie de tracción fuera del tercio de la luz libre, en más de un 5% de la luz libre, desechar los resultados del ensayo.

#### **1.3.6.6. Informe de resultados**

El informe de resultados tiene que por lo menos contemplar:

- Nombre de laboratorio y fecha de rotura.
- ancho en la fractura, con una aproximación de 1mm
- altura en la fractura, con una aproximación de 1mm
- Carga máxima aplicada, en N
- Módulo de rotura calculado, con una aproximación de 0.05 MPa
- Los días de curado.

#### **1.3.7. Ensayo normado para resistencia a la tracción de especímenes cilíndricos de concreto NTP 339.084 (ASTM C496)**

Este ensayo consiste en aplicar una fuerza compresiva diametral, a una muestra cilíndrica de concreto, hasta el punto de la ruptura. Esta carga aplica esfuerzos de compresión altos en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada. La falla por tensión ocurre en vez de la falla por compresión mucho mayor que el resultado indicado por un ensayo de resistencia a compresión.

### 1.3.7.1. Significado y uso

- El esfuerzo de tensión por partidura es simple para determinar el esfuerzo de tensión directa.
- El esfuerzo de tensión por partidura es usado para evaluar la resistencia cortante proporcionada por el concreto en miembros de concreto reforzados con agregados de peso ligero.

### 1.3.7.2. Equipos

- Placa o barra de carga suplementaria, si el diámetro de la dimensión más larga de la cara de carga superior o el bloque de carga inferior es menos que la longitud del cilindro a ser ensayado, deberá ser usada una barra o placa de carga suplementaria fabricada por acero.
- Franja de carga-dos franjas de carga de plywood con espesor nominal de 1/8 pulgadas. (3.2 mm), libre de imperfecciones con aproximadamente 1 pulgada. De ancho, y de una longitud igual o ligeramente mayor que el del espécimen deberá ser proporcionado para cada espécimen.

### 1.3.7.3. Especímenes de ensayo

- El espécimen de ensayo deberá ser usado para evaluaciones de concreto de peso ligero: especímenes ensayados a 28 días estarán en una condición de seco al aire después de 7 días de curado húmedo seguido de 21 días de secado a  $73 \pm 3$  F ( $23 \pm 1.7$ ) y  $\pm 50\%$  de humedad relativa.

### 1.3.7.4. Cálculo

Para calcular mediante el método brasilera, se tiene que cargar el cilindro lateralmente, a lo largo de su cara hasta que este llegue a romperse, se calcula con la siguiente fórmula.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi h d'}$$

Donde:

$f'_{r}$ = Resistencia a la tracción del concreto.

P= Carga de rotura.

h= Longitud del cilindro.

d= Diámetro del cilindro.

### 1.3.7.5. Informe de resultados

Los reportes deben contener la siguiente información:

- Número de identificación
- Diámetro y longitud, pulgadas (m)
- Carga máxima, lbf(KN)
- Esfuerzo de tensión por partidura calculado con aproximación de 5 psi (35 KPa)
- Proporción estimada de agregados grueso fracturado durante el ensayo
- Edad del espécimen
- Historia del curado

### 1.3.8. Caña de azúcar

En el Perú, la producción de caña de azúcar fue adaptada por los españoles, posteriormente se convirtió en un importante productor mundial, actualmente el Perú cuenta con 160 mil hectáreas de campo cultivados con caña de azúcar, estos están ubicados en distintos departamentos como Anchas, Libertad, Lima y Lambayeque (Ministerio de agricultura y riego,2017, p.3).



**Figura 4.** Caña de Azúcar.

Fuente: Ministerio de agricultura y riego.

La caña de azúcar con en el tiempo va ir creciendo sostenidamente, en el 2014 se llegó a la cifra de 11,3 millones de cultivo de caña, gracias a la ampliación de terrenos para sembrío agrícola, esto se ha duplicado respecto a años pasados (150% respecto a los años “50”). Por otro lado, el rendimiento que a pesar de ser alto comprado con el de otros países, viene cayendo (Ministerio de agricultura y riego,2017, p.4).

### 1.3.9. Bagazo de caña de azúcar

El bagazo de caña de azúcar, viene a ser el desecho industrial, producto de la extracción del jugo (sacarosa), este contiene un 50% de fibra. La propiedad de las fibras de bagazo estará en relación a la madurez de la caña y a la eficiencia de planta azucarera (Terranova, 1995, p.238).

#### 1.3.9.1. Composición física y morfológica

El bagazo está compuesto por ligamentos fibrosos, que a su vez están compuestos por micro fibrillas dispuestas en capas de diferentes espesores y aleatoriamente, las cuales son las que contienen al jugo de sacarosa (Terranova, 1995, p.238).

Tabla donde se muestra la composición morfológica del bagazo:

**Tabla 3.** *Composición física del bagazo de caña*

<b>Componentes</b>	<b>Proporción%</b>
Fibra de bagazo	45%
Sólidos insolubles	2-3%
Sólidos solubles	2-3%
sacarosa	50%

Fuente: Cortez García y Hernández, 2007, p.22.

En la tabla 4, se describirá algunas propiedades comunes del bagazo, estas serán aprovechadas para el uso y manejo de la fibra en esta tesis.

**Tabla 4.** *Propiedades de la fibra de bagazo de caña*

<b>Especificaciones</b>	<b>Bagazo</b>
Continuo/disperso	Disperso
Orientación	Aleatoria
Matriz	Cemento
Longitud(mm)	26
Diámetro promedio (mm)	0.24
Gravedad específica (g/cm <sup>3</sup> )	1.25
Absorción humedad %	78.5
Contenido de humedad %	12.1

Resistencia ultima MPa	196.4
Módulo de elasticidad GPa	16.9
Resistencia a la adherencia MPa	0.84

Fuente: Cortez García y Hernandez,2007, p.23.

La fibra del bagazo es de gran interés para la industria del papel y de tableros, ya que tienen la cualidad de ser rígidas, de contornos irregulares y bien definidos.



*Figura 5.* Bagazo de caña de azúcar.

Fuente: Residuos Profesional.

### **1.3.10. Proceso de degradación de las propiedades mecánicas de fibras naturales**

Es conocido que las fibras naturales sufran una degradación de sus propiedades mecánicas en el transcurso del tiempo. Este proceso de degradación no es más que la pérdida de características originales, el proceso de degradación está dividida en 4 categorías:

1. La degradación física que viene a ser, la pérdida de las propiedades causadas por la humedad, y la pérdida de la estructura molecular causada por energía lumínica y térmica.
2. La degradación química, esta es causada cuando el material está en contacto directamente con compuestos químicos.
3. La degradación mecánica puede tener varias formas como el desgaste, aspereza, desgarró, fracturas, agujeros, etc.

4. La degradación biológica se refiere al daño causado por un agente degradante, entre ellos los roedores, aves, reptiles y bacterias.

Para el caso del bagazo las degradaciones más posibles que puedan ocurrir son por degradación física por contacto con la humedad y la química por estar en contacto con el cemento (Terranova, 1995, p.200).

### **1.3.11. Parafina**

Es una mezcla de hidrocarburos, sólida y cristalina, completamente derivada de la porción del petróleo designada, destilado de parafina.

“Su característica principal, es su estado sólido, y su punto de fusión esta entre los 47 y 65 grados centígrados. La parafina es definida como ceras de modo natural en diversas fracciones del petróleo crudo” (Parafina ecured, 2014).

La parafina se divide en 2 grupos:

1. Parafinas normales
2. Parafinas microcristalinas

#### **1.3.11.1. Parafinas normales**

Tienen un punto de fusión más bajo que las microcristalinas. Su estructura está en base a cristales formados y definidos por el tipo de placas y agujas, esto es debido a la forma de la molécula, que son de cadena recta con una cantidad pequeña de cadenas ramificadas.

#### **1.3.11.2. Parafinas microcristalinas**

“Su característica principal es el peso molecular, el cual es más alto de lo normal. El peso oscila entre 400 a 700. Sus moléculas contienen como promedio de 49 y 50 átomos de carbono” (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2009).

### **1.3.12. Características, propiedades y uso de la parafina**

Las características varían de acuerdo a la cera y con la naturaleza del aceite de donde provienen. Las propiedades y características generales son las siguientes:

- Resistencia al agua y vapor.
- Dureza.
- No inflamable.
- No oxidante.
- No corrosivo.
- No explosivo.
- No tóxico.
- Masa incolora o blanca o menos translúcida

La mayoría de estas parafinas se utilizan en la creación de papel, para fabricar cajas, envases de leche y alimentos.

Algunas de las características de la parafina como el costo, la disponibilidad y el manejo, sus propiedades como impermeabilizante, hacen que sea un tema de estudio, como tratamiento para el bagazo. Con esto se logrará proteger a la fibra de la alcalinidad del cemento.

#### **1.4. Formulación del problema**

Esta investigación parte, como ya se mencionó en la problemática, del distrito de Túman y las viviendas que se encuentran cerca a los desechos industriales que son conocidos como fibras de bagazo. Las fibras de bagazo son consideradas un desecho industrial y existe en grandes cantidades, de las cuales no se tienen un registro. Este material aglomerado en grandes cantidades expuestos al sol, en los meses de enero y febrero que es cuando la temperatura aumenta, esto influye en la temperatura de las fibras lo que hace que se quemen produciendo cenizas que se esparcen con el viento, llegando hasta las viviendas cercanas. Es por esto que nace la necesidad de buscar, analizar o crear alternativas que permitan reducir estos impactos ambientales.

##### **1.4.1. Problema general:**

Pg: ¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto endurecido?

##### **1.4.2. Problemas específicos:**

P1: ¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en la resistencia a compresión del concreto endurecido?

P2: ¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en la resistencia a flexión del concreto endurecido?

P3: ¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en la resistencia a tracción del concreto endurecido?

P4: ¿Es posible disminuir el costo de  $1\text{m}^3$  de concreto, al adicionar fibra de bagazo de caña tratada con parafina?

### 1.5. Justificación del estudio

La presente investigación se enfocará en estudiar la influencia de la fibra de bagazo de caña tratada con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto endurecido, adicionando la fibra en porcentajes de 0.5%, 1.00%, 1.50%. Se consideró el reemplazar el agregado grueso para hacer una comparación con el proyecto de investigación de Silva y Reyna (2016), en donde también se reemplazó parte del agregado grueso por fibra de bagazo. La fibra de bagazo de caña es un material natural que abunda en el distrito de Túman, producto de la extracción del jugo de sacarosa, y a diferencia de otras fibras de reforzamiento es más barata.

Para esta investigación se tendrán en cuenta como bases y/o sustentos los antecedentes e investigaciones realizadas anteriormente, que servirán como una adecuada guía de desarrollo de la presente investigación.

Justificaremos al proyecto de las siguientes formas:

- **Técnica:** la investigación se enfocará en contribuir con el estudio del comportamiento del concreto a compresión, tracción y flexión, a partir de la incorporación de fibras de bagazo de caña, una fibra natural reciclada, con experimentaciones de reemplazo de agregado grueso.

- **Ecológico:** la investigación permitirá proponer soluciones con respecto a la integración de la fibra de bagazo de caña tratada con parafina, en el concreto y que aporten un bien ecológico, dando prioridad al reciclaje, reutilización y recuperación de material que

son residuos de otro proceso de producción. La alarmante situación ambiental hace reconsiderar la búsqueda de materiales que cumplan funciones mecánicas óptimas y no dañen al medio ambiente, este proceso de reciclaje del bagazo de caña en reemplazo del agregado grueso que se extrae de la corteza terrestre, se convertirá en una solución ambiental.

- **Económico:** la evaluación de concretos incorporando fibras como parte principal de la construcción es de gran importancia, ya que las fibras de la familia vegetal son mucha más baratas en comparación con las fibras industrializadas, estas fibras industrializadas son casi imposibles de adquirir para una persona común que no cuentan con los recursos económicos.

## **1.6. Hipótesis**

Para elaborar el proyecto de investigación se piensa demostrar el concepto, con respecto al tema, de Kaseng y Guillen en su guía, para tesis de pre grado, como tesis para post grado mencionan que:

[...] La hipótesis podría contener términos generales o precisos, debido a que están involucradas dos o más variables, pero no necesariamente en todas las proposiciones sujetas a comprobación empírica, o a verificar en la realidad. (2014, p.53).

En conclusión, con respecto a lo que mencionan los autores, las hipótesis no siempre son verdaderas, ni tampoco falsas, y no por ello dejaran de tener valor.

### **1.6.1. Hipótesis general**

- Hg: La adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina, mejora las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

### **1.6.2. Hipótesis específica**

- H1: La adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina, mejora la resistencia a compresión del concreto endurecido.
- H2: La adición de la fibra de bagazo de caña azúcar tratada con parafina, mejora la resistencia a flexión del concreto endurecido.

- H3: La adición de la fibra de bagazo de caña azúcar tratada con parafina, mejora la resistencia a tracción del concreto endurecido.
- H4: La adición de fibra de bagazo de caña tratada con parafina, disminuye el costo de 1m<sup>3</sup> de concreto.

## **1.7. Objetivos**

Se refiere a los aspectos que se desean estudiar o se ejecutaran durante el proceso de la investigación, orienta a las demás fases del proceso de investigación también llega a representar las acciones que el investigador tiene planeado llevar a cabo y así poder resolver el problema planteado (Navarro,2005, p.65).

### **1.7.1. Objetivo general**

- OG: Evaluar la influencia de la adición de fibra de bagazo de caña tratada con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- OE1: Evaluar la variación de la resistencia a compresión aplicada al concreto endurecido debido a la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina.
- OE2: Evaluar la variación de la resistencia a flexión aplicada al concreto endurecido debido a la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina.
- OE3: Evaluar la variación de la resistencia a tracción aplicada al concreto endurecido debido a la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina.
- O4: Evaluar la posibilidad de disminuir el costo de 1 m<sup>3</sup> de concreto, al adicionar fibra de bagazo de caña tratada con parafina.

## **II.- MÉTODO**



## **2.1. Diseño de investigación**

### **2.1.1. Método de investigación**

Para el diseño de esta investigación, según Kaseng y Guillen:

[...]El diseño de investigación forma parte de la estructuración de el plan metodológico de estudio, en otras palabras, determina y organiza las estrategias y procedimientos que permitirán la obtención de datos, su procesamiento e interpretación, con el único objetivo de resolver todos los problemas planteados. (Kaseng y Guillen,2014, p.145).

Por lo tanto, la investigación es de diseño, **Experimental**, porque se basará en obtener información al manipular o alterar la variable y así poder entender el efecto que cause en la variable dependiente.

### **2.1.2. Tipo de investigación**

Para definir el tipo de investigación, Arias nos explica:

[...]Investigar es descubrir algo nuevo, explicar una realidad distinta y a obtener maneras de resolver problemas. Podemos investigar de distintos ángulos, con objetivos distintos, un tipo de investigación el cual puede ser aplicada ya que consiste en encontrar estrategias que nos abran las puertas a lograr un objetivo concreto. (2014, p.2).

Entonces la investigación será de tipo **Aplicada**, ya que los conocimientos que generaremos servirán de ayudan a solucionar problemas prácticos.

### **2.1.3. Nivel de investigación**

Kaseng y Guillen (2014), “para tener un desarrollo de nivel de investigación adecuado, se refiere al grado con que se investiga un fenómeno o evento de estudio y hasta donde en términos de conocimientos es capaz de llegar nuestra investigación” (p.158).

Por ende, el nivel de investigación del presente proyecto de investigación es **Correlacional** ya que nos permitirá poder observar cómo es que se pueden relacionar o vincular diversos fenómenos entre sí, o si es que no se relacionan.

#### **2.1.4. Enfoque de investigación**

Para el enfoque de esta investigación según en la publicación online de Thomas, Nelson y Silverman:

Para que el enfoque de la investigación sea de gran valor, debe tener como objetivo principal el ser un proceso sistemático y disciplinado. También estar relacionado con los métodos de investigación que pueden ser varios, Los enfoques de mayor importancia son los cualitativos y los cuantitativos ya que buscaran comprobar la hipótesis. (2005, p.45).

El enfoque de la presente investigación será **Cuantitativo**, porque me enfocare en comprobar las hipótesis planteadas mediante el recopilado de datos y la medición numérica.

### **2.2. Variables, Operacionalizacion**

#### **2.2.1. Variables**

Mi variable es un elemento que pueda ser manipulada y que pueda variar o medir diferentes factores dentro de una investigación, son conceptos que darán forma a las denominadas hipótesis (Metodología de la investigación, 2013)

Hay diferentes tipos de variables, pero entre los más significativos en la investigación son variables independientes y las variables dependientes.

#### **2.2.2. Variable Independiente**

Los valores de este tipo no dependen de otras, simplemente se evalúan su capacidad de influir, incidir o afectar a otras variables. Se define como el fenómeno a investigar y se identifica como causa o antecedente. (Metodología de la investigación, 2013)

En la presente investigación, la variable independiente vendría a ser la adición de fibras de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina.

### **2.2.3. Variable dependiente**

Estas variables están sujetas a cambios por acción de otros elementos. Mi variable dependiente se verá afectada cuando modifique o altere mi variable independiente. (Metodología de la investigación, 2013)

Entonces en esta investigación, la variable dependiente vendría a ser las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

### **2.2.4. Operacionalización de variables**

Según Kaseng y Guillen, nos mencionan:

El objetivo es estudiar como la variable independiente tiende a modificar a la variable dependiente la operacionalizar se puede definir como el proceso de descomponer deductivamente a las variables que forman parte de la investigación. (2014, p.75).

La variable que estudiaremos será la variable independiente al adicionarle la variable dependiente y las incidencias que esta puedan tener en cuanto a las propiedades mecánicas del concreto.

**Tabla 5.-Operacionalizacion de Variable Independiente**

VARIABLE	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>ADICION DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA</b>	El bagazo de caña de azúcar es el residuo fibroso que queda despues del proceso de extracción del jugo que tiene como nombre la zacarosa, esta fibra es usada mayormente en la fabricación de papel, ya que posee propiedades mecánicas favorables. (Erica uribe,2013	La medicion se realizará mediante la malla n°6, la cual servirá de filtro para tener fibras uniformes. Se emplearan balanzas para constatar que la cantidad a adicionar al concreto es la correcta con respecto al volumen que se necesita ensayar.	D1:Volumen de fibra de bagazo de caña	I1:Volumen en porcentajes de fibra de bagazo de caña (0.5%,1%,1.5%) en reemplazo del agregado grueso.	Ensayo de granulometria de materiales (malla n°6) /Balanza.

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 6.- Operacionalizacion de Variable dependiente**

VARIABLE	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO</b>	El concreto es un material fundamental para la construcción, está constituido por diferentes materiales en diferentes dosificados, que proporcionan resistencia y durabilidad. Para tener un control adecuado en calidad se realizan algunos ensayos como compresión, tracción y flexión que sirven para medir la calidad del concreto en estado endurecido.	Se realizaran ensayos a probetas cilíndricas y vigas de concreto con un tiempo de curado de 7,14 y 28 días , para resistencia a compresión, tracción y flexión , inicialmente se elaborarán muestras pilotos sin fibra, para despues evaluar probetas con el porcentaje de fibra requerido para este estudio.	D1: Propiedades mecánicas del concreto endurecido	I1: Resistencia a la Compresión con la adición de (0.5-1.00-1.5% ) de fibra de bagazo.	Maquina de rotura / Norma Técnica Peruana (NTP 339.034)
				I2: Resistencia a la flexión con la adición de (0.5-1.00-1.5%) de fibra de bagazo.	Maquina de rotura / Norma Técnica Peruana (NTP 339.078)
				I3: Resistencia a la Tracción con la adición de (0.5-1.00-1.5%) de fibra de bagazo.	Maquina de rotura / Norma Técnica Peruana (NTP 339.084).

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Kaseng y Guillen nos explican:

[...]Viene a ser el conjunto de individuos u objetos que tienen una característica común, para el proceso de investigación, para seleccionar la población se debe tener en cuenta algunas características esenciales, que pueden ser propuestas por el investigador mismo. (2014, p.183).

Bajo este concepto mencionado, la población de este proyecto de investigación, viene a ser el conjunto de probetas cilíndricas de concreto (testigo) que serán ensayadas bajo los criterios de las normas NTP 339.034-2008 (ASTM C-39) y vigas de concreto según NTP 339.079-2012 (ASTM C-293).

### **2.3.2. Muestra**

Kaseng y Guillen, sostienen al respecto:

[...]Es el subconjunto fielmente representativo de la población, y por el cual se seleccionan probabilísticamente elementos de una población con el fin de estimar algo representativo, que posea un determinado porcentaje de precisión. (2014, p. 183).

Se construirán y ensayarán un total de 56 muestras de concreto, curadas en el laboratorio con las siguientes características:

- a. 24 muestras corresponden a muestras cilíndricas de 20 cm de largo y 10 cm de diámetro para una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , para ensayos a compresión.
- b. 24 muestras corresponden a muestras cilíndricas de 20 cm de largo y 10 cm de diámetro para una resistencia de  $f'c=210 \text{ km/cm}^2$ , para realizar ensayos a tracción.
- c. 8 muestras corresponden a muestras prismáticas en forma de viga de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 50 cm de largo, para realizar ensayos a flexión.

La muestra sin adición de fibra servirá para comparar los resultados, con los porcentajes propuestos de 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibra, en reemplazo del agregado grueso.

**Tabla 7.** Muestras de concreto para ser ensayadas

% Fibra	COMPRESIÓN			TRACCIÓN			FLEXIÓN		
	Días			Días			Días		
	7d.	14d.	28d.	7d.	14d.	28d.	7d.	14d.	28d.
0%	2	2	2	2	2	2	0	0	2
0.5%	2	2	2	2	2	2	0	0	2
1%	2	2	2	2	2	2	0	0	2
1.5%	2	2	2	2	2	2	0	0	2
TOTAL	24 MUESTRAS			24 MUESTRAS			8 MUESTRAS		

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.3. Muestreo

Según (Salinas, 2012, p.59), el autor menciona “que el muestreo viene a ser la actividad de recolectar datos de cierta población, de la cual se investigara, y que también indica la forma correcta de cómo se recolectaran los datos”.

En este caso el presente proyecto de investigación será **No Probabilístico** de tipo **intencional**, ya que los elementos son escogidos en base a criterios preestablecidos por el investigador para realizar ensayo a compresión, tracción y flexión.

Se construirán y ensayarán un total de 56 muestras de concreto, curadas en laboratorio.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para el presente proyecto de investigación, se desarrollará un registro visual de naturaleza cuantitativa, respecto a los gráficos obtenidos en los respectivos ensayos de laboratorio.

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Hernández (1998) lo define como “un determinado conjunto de operaciones, estratégicas y tácticas, que tienen el fin de recolectar datos para el investigador” (p. 354).

Basándonos en la teoría, en este proyecto de investigación se empleará la **Observación**, como herramienta de recolección de datos debido a que se estudiará el efecto que genere la fibra de bagazo tratada con parafina en el concreto convencional. Luego se procede a tomar apuntes de los resultados obtenidos, se tomó en cuenta libros, tesis, revistas y normas técnicas de acuerdo al tema que se investigó.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento que se utilice para recolectar datos es en un inicio cualquier recurso del cual el investigador pueda valerse para estudiar cualquier fenómeno y extraer de ellos información.

Para el adecuado desarrollo de la investigación, se revisaron y pusieron en práctica las diferentes normas técnicas peruanas:

**Tabla 8. Norma técnica peruana:**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>	<b>Concepto</b>
NTP 400.012-2013	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	Obtener la distribución de tamaño de partículas de agregado fino y grueso por tamizado.
NTP 400.021-2002	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.	Obtener el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso.
NTP 400.017-2011	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.	Obtener el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de vacíos en agregado fino, grueso.
NTP 339.185-2013	Peso específico y porcentaje de humedad del agregado fino y grueso	Obtener el peso específico seco, el peso húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino.
NTP 339.034-2008	Método de ensayo resistencia a la compresión	Determina la resistencia a la compresión del concreto convencional y con fibra de bagazo.
NTP 339.084	Método para determinar la resistencia a la tracción de especímenes cilíndricos de concreto	Determina la resistencia a la compresión del concreto convencional y con fibra de bagazo.
NTP 339.078-2012	Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios del tramo.	Determina la resistencia a la flexión en vigas de concreto convencional y concreto con fibra de bagazo.

Fuente: Elaboración Propia

### **2.4.3. Validez**

Las muestras elaboradas en los laboratorios, serán validados por un juicio de expertos, además de contar con los certificados de calibración de las maquinas, donde se realizarán los ensayos de materiales y ensayos de concreto.

#### **2.4.4. Confiabilidad**

Para (Hernandez,2006, p.7), la “confiabilidad es un instrumento de medición, Este hacer mención al grado de repetición del sujeto a medir, dando como resultado lo mismo”.

El autor trasmite la idea de que la confiabilidad se refiere a un solo sujeto para hacer su medición, de tal manera que para hacer un estudio nos basamos en un mismo objeto, pero resultados diferentes, donde el promedio o el que mejor resultado se adecua al objetivo valido, para esta investigación se realizarán 2 de 2 ensayos por volumen de fibra y el tiempo de curado será de 7,14 y 21 días para compresión y 28 días de curado para flexión, para tener un óptimo resultado.

#### **2.5. Métodos de análisis de datos**

Kaseng y Guillen, en su guía para la elaboración de tesis:

[...]El método comienza al dejar de recopilar los datos del instrumento de recolección que haya usado el investigador para analizar las características de la muestra. (2014, p26)

Esto quiere decir que, para poder realizar el proyecto de investigación necesitaremos de software o programas que puedan procesar datos, por tal motivo utilizaremos el programa Excel, para poder procesar los datos obtenidos en los ensayos de concreto.

Por ende, este proyecto de investigación se empleará el estudio **cuantitativo**.

#### **2.6. Aspectos éticos**

Tomaremos en cuenta la originalidad de los resultados así mismo nos haremos responsables de proteger la identidad de los individuos que pertenecerán al desarrollo del proyecto, el respeto por la propiedad intelectual.

### **III.- ANÁLISIS Y RESULTADOS**

### 3.1. Análisis de Agregados

#### 3.1.1. Análisis Granulométrico agregado fino y grueso (NTP 400.012, 2013)

El método consiste en utilizar una serie de tamices con diferentes diámetros ensamblados en una columna al cual se le aplica una vibración y movimiento rotatorio. El resultado será utilizado para la producción del diseño de mezcla.

Los requerimientos para los tamices tanto para agregado fino y agregado grueso son los siguientes:

**Tabla 9.** *Tamices para agregado grueso*

TAMIZ	
Abertura (mm)	Nº
50.00	2"
37.50	1 1/2"
25.00	1"
19.00	3/4"
12.50	1/2"
9.50	3/8"
cazoleta	

Fuente: Norma NTP 400.12, 2013

**Tabla 10.** *Tamices para agregado fino*

TAMIZ	
Abertura (mm)	Nº
50.00	2"
37.50	1 1/2"
25.00	1"
19.00	3/4"
12.50	1/2"
9.50	3/8"
cazoleta	

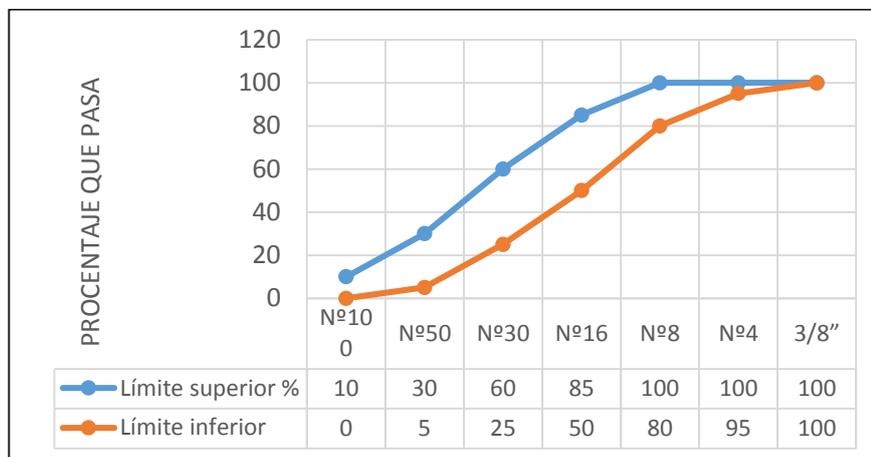
Fuente: Norma NTP 400.12, 2013

Para determinar si el material cumple con las condiciones mínimas requeridas se utiliza los siguientes límites granulométricos:

**Tabla 11. Límite de gradación de agregado fino**

Tamiz	Abertura del tamiz	Límite superior (%)	Límite Inferior (%)
3/8"	9.5	100.00	100.00
Nº4	4.750	100.00	95.00
Nº8	2.360	100.00	80.00
Nº16	1.180	85.00	50.00
Nº30	0.600	60.00	25.00
Nº50	0.300	30.00	5.00
Nº100	0.150	10.00	0.00

Fuente: Norma NTP 400.12, 2013



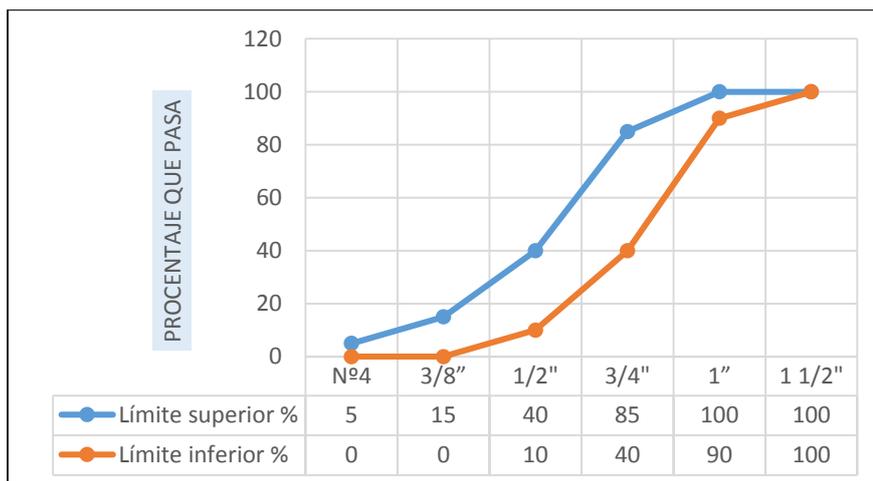
**Figura 6. Límites de Granulometría del agregado fino**

Fuente: Norma NTP 400.12, 2013

**Tabla 12. Límite de gradación de agregado grueso**

Tamiz	Abertura del tamiz	Límite superior (%)	Límite Inferior (%)
1 1/2"	37.50	100.00	100.00
1"	25.00	100.00	90.00
3/4"	19.00	85.00	40.00
1/2"	12.50	40.00	10.00
3/8"	9.50	15.00	0.00
Nº4	4.75	5.00	0.00

Fuente: Norma NTP 400.12, 2013



**Figura 7.** Límites de Granulometría del agregado grueso

Fuente: Norma NTP 400.12, 2013

## 1) Material y equipo:

- i. Agregados- grueso y fino.
- ii. Juego de tamiz 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.
- iii. Balanza.
- iv. Horno a 110° C +/-5°C.
- v. Cucharon de metal.

## 2) Procedimiento:

### a. Agregado Fino:

- i. Se tomará la muestra del agregado, en este caso de la cantera seleccionada.
- ii. Se procede a cuartear la muestra.
- iii. Luego del cuarteo, pesamos el total de (1500gr).
- iv. Luego pasamos por el juego de tamices, ordenado de acuerdo a la norma NTP 400.12.
- v. Se comienza a aplicar movimiento, para que el material que pase por los tamices.
- vi. Al final del tamizado, se procede a pesar todo lo retenido en cada malla y en él fondo.

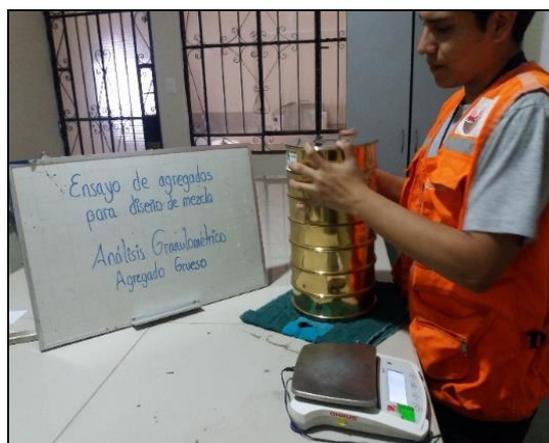


**Figura 8.** Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia.

**b. Agregado grueso:**

- i. Se toma una muestra de agregado.
- ii. Se procede a cuartear.
- iii. Luego del cuarteo, pesa el total de (8000gr.)
- iv. Luego pasamos por el juego de tamices, ordenado de acuerdo a la norma NTP 400.12.
- v. Se comienza a aplicar movimiento, para que el material que pase por los tamices.
- vi. Al final del tamizado, se procede a pesar todo lo retenido en cada malla y en el fondo.



**Figura 9.** Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia.

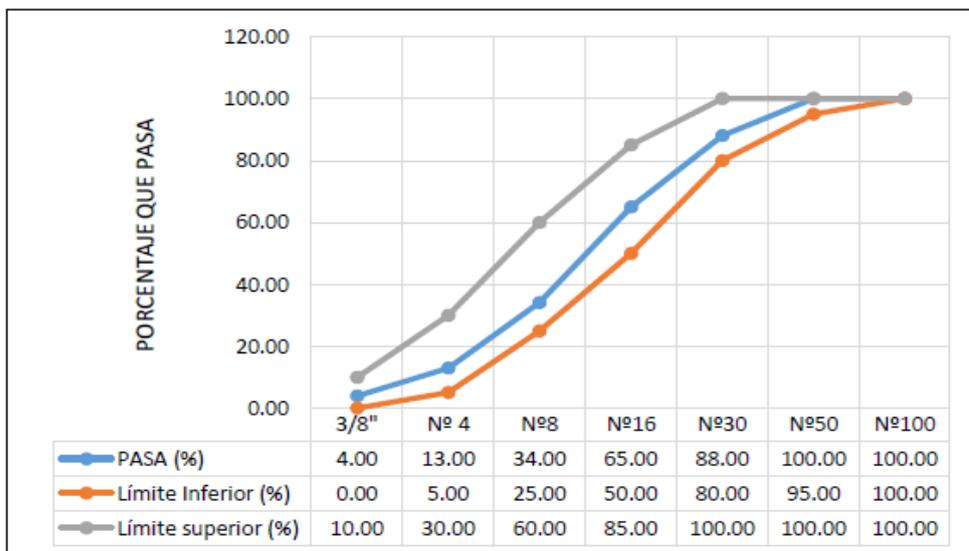
### 3) Resultados:

#### a. Agregado fino

**Tabla 13.** Análisis granulométrico – Agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE MATERIALES							
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	AGREGADO FINO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					Límite Inferior (%)	Límite superior (%)
3/8"	9.525	0.00	0	0.00	100	100	100
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100	95	100
Nº8	2.360	22.40	10	12	88	80	100
Nº16	1.180	36.80	17	35	65	50	85
Nº30	0.600	41.30	19	66	34	25	60
Nº50	0.300	24.60	11	87	13	5	30
Nº100	0.150	4.50	2	96	4	0	10
Nº200	0.075	6.70	3	99	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 10.** Curva granulométrica.

Fuente: Elaboración propia.

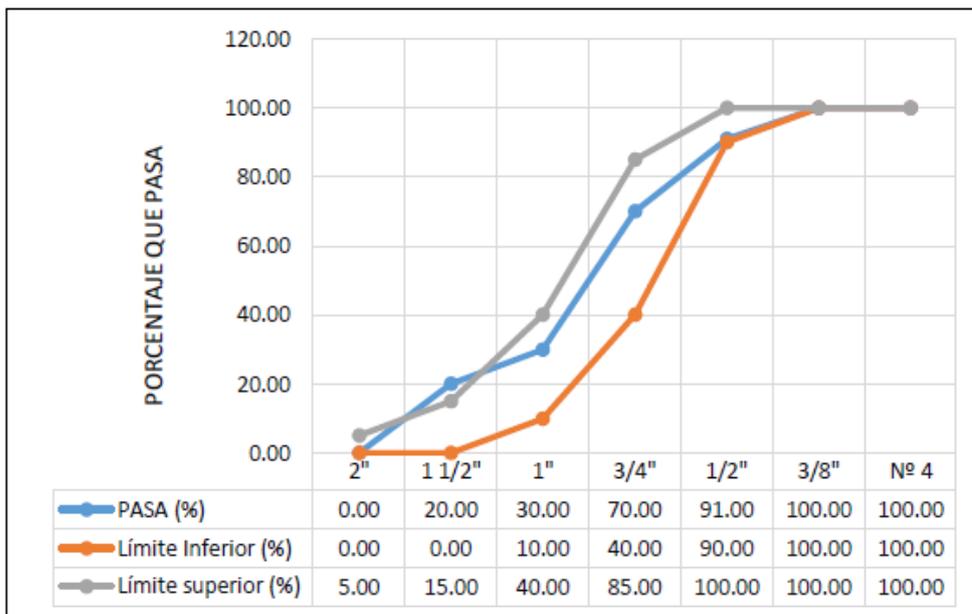
En la figura 10. curva granulométrica podemos observar que el agregado fino cumple con los límites establecidos por la norma NTP 400.012-2013 de ensayo granulométrico para agregado fino y grueso.

**b. Agregado grueso**

**Tabla 14. Análisis granulométrico – Agregado grueso**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS							
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	AGREGADO GRUESO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					Límite Inferior (%)	Límite superior (%)
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	37.500	0	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.000	177.00	9.00	9.00	91.00	90	100
3/4"	19.000	391.30	21.00	30.00	70.00	40	85
1/2"	12.500	950.30	40.00	70.00	30.00	10	40
3/8"	9.525	225.10	10.00	94.00	20.00	0	15
Nº 4	4.750	135.10	6.00	100.00	0.00	0	5

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 11.** Curva granulométrica.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11. curva granulométrica, podemos observar que el agregado grueso cumple con los límites establecidos por la norma NTP 400.012-2013 de ensayo granulométrico para agregado fino y grueso.

### 3.1.2. Ensayo de contenido de Humedad (NTP 339.185, 2013)

Para realizar este ensayo necesitamos contar con un horno donde la temperatura pueda ser controlable. La humedad del material, es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa y el peso de las partículas sólidas, con la fórmula:

$$W = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W= contenido de humedad expresado en %.

W<sub>w</sub>= peso del agua existente en la masa de suelo.

W<sub>s</sub>= peso de las partículas sólidas.

#### 1) Materiales y equipos:

- i. Agregado grueso con humedad natural.
- ii. Agregado fino con humedad natural.
- iii. Horno a 110° C +/- 5°C.
- iv. Balanza y Cucharón.

#### 2) Procedimiento

##### a. Agregado fino

- i. Cálculo aproximado de material.
- ii. Se pesa la muestra de agregado fino húmedo.
- iii. Se lleva al horno, donde va a estar por periodo de 24 horas a una temperatura de 100°C.
- iv. Luego del tiempo transcurrido, tenemos que dejar enfriar la muestra de agregado fino y luego ser pesada (tara + muestra seca).
- v. Por último, realizar el cálculo del contenido de humedad (%).

##### b. Agregado grueso

- i. Cálculo aproximado de material
- ii. Se pesa la muestra de agregado grueso húmedo.

- iii. Se lleva al horno, por un periodo de 24 horas a una temperatura de 100°C
- iv. Luego del tiempo transcurrido, tenemos que dejar enfriar la muestra de agregado grueso y luego ser pesada (tara + muestra seca).
- v. Por último, realizar el cálculo del contenido de humedad (%).



**Figura 12.** Ensayo de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia.

### 3) Resultados

#### a. Agregado fino

**Tabla 15.** Ensayo de humedad de agregado fino

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Capsula N°	373
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	862.2
Peso cápsula + suelo seco (g)	847.7
Peso del agua (g)	14.5
Peso de la capsula (g)	85.1
Peso del suelo seco (g)	762.6
CONTENIDO DE HUMEDAD %	1.9

Fuente: Elaboración Propia.

## b. Agregado grueso

**Tabla 16.** *Ensayo de humedad de agregado grueso*

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Capsula Nº	376
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	1511.9
Peso cápsula + suelo seco (g)	1500.5
Peso del agua (g)	11.4
Peso de la capsula (g)	73.4
Peso del suelo seco (g)	1427.1
Contenido de humedad %	0.8

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.3. Ensayo de peso unitario (NTP 400.017, 2011)

Peso unitario suelto (PUS), para determinar este peso, insertar el material suelto en el recipiente hasta que este se salga de los bordes, y luego se procede a nivelar al ras con una varilla.

Peso unitario compactado (PUC), esto sucede cuando el agregado ha sido sometido a compactación, llegando a incrementar así el grado de sus partículas y por lo tanto el valor de la masa unitaria.

#### 1) Materiales y equipos

- i. El agregado grueso y/o fino tiene que ser compactado lo suficiente para que exceda la capacidad del recipiente.
- ii. Balanza con precisión de 0.1%
- iii. Una varilla lisa redonda de acero de 5/8" de diámetro y 24" largo, teniendo un extremo o ambos redondeados a una punta semiesférica de 5/8" de diámetro.
- iv. Recipiente volumétrico.
- v. Cucharón metálico.

#### 2) Procedimiento

##### a. Peso unitario suelto para el agregado fino y grueso

- i. Pesar el recipiente donde se compactará.
- ii. Colocar el molde en un sitio nivelado.

- iii. Con el cucharón colocamos el agregado en el molde desde una altura que no exceda de 2”.
- iv. Pasamos a nivelar con la varilla.
  - v. Luego se pesa el molde con el agregado anotando así el valor obtenido en kg.
  - vi. Este procedimiento se realizó 2 veces más (agregado grueso y fino).
- b. **Peso unitario compactado para el agregado fino y grueso**
  - i. Pesar el recipiente donde se compactará.
  - ii. Colocar el molde en un sitio nivelado.
  - iii. Introducimos el material en el molde hasta un tercio de su altura.
  - iv. Luego compactamos con la varilla con 25 golpes uniformemente.
  - v. Después llenamos el molde hasta dos tercios su altura, para nuevamente compactar con la varilla con 25 golpes.
  - vi. Luego se llena el molde con una última capa hasta rebosarlo, aplicando así 25 golpes más con la varilla.
  - vii. Pasamos a enrasar con la misma varilla y luego pesamos en la balanza, obteniendo así el peso del material compactado más el molde.
  - viii. El procedimiento se repite dos veces más, para obtener un promedio cercano a la realidad del material.



**Figura 13.** Ensayo de peso unitario del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 14.** Ensayo de peso unitario del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

### 3) Resultados

#### a. Peso Unitario suelto y compactado del agregado fino

**Tabla 17.** *Peso unitario suelto y compactado – Agregado fino*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO					
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m <sup>3</sup> )		
Nº DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Peso de la muestra + molde (G)	11,430.0	11,407.0	11,426.0	12,673.0	12,665.0	12,699.0
Peso del molde (g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0
Peso de la muestra (g)	8,207.0	8,184.0	8,203.0	9,450.0	9,442.0	9,476.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1,436.0	1,432.0	1,435.0	1,653.0	1,652.0	1,658.0
Resultado (kg/m <sup>3</sup> )	1,434.0			1,654.0		

Fuente: Elaboración propia.

#### b. Peso Unitario suelto y compactado del agregado grueso

**Tabla 18.** *Peso unitario suelto y compactado – Agregado fino*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO					
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m <sup>3</sup> )		
Nº DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Peso de la muestra + molde (g)	18,699.0	18,674.0	18,685.0	20,534.0	20,566.0	20,578.0
Peso del molde (g)	4,510.0	4,510.0	4,510.0	4,510.0	4,510.0	4,510.0
Peso de la muestra (g)	14,189.0	14,164.0	14,175.0	16,024.0	16,056.0	16,068.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	10,100.0	10,100.0	10,100.0	10,100.0	10,100.0	10,100.0
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1,405.0	1,402.0	1,403.0	1,587.0	1,590.0	1,591.0
Resultado (kg/m <sup>3</sup> )	1,404.0			1,589.0		

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.4. Peso específico y absorción (NTP 400.021, 2002)**

Para poder determinar las cantidades exactas en peso y volumen de los agregados, para la mezcla del concreto, es indispensable conocer el valor de peso específico y de la misma manera la absorción que viene a ser la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en agua, esto no asegura que los poros del agregado estén llenos completamente.

#### **1) Agregado grueso**

##### **a. Materiales y equipos**

- i. Muestra de agregados grueso.
- ii. Balanza.
- iii. Franela.
- iv. Taras.
- v. Canastilla metálica.
- vi. Tanque de agua.

##### **b. Procedimiento**

- i. Se escogió una muestra de agregado grueso.
- ii. Se dejó sumergido en agua durante un tiempo de 24 horas.
- iii. Luego de 24 horas se secó con una franela, para que este se encuentre en estado saturado superficialmente seco (SSS).
- iv. Después se pesó el agregado.
- v. Luego pesamos la muestra en estado de las SSS con la tara.
- vi. Se depositó la muestra en una canastilla metálica, la cual fue sumergida en el tanque con agua, sujeta a un gancho el cual contaba con una balanza, obteniendo así el peso sumergido del agregado.
- vii. Luego se colocó la muestra en una tara, la cual fue pesada y después colocada en el horno durante 24 horas.
- viii. Después de las 24 horas se pasó a retirar la muestra del horno, la cual fue pesada.



**Figura 15.** Ensayo de peso específico del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

### c. Resultados

**Tabla 19.** *Peso específico y absorción de agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO		RESULTADOS
	1	2	
Nº de ensayo			
Peso mat. saturado y superficie seca (en aire) (g)	1,022.3	1,063.9	
Peso mat. saturado y superficie seca (en agua) (g)	640.9	666.1	
Volumen de masa + volumen de vacíos (cm <sup>3</sup> )	381.4	397.8	
Peso del material seco a 105 °c (g)	1,016.3	1,057.6	
Volumen de masa (cm <sup>3</sup> )	375.4	391.5	
Peso bulk base seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.665	2.659	2.662
Peso bulk base saturada (g/cm <sup>3</sup> )	2.680	2.674	2.677
Peso aparente base seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.707	2.701	2.704
Absorción (%)	0.59	0.60	0.59

Fuente: Elaboración propia.

## 2) Agregado fino

### a. Materiales y equipos

- i. Muestra de agregados fino.
- ii. Molde de cono truncado.
- iii. Apisonador.
- iv. Balanza.
- v. Taras
- vi. Agua

### b. Procedimiento

- i. Se escogió una muestra de agregado fino.
- ii. Se dejó sumergido en agua durante un tiempo de 24 horas.

- iii. Luego de 24 horas se dejó secar a intemperie a temperatura ambiente para que este se encuentre en estado saturado superficialmente seco (SSS).
- iv. Después se comprobó si la muestra estaba en estado de las SSS, realizando así un ensayo en un pequeño cono metálico truncado con un apisonador, el cono metálico es colocado con su diámetro mayor debajo, luego se introduce el agregado hasta rebasar el cono luego se compacta con 25 golpes, luego se enrasa y finalmente el conito es levantado para así comprobar si el agregado este o no en estado saturado superficialmente seco.
- v. Después se pesó una tara en donde se colocó el agregado.
- vi. Luego pesamos la muestra en estado de las SSS (500gr) con la tara.
- vii. Luego pasamos a pesar la fiola, para después llenar de agua hasta los 1000ml y pesamos, obteniendo así el peso de la fiola más el agua.
- viii. Después vaciamos un poco del agua que se encuentra en la fiola para así introducir el agregado fino (500gr.)
- ix. Luego agitamos la fiola que contiene al agregado aproximadamente 20 minutos.
- x. Después del tiempo transcurrido se llena la fiola con agua hasta los 1000ml y pesamos.
- xi. Colocamos el material que se encuentra en la fiola en una tara y lo colocamos en el horno 24 horas.
- xii. Luego de 24 horas sacamos el material seco y lo pesamos.



**Figura 16.** Ensayo de peso específico del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

### c. Resultados

**Tabla 20.** *Peso específico y absorción de agregado fino*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		RESULTADOS
	1	2	
Nº de ensayo			
Peso mat. saturado y superficie seca (en aire) (g)	300.0	300.0	
Peso fiola + h2o (g)	665.6	667.2	
Peso fiola + h2o + material (g)	965.6	967.2	
Peso fiola + h2o + mat. saturado y superficie seca (g)	854.5	856.2	
Volumen masa + volumen de vacíos (cm <sup>3</sup> )	111.1	111.0	
Peso material seco a 105 ° c (g)	298.7	298.7	
Volumen de masa (cm <sup>3</sup> )	109.9	109.7	
Peso bulk base seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.688	2.691	2.690
Peso bulk base saturada (g/cm <sup>3</sup> )	2.699	2.703	2.701
Peso aparente base seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.719	2.724	2.721
Absorción (%)	0.42	0.44	0.43

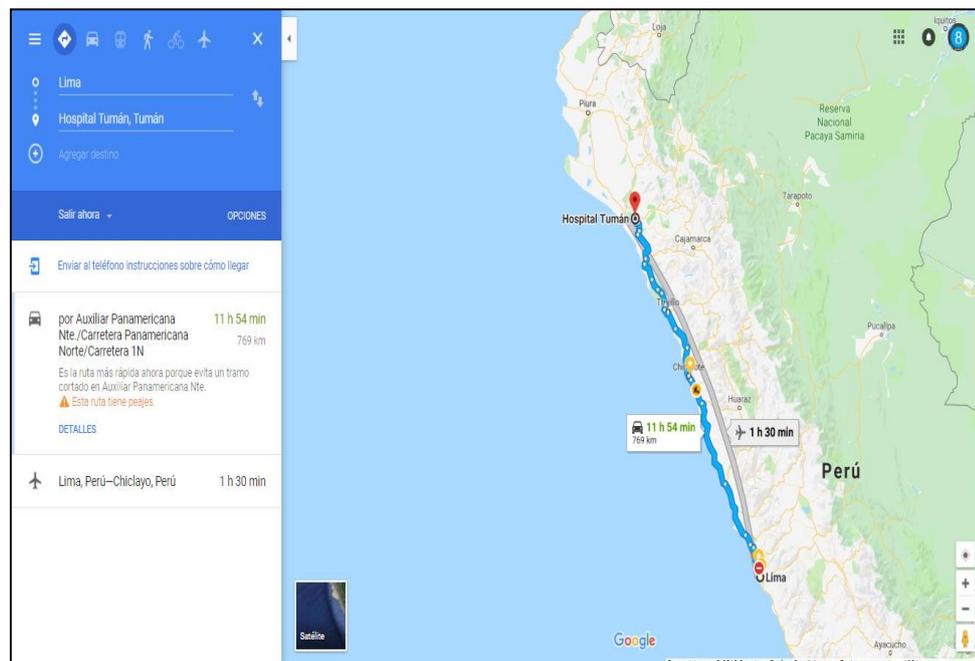
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.5. Obtención de la fibra de bagazo

En el distrito de Túman, existe la Empresa Agroindustrial Túman, dedica a elaboración de azúcar rubia y blanca, así como otros derivados de la caña de azúcar, el principal desecho industrial de esta planta agroindustrial, es la fibra de bagazo de caña, cual sirve en muchos casos para la comida del ganado, y también sirve de combustible para la misma planta azucarera, obtenerla fue muy fácil, a continuación, detallamos los materiales y procedimientos a utilizar, para la obtención:

a) **Ubicación**

La empresa Agroindustrial Túman, se encuentra ubicada en Av. el Trabajo Nro. Sn (Km 17 Carretera Chongoyape, ex cooperativa), distrito de Túman, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, Perú, a 12 horas 54 minutos en auto y 1hr 30min. en avión desde Lima, este lugar es un territorio conformado principalmente por terrenos cultivados con caña, no se encontraron datos o registros de cuanta cantidad de bagazo se produce por año.



**Figura 17.** Ubicación de Empresa Agroindustrial Túman

*Fuente:* Google Maps.

b) **Materiales y equipos**

- i. Sacos
- ii. Rastillo
- iii. Tamiz o malla N°6 (3.35mm)
- iv. Balanza
- v. Bandejas de metal

c) **Procedimiento**

- i. Se guardó la fibra en sacos, 10 kg aproximadamente c/u.

- ii. Ya en laboratorio se procedió a pasar por el tamiz o malla N°6(3.35mm).
- iii. la malla filtrara la fibra de bagazo y las partículas de bagazo, lo que solo usaremos serán las fibras comprendidas entre 3 y 6 cm, de largo, este proceso también permite eliminar el polvo y materia extraña que pudiera afectar el fraguado del cemento.
- iv. Estas fibras de bagazo ya seleccionadas, serán adicionadas a la mezcla de concreto en porcentajes de 0.50%, 1.00%, 1.50%, en relación al agregado grueso.



*Figura 18.* Bagazo retenido en la malla N°6(3.35mm).

Fuente: Elaboración Propia.

#### **d) Tratamiento de la fibra de bagazo con parafina**

- i. En este caso la parafina será adquirida en la tienda Sodimac, viene en modelos estándar, en presentación de barra de 1kg, con un precio de S/22.00 nuevos soles.
- ii. Las fibras de bagazo se mantendrán por un periodo de 5 min, en constante movimiento con la parafina.
- iii. Para el secado de esta fibra, se utilizaron tenazas para seleccionar pequeñas cantidades de fibra y separarlas, para que no se produzcan grumos.
- iv. Posteriormente a esto, para verificar la impermeabilidad, se separó una muestra de 50 gr. de fibra con parafina, y la dejamos remojando durante 24hr., después de esto la muestra volvió

a ser pesada, dando como resultado 75 gr, mostrando un incremento de 15%, de manera que la logramos disminuir la absorción.

- v. Para saber la cantidad de fibra a utilizar es necesario calcular primero las cantidades de agregados, agua, cemento, en esta investigación la relación a/c será de 0.56.



*Figura 19.* Tratamiento del bagazo con parafina.

Fuente: Propia.

### **3.1.6. Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.035,1995)**

Este método nos sirve para poder determinar el asentamiento del concreto en estado fresco, tanto para laboratorio como trabajos en campo.

#### **a) Materiales y equipos**

- i. Muestra de concreto fresco.
- ii. Cono de Abrams.
- iii. Varilla compactadora.
- iv. Bandeja metálica.
- v. Cucharón metálico.
- vi. Wincha metálica de 5mts.

#### **b) Procedimiento**

- i. Humedecemos el interior del molde cónico.

- ii. Colocamos el molde sobre una bandeja metálica, esta debe estar en una superficie plana.
- iii. Sujetamos firmemente el molde por las aletas con los pies.
- iv. Se llena el molde concreto en tres capas, cada capa de un tercio del volumen del molde cónico.
- v. Cada capa es compactada con la varilla con 25 golpes cada una.
- vi. Después de compactar la última capa con los 25 golpes, enrasamos con la varilla, para luego limpiar los bordes del cono de concreto sobrante esparcido.
- vii. Luego separamos los pies a ambos lados de las aletas del cono y levantamos cuidadosamente forma vertical.
- viii. Colocamos el cono de forma invertida (diámetro menos debajo), seguidamente se coloca la varilla del cono para así medir el asentamiento del concreto en pulgadas.



*Figura 20.* Slump requerido, para mezcla de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2. Diseño de mezcla de concreto, Según ACI 211.1**

Este método busca determinar la combinación más práctica de los materiales con los que se dispone para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo condiciones particulares de uso.

Ya con los datos obtenidos de cada respectivo ensayo de los agregados o materiales a utilizar, se procede a realizar el diseño de mezcla tanto para el concreto patrón como para el concreto con fibra de bagazo.

Primeramente, se seleccionó una resistencia promedio de diseño ( $f'_{cr}$ ), para este caso no contamos con una desviación estándar, es por eso que se procedió como indica la norma del ACI:

Resistencia de diseño  $f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 21.** Resistencia promedio requerida

<b>F'c</b>	<b>F'cr</b>
Menos de 210	F'c+70
210-350	F'c+84
>350	F'c+98

Fuente: ACI 211.1,2002.

Entonces la resistencia promedio requerida escogida es:

$F'_{cr}= 294 \text{ kg/cm}^2$

### 1) Elección del revenimiento

Esto consiste en medir el hundimiento del concreto en estado fresco, en forma de cono truncado, se necesita un molde metálico, cuyas medidas son estándares de 30cm de alto, 10cm en la base superior y 20cm en la base inferior, denominado Cono de Abrams.

**Tabla 22.** Revenimiento requerido

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0'' (0mm) a 2'' (50mm)
Plástica	3'' (75mm) a 4'' (100mm)
Fluida	$\geq 5''$ (125mm)

Fuente: ACI 211.1,2002.

Para esta tesis, se escogió un asentamiento de 3" a 4", en base a antecedentes y resultados que demuestran que esta relación permite tener mejor trabajabilidad de concreto.

## 2) Elección del tamaño máximo de agregado

Por regla general, el tamaño máximo de agregado debe ser el mayor disponible económicamente y guardar relación con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo debe exceder de:

- 1/5 de la menor dimensión entre los costados de los moldes-
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas de refuerzo individuales, paquetes de varillas.

Ya que no estamos diseñando ningún elemento estructural reforzado, se eligió a criterio, piedras con una dimensión de 1", debido a las dimensiones que presentan los cilindros a ensayar.

## 3) Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire

Para este caso utilizaremos unas tablas que nos brinda el ACI, para el caso del agua de mezclado el cual estará en relación del asentamiento elegido y del TMN, en donde obtuvimos el resultado de 193kg de agua por 1m<sup>3</sup>, en la siguiente tabla se observan los valores a elegir:

**Tabla 23.** *Contenido de agua en la mezcla*

Cantidades aproximadas de agua de mezcla en kilogramos o litros por 1m <sup>3</sup> de concreto en función del asentamiento y el tamaño máximo del agregado								
asentamiento	tamaño máximo del agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	<b>193</b>	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	150	
% aire atrapado	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	0,50	0,30	0,20

Fuente: ACI 211.1,2002.

Para determinar el contenido de aire de la mezcla, utilizaremos la tabla que nos brinda el ACI, en este caso al concreto no se le incluirá aire, por lo tanto, el valor es de 1.5%, en la siguiente tabla se muestran los valores a elegir:

**Tabla 24.** Aire incorporado en la mezcla

tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

Fuente: ACI 211.1,2002

#### 4) Selección de la relación agua-cemento

Inicialmente debido a los parámetros que exige la norma ACI, como medidas de seguridad se incrementó la resistencia a la compresión de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a un  $f'cr=294$  kg/cm<sup>2</sup>, y como el valor no aparece en la tabla, fue necesario hacer una interpolación lineal, en el cual nos dio un resultado de relación agua cemento a/c: 0.56, sin aire incorpora.

**Tabla 25.** Relación Agua/Cemento

Relación Agua/Cemento en Peso Vs. F'c		
f'c (kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	Sin aire Incorporado	Con aire Incorporado
150	0.79	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	0
450	0.38	0

Fuente: ACI 211.1,2002.

### 5) **Calculo del contenido de cemento**

El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado dividido entre la relación a/c, pero la especificación incluye un límite mínimo separado sobre el cemento, además de los requerimientos de resistencia y durabilidad.

$$C=a(a/c)$$

Donde:

C= cantidad de cemento por m<sup>3</sup> de concreto.

a= cantidad de agua por m<sup>3</sup> de concreto.

a/c= relación agua – cemento.

El factor de cemento que obtuvimos fue de 345.63 kg/m<sup>3</sup>, esto lo dividimos por una bolsa de cemento que equivale a 42.5kg, obteniendo así un valor de 8.13bls.m<sup>3</sup>, redondeando este valor para tener una cantidad más óptima a 8.50bls.m<sup>3</sup>.

### 6) **Estimación del contenido de agregado grueso**

Para determinar el volumen del agregado grueso es necesario utilizar la tabla N°16, este volumen está en relación del tamaño máximo nominal (TMN) y el módulo de fineza del agregado fino, el resultado de módulo de fineza del agregado fino fue de 2.96, este valor no está en la tabla por lo que se procedió a relazar una interpolación lineal obteniendo como resultado 0.65, y por último multiplicar por el peso unitario compactado que es 1589kg/m<sup>3</sup>, dando como resultado 1039.21 kg/m<sup>3</sup> de volumen para el agregado grueso.

**Tabla 26.** *Volumen de Agregado grueso*

<b>Volumen de agregado grueso compactado en seco por 1m<sup>3</sup> de concreto vs. Módulo de finura en la arena</b>				
Tamaño Máximo Agregado Grueso	Módulo de fineza de la Arena			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65

1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1,2002, p.23

### 7) Estimación del contenido de agregado fino

Se conocen los valores en peso o volumen de todos los agregados para la mezcla, a excepción del agregado fino que es el que calculara a continuación:

aire=	1.5%	Volumen absoluto de material a partir de un peso
agua=	193 Lt/m <sup>3</sup>	
cemento=	345.63 kg	
Pes.a.grueso=	1039.21 kg	
		$V_{mat} = \frac{W_{mat}}{GE_{mat} * Y_w}$
Cemento=	0.110 m <sup>3</sup>	
Agua=	0.193 m <sup>3</sup>	
Aire=	0.015 m <sup>3</sup>	
Vol. absoluto a. Grueso=	0.390 m <sup>3</sup>	

<b>Total=</b>	<b>0.708 m<sup>3</sup></b>
---------------	----------------------------

Vol.absoluto a. Fino= 0.29 m<sup>3</sup>

Por último, para calcular el agregado fino en kg, simplemente multiplicamos el valor de peso específico por el vol. Absoluto de agregado fino, obtenemos como resultado: 785.19kg.

### 8) Ajuste por humedad del agregado

Para que el concreto puede tener una adecuada hidratación, es necesario tener en cuenta el porcentaje de absorción de los materiales, ya que el agua podría influir en la reacción óptima.

No debemos olvidar, que los agregados tienen un porcentaje de humedad por lo que contienen agua que debe ser restada al valor de absorción quedando el cálculo de la siguiente manera:

$$Peso\ seco \times \left( \frac{w\%}{100} + 1 \right) c$$

\*Agregado fino= 800.104 kg

\*Agregado grueso= 1047.520 kg

Aporte de agua a la mezcla:

$$\frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

\*Agregado fino= 11.762 Lt.

\*Agregado grueso= 2.200 Lt.

### 9) Cálculo de proporciones

Por último, para que el concreto este compuesto por 3 materiales tanto cemento como agregado fino y grueso, todas las proporciones se calculan tomando como referencia al cemento quedando de la siguiente manera:

**Tabla 27.** *Proporciones de diseño*

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
345.63 kg	800.10 kg	1047.52 kg	179.04
1	2.31491338	3.0307511	21.06337
1	2.30	3.00	21.1 lt/bolsa

Fuente: Elaboración propia.

## 3.3. Elaboración de los especímenes

### 3.3.1. Numero de especímenes a ser ensayados

El número de especímenes a ser ensayados esta mencionado en la Tabla N°7, para el caso del bagazo, se deben elaborar otros diseños de mezcla en diferentes porcentajes de adición de esta fibra.

### 3.3.2. Mezclas para muestras cilíndricas y tipo vigas prismáticas de concreto

El diseño de mezclas consistió en establecer las proporciones de materiales teniendo en cuenta las dimensiones de los moldes y de los mismos agregados, se elaboran diseño de mezclas con variantes en cuanto al contenido de fibra, es decir se reemplazó el porcentaje de fibra por el peso del agregado grueso. Obteniendo 4 diseños de mezcla como se muestran en las tablas:

**Tabla 28. Resumen de mezclas para ensayos de compresión y tracción**

RESUMEN MUESTRAS & PROPORCIONES						
N° MEZCLA	COMPRESIÓN				PROPORCIONES X MUESTRA	
	DIMENSIONES	DÍAS	N° VECES			
MEZCLA 0%	10 cm x 20 cm	7	2	Cemento=	0.57 kg	
		14	2	Arena=	1.32 kg	
		28	2	Piedra=	1.73 kg	
		$\Sigma$ =	<b>6</b>	Agua=	0.28 lt	
MEZCLA 0.50%	10 cm x 20 cm	7	2	Cemento=	0.57 kg	
		14	2	Arena=	1.32 kg	
		28	2	Piedra=	1.72 kg	
				Agua=	0.28 lt	
		$\Sigma$ =	<b>6</b>	Fibra=	0.01 kg	
MEZCLA 1.00%	10 cm x 20 cm	7	2	Cemento=	0.57 kg	
		14	2	Arena=	1.32 kg	
		28	2	Piedra=	1.71 kg	
				Agua=	0.28 lt	
		$\Sigma$ =	<b>6</b>	Fibra=	0.02 kg	
MEZCLA 1.50%	10 cm x 20 cm	7	2	Cemento=	0.57 kg	
		14	2	Arena=	1.32 kg	
		28	2	Piedra=	1.70 kg	
				Agua=	0.28 lt	
		$\Sigma$ =	<b>6</b>	Fibra=	0.03 kg	

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se procedió a hacer la mezcla de concreto, con los porcentajes para cada material, según la norma del ACI-211.1, la mezcla aparentaba estar seca, algo que no era común para el técnico del laboratorio, entonces a la cantidad total de agua que aproximadamente era de 15.48 lt, se le adiciono 0.265 lt, más de agua, para así tener una mezcla más fluida y con la cual se podría trabajar mejor, a la hora de vaciar en los encofrados.

**Tabla 29.** Resumen de mezclas para resistencia a la flexión.

RESUMEN MUESTRAS & PROPORCIONES						
N° MEZCLA	FLEXIÓN				PROPORCIONES X MUESTRA	
	DIMENSIONES	DÍAS	N° VECES			
MEZCLA 0%	15 cm. x 15cm. x 50 cm.	28	2	Cemento=	4.08 kg	
				Arena=	9.45 kg	
				Piedra=	12.37 kg	
		$\Sigma$ =	<b>2</b>	Agua=	2.01 lt	
MEZCLA 0.5%	15 cm. x 15cm. x 50 cm.	28	2	Cemento=	4.08 kg	
				Arena=	9.45 kg	
				Piedra=	12.31 kg	
		$\Sigma$ =	<b>2</b>	Agua=	2.01 lt	
MEZCLA 1%	15 cm. x 15cm. x 50 cm..	28	2	Cemento=	4.08 kg	
				Arena=	9.45 kg	
				Piedra=	12.25 kg	
		$\Sigma$ =	<b>2</b>	Agua=	2.01 lt	
MEZCLA 1.5%	15 cm. x 15cm. x 50 cm.	28	2	Cemento=	4.08 kg	
				Arena=	9.45 kg	
				Piedra=	12.19 kg	
		$\Sigma$ =	<b>2</b>	Agua=	2.01 kg	
				Fibra=	0.19 kg	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. Moldes para los ensayos

#### 3.3.3.1. Probetas de concreto

La elaboración consistió en cilindros de 10cm de diámetro por 20cm de alto, con una relación a/c de 0.56, y las vigas de concreto con dimensiones de 15 x15 x 50 cm.



**Figura 21.** Moldes para elaboración de cilindros y vigas de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

El pesaje de los materiales se llevó acabo con una balanza de precisión para obtener resultados lo más exacto posible. También se consideró los pesos de los baldes o moldes, estos se restaron en todos los procesos de pesaje.



**Figura 22.** Pesaje de materiales en balanza.

Fuente: Elaboración propia.

La limpieza de los moldes se realizó con una espátula y luego un cepillo metálico, esto para quitar residuos de concreto de vaciados antiguos, después se engraso con aceite, quedando listo para el vaciado de la mezcla.

La compactación se realiza a mano, para cilindros en 3 capas con 25 golpes por cada capa, en ambos casos con una varilla de 5/8" y punta redondeada, además de golpear

los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho esto con el fin de cerrar los vacíos y por último enrasar la superficie con la misma varilla.



**Figura 23.** Compactado de la mezcla de concreto.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 24.** Elaboración de las 56 muestras de concreto a ensayar.

Fuente: Elaboración propia.

El desencofrado se llevó a cabo después de 24 horas, de haber sido vaciada la mezcla de concreto en las muestras.



**Figura 25.** Desencofrado de muestras de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

El curado de la muestra se llevó a cabo en una piscina improvisada en el laboratorio, el curado influye en la resistencia ya que la temperatura y la humedad se deben mantener constantes.



**Figura 26.** Curado de muestras de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

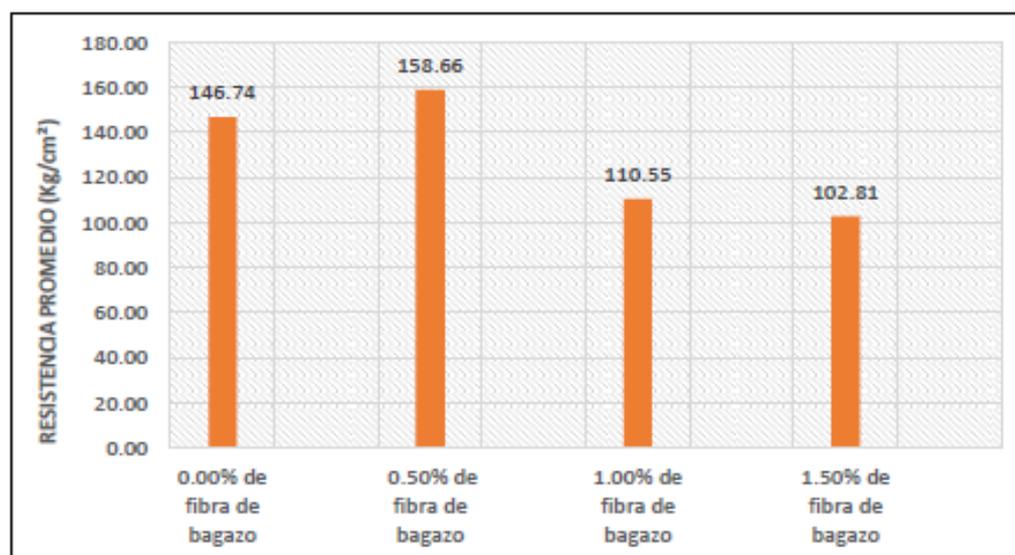
### **3.4. Ensayos de resistencia a la compresión**

Los resultados dependerán de los días de curado de la muestra cilíndrica, con los datos obtenidos se realizarán las comparaciones correspondientes:

**Tabla 30.** Resultados de ensayos a compresión para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 7 días de curado

MUESTRA	% de fibra	longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga de rotura(kg)	$f_c$ (7) días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
CL-1	0.00%	20.03	10.01	11,525.83	146.46	146.74	
CL-2		20.01	10.03	11,616.74	147.03		
CL-1	0.50%	20.00	10.00	12,570.88	160.06	158.66	8.12%
CL-2		20.01	10.01	12,375.90	157.26		
CL-1	1.00%	20.01	10.03	8,505.64	107.65	110.55	-24.65%
CL-2		20.03	10.05	9,000.00	113.45		
CL-1	1.50%	20.00	10.01	8,199.85	104.20	102.81	-29.94%
CL-2		20.01	10.02	7,998.25	101.43		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 27.** Comparación de resistencia a compresión con 7 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.

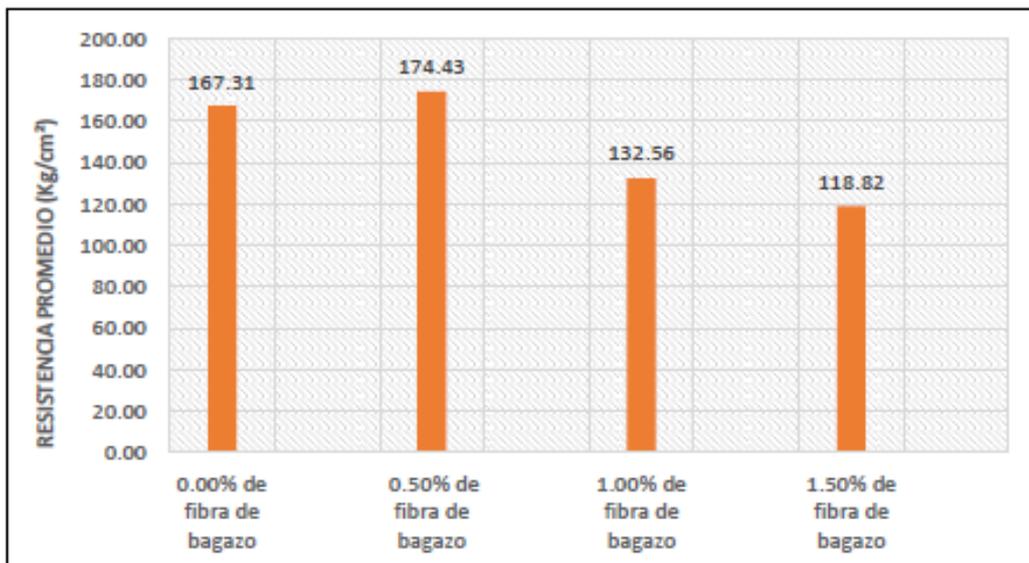
Fuente: Elaboración propia.

A simple vista se observa que el primer porcentaje de fibra 0.50%, aumenta la resistencia en un 8.12%. En comparación con la muestra patrón, pero conforme se aumentó la cantidad de fibra la resistencia va en descenso, estos datos serán tomados en cuenta para comparar en la resistencia final que se medirá a los 28 días de curado.

**Tabla 31.** Resultados de ensayos a compresión para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 14 días de curado

MUESTRA	% de fibra	longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	$f'c$ (14 días) ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	% de resistencia
CL-1	0.00%	20.03	10.02	13,163.26	167.93	167.31	
CL-2		20.03	10.04	13,275.93	167.69		
CL-1	0.50%	20.02	10.02	13,621.47	172.74	174.43	4.26%
CL-2		20.01	10.00	13,832.63	176.12		
CL-1	1.00%	20.03	10.03	10,423.98	132.93	132.56	-20.77%
CL-2		20.03	10.02	10,502.03	133.18		
CL-1	1.50%	20.03	10.04	9,500.16	120.00	118.82	-28.98%
CL-2		20.02	10.01	9,258.64	117.65		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 28.** Comparación de resistencia a compresión con 14 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.

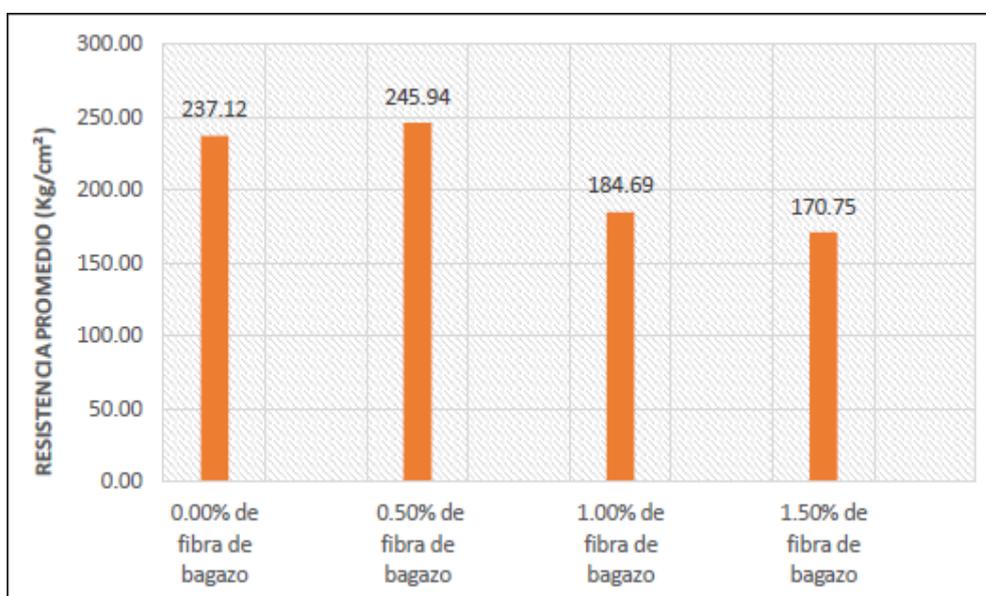
Fuente: Elaboración propia.

Conforme aumentan los días de curado se observa que el porcentaje de 0.50% de fibra va en aumento esta vez para los 14 días, donde presento un aumento de 4.26%. de resistencia en comparación con la muestra patrón. La situación es distinta para los otros porcentajes de fibras donde no se ven mejoras, esos datos serán registrados para la comparación final a los 28 días de curado.

**Tabla 32.** Resultados de ensayos a compresión para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 28 días de curado.

MUESTRA	% de fibra	longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	$f_c$ 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
CL-1	0.00%	20.03	10.04	18,253.14	230.56	237.12	
CL-2		20.03	10.03	19,254.35	243.69		
CL-1	0.50%	20.02	10.03	19,524.32	247.11	246.94	3.72%
CL-2		20.01	10.00	19,225.02	244.78		
CL-1	1.00%	20.04	10.01	14,235.52	180.89	184.69	-22.11%
CL-2		20.05	10.04	14,923.20	188.50		
CL-1	1.50%	20.03	10.03	13,025.52	164.86	170.75	-27.99%
CL-2		20.02	10.00	13,874.23	176.65		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 30.** Comparación de resistencia a compresión con 28 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.

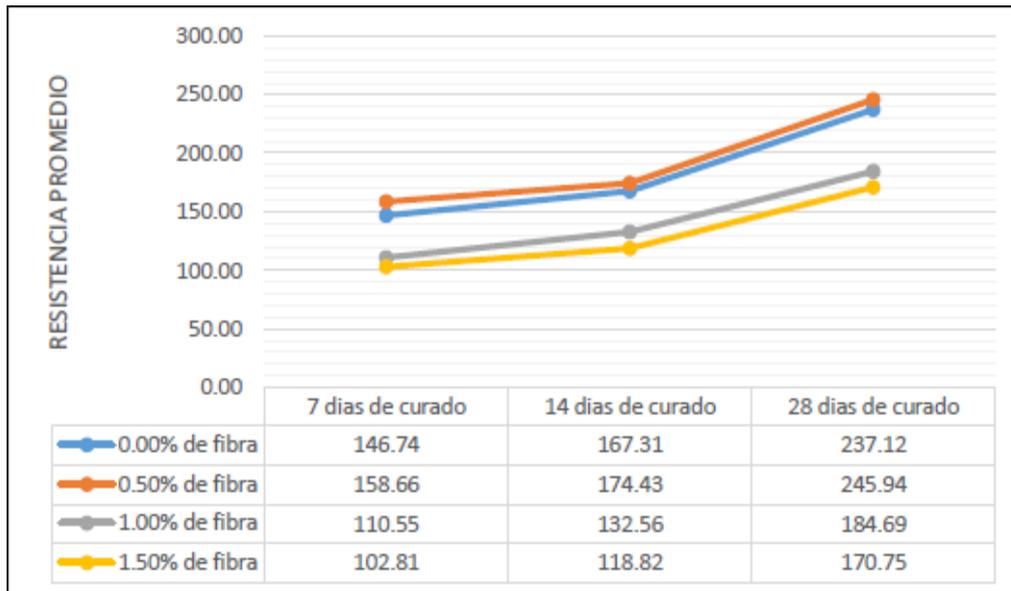
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar un aumento ligero de 3.72% de resistencia con la adición del 0.50% de fibra de bagazo, lo que nos hace suponer que este porcentaje del 0.50% es una dosificación adecuada para considerar en reemplazo por el agregado grueso.

**Tabla 33.** Resumen de resistencia a compresión, a los 7,14 y 28 días de curado

% de fibra de bagazo	0.00% de fibra	0.50% de fibra	1.00% de fibra	1.50% de fibra
Días de curado				
7 días de curado	146.74	158.66	110.55	102.81
14 días de curado	167.31	174.43	132.56	118.82
28 días de curado	237.12	246.94	184.69	170.75

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 31.** Curva de Comportamiento del concreto, con 7,14 y 28 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

La muestra va en aumento hasta llegar a una resistencia de 237.24 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, un 12.92% más del  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, para el caso de la adición de 0.50% de fibra de bagazo se observaron mejoras, un 3.72% más en comparación con la muestra patrón. Lo contrario sucede para la adición del 1.00% y 1.50% de fibra, donde se puede observar una disminución de un -22.11% y -27.99% en comparación de la muestra patrón

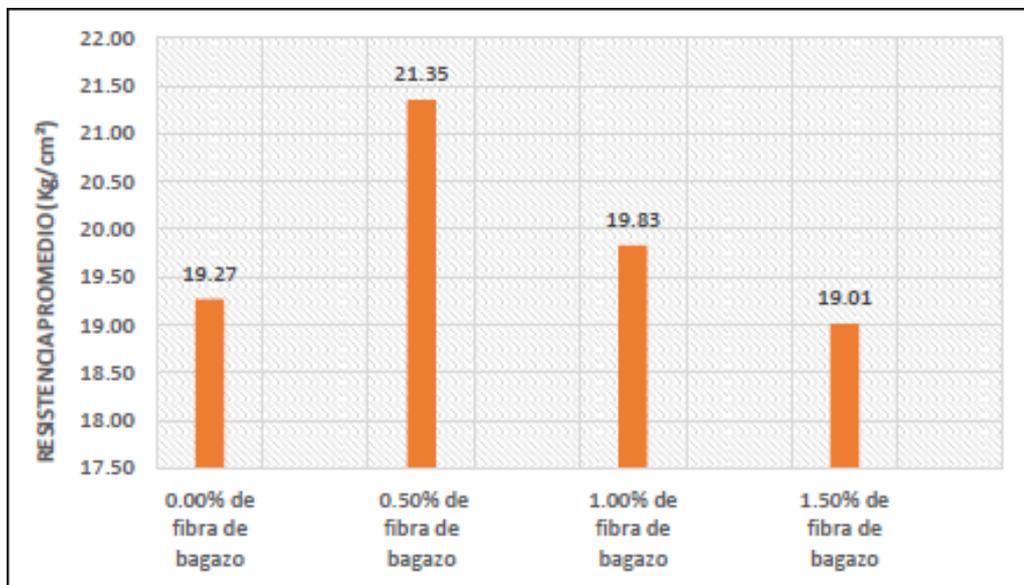
### 3.5. Ensayos de resistencia a la tracción

Los resultados dependerán de los días de curado de la muestra cilíndrica, con los datos obtenidos se realizarán las comparaciones correspondientes:

**Tabla 34.** Resultados de ensayos a tracción para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 7 días de curado

MUESTRA	% de fibra	longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	fr 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
CL-1	0.00%	20.00	10.02	6,298.86	20.02	19.27	
CL-2		20.02	10.00	5,824.47	18.52		
CL-1	0.50%	20.01	10.01	6,525.61	20.74	21.35	10.84%
CL-2		20.01	10.03	6,925.88	21.97		
CL-1	1.00%	20.02	10.03	6,157.20	19.52	19.83	2.91%
CL-2		20.01	10.04	6,352.43	20.13		
CL-1	1.50%	20.03	10.03	6,232.37	19.75	19.01	-1.35%
CL-2		20.00	10.02	5,748.25	18.26		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 31.** Comparación de resistencia a tracción con 7 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra.

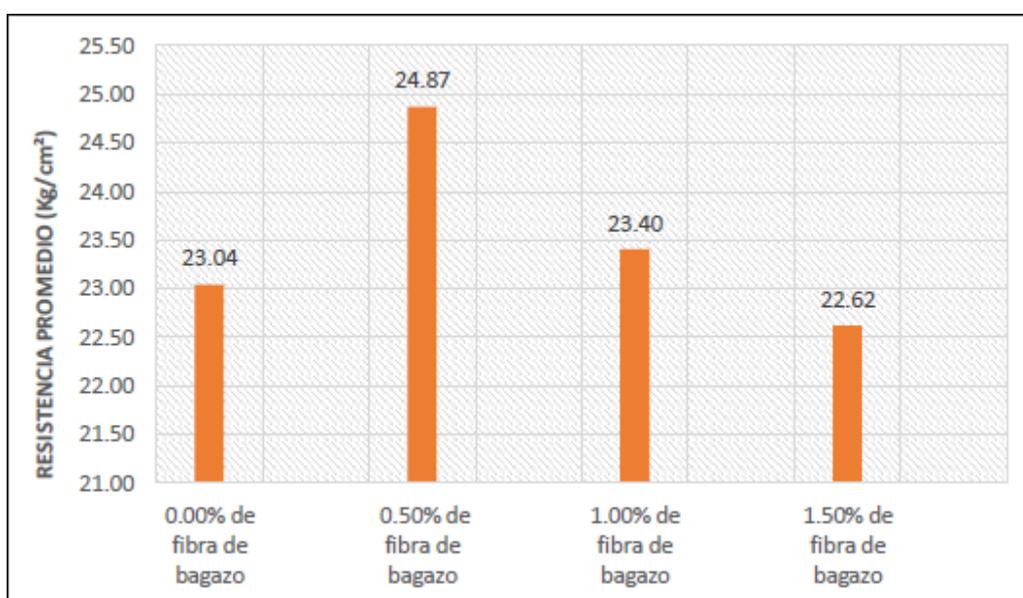
Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción, va en aumento por la incorporación de fibras de bagazo. Con los ensayos realizados podemos comprobar que se aumenta la resistencia para la adición de 0.50% y 1.00% en 10.84% y 2.91% respectivamente. Lo contrario sucede para la adición del 1.50% de fibra donde se observa una pérdida de resistencia.

**Tabla 35.** Resultados de ensayos a tracción para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 14 días de curado

MUESTRA	% de fibra	longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	fr (14) días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
CL-1	0.00%	20.00	10.01	7,019.34	22.32	23.04	
CL-2		20.03	10.03	7,495.79	23.75		
CL-1	0.50%	20.00	10.02	7,722.40	24.53	24.87	7.96%
CL-2		20.01	10.01	7,931.05	25.21		
CL-1	1.00%	20.03	10.02	7,315.61	23.21	23.40	1.58%
CL-2		20.02	10.04	7,450.06	23.60		
CL-1	1.50%	20.03	10.05	6,968.75	22.04	22.62	-1.83%
CL-2		20.01	10.03	7,311.95	23.19		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 32.** Comparación de resistencia a tracción con 14 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra

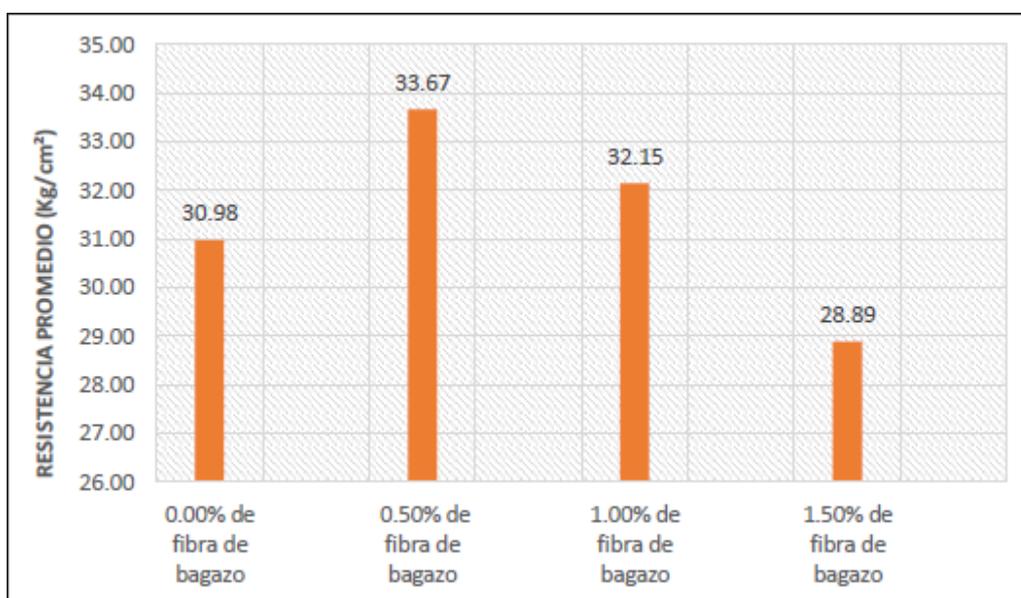
Fuente: Elaboración propia.

La resistencia a la tracción, va en aumento por la incorporación de fibras de bagazo, con los porcentajes del 0.50% y 1.00%, dan como resultado un aumento de 7.96% y 1.58% más en comparación de la muestra patrón. Lo contrario sucede para el porcentaje de 1.50% de fibra en el cual se puede ver que la resistencia disminuye.

**Tabla 36.** Resultados de ensayos a tracción para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 28 días de curado

MUESTRA	% de fibra	longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	fr (28) días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
CL-1	0.00%	20.02	10.01	10,020.91	31.83	30.98	
CL-2		20.02	10.03	9,503.25	30.13		
CL-1	0.50%	20.02	10.02	10,418.30	33.06	33.67	8.66%
CL-2		20.00	10.01	10,776.40	34.27		
CL-1	1.00%	20.03	10.01	10,243.12	32.52	32.15	3.76%
CL-2		20.02	10.02	10,011.23	31.77		
CL-1	1.50%	20.01	10.05	9,181.06	29.06	28.89	-6.74%
CL-2		20.03	10.01	9,045.55	28.72		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 33.** Comparación de resistencia a tracción con 28 días de curado de probetas patrón y probetas con adición de fibra

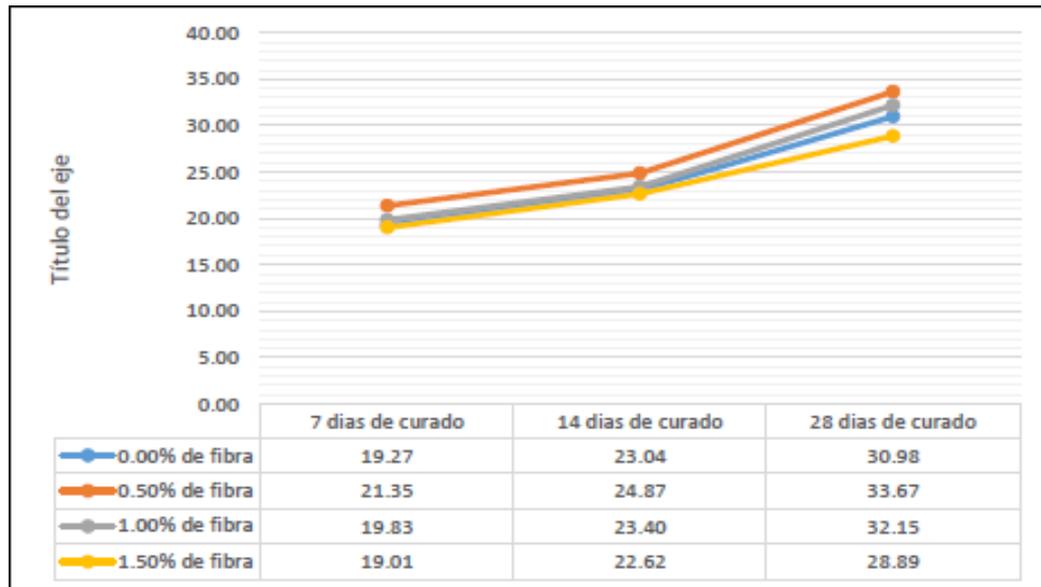
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la adición de 0.50% y 1.00% de fibra de bagazo proporciona mejoras en cuanto al aumento de la resistencia un 8.66% y 3.76% más de resistencia en comparación de las muestras patrón. Lo contrario sucede para el 1.50% el cual disminuye la resistencia.

**Tabla 37.** Resumen de resistencia a tracción, a los 7,14 y 28 días de curado

% De fibra de bagazo	0.00% de fibra	0.50% de fibra	1.00% de fibra	1.50% de fibra
Días de curado				
7 días de curado	19.27	21.35	19.83	19.01
14 días de curado	23.04	24.87	23.40	22.62
28 días de curado	30.98	33.67	32.15	28.89

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 34.** Curva de Comportamiento del concreto, con 7,14 y 28 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

El valor del  $f_r$ , oscila entre  $1.59 \cdot \sqrt{f'_c}$  y  $2.2 \cdot \sqrt{f'_c}$ , para concretos normales, como se puede observar para el resultado de muestra patrón da un resultado de 30.98 kg/cm<sup>2</sup> lo cual esta dentro del parámetro establecido, también se puede observar que los porcentajes de 0.50% y 1.00% dan como resultados 8.66% y 3.76% más de la resistencia patrón. Lo contrario sucede para el porcentaje de fibra de 1.50, el cual disminuye la resistencia en 6.74% en comparación en la muestra patrón.

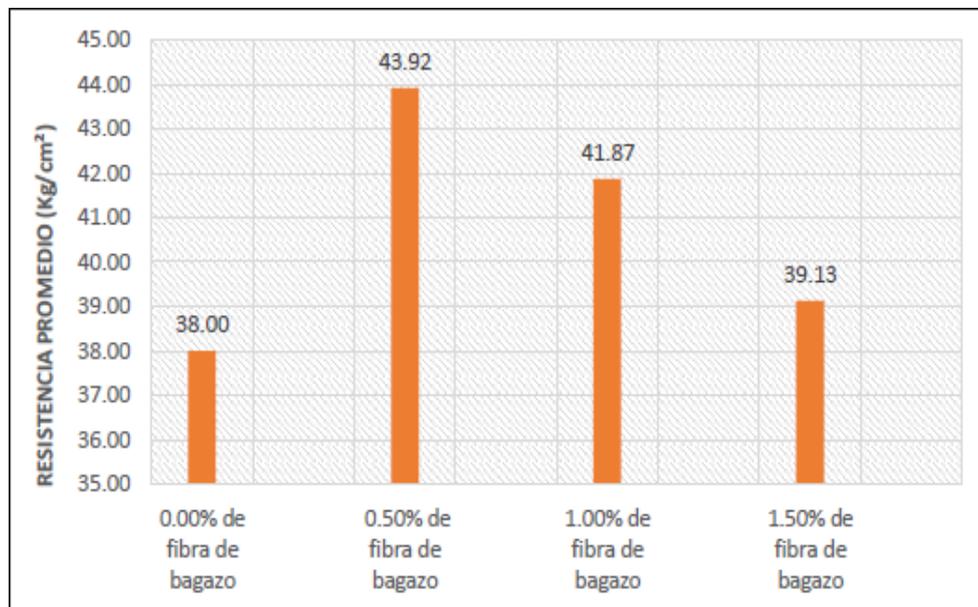
### 3.6. Ensayos de resistencia a la flexión

los resultados dependen de los días de curado del cilindro, con los datos obtenidos se realizarán las comparaciones correspondientes:

**Tabla 38.** Resultados de ensayos a flexión para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con 28 días de curado

MUESTRA	Mr 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Mr. (kg/cm <sup>2</sup> )	% de fibra	% de resistencia
CL-0.1	38.47	38.00	0.00%	
CL-0.2	37.52			
CL-1.1	44.29	43.92	0.50%	15.58%
CL-1.2	43.54			
CL-2.1	41.11	41.87	1.00%	10.20%
CL-2.2	42.63			
CL-3.1	38.52	39.74	1.50%	2.99%
CL-3.2	39.74			

Fuente: Elaboración Propia.



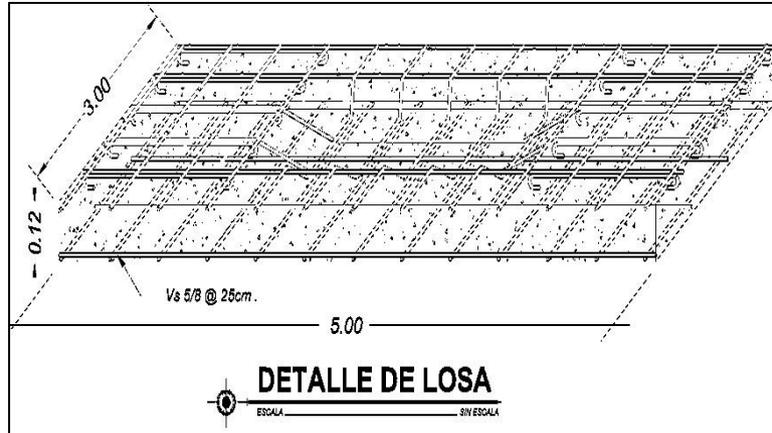
**Figura 35.** Comparación de resistencia a flexión con 28 días de curado, para muestras tipo vigas prismáticas, probetas patrón y probetas con adición de fibra

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica se puede observar como al aumentar los porcentajes de fibra 0.50%, 1.00% y 1.50%, la resistencia en comparación con la muestra patrón aumenta en 15.58%, 10.20% y 2.99%, respectivamente. Sin embargo, la que alcanzo mayor resistencia fue la adición del 0.50% de fibra, la cual hasta el momento ha estado dando buenos resultados en comparación con los ensayos anteriores.

### 3.7. Aplicación de la fibra de bagazo de caña

En esta sección se explicará cómo es que la adición de la fibra de bagazo de caña puede disminuir los costos, tomaremos como ejemplo una losa maciza de concreto armado. Del cual se realizará el cálculo para 1 m<sup>3</sup> de concreto a emplear.



**Figura 36.** Detalle de losa maciza

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 39.** Costo unitario para 1m<sup>3</sup> de concreto  $f'c=210kg/cm^2$

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	Hh	2.0000	1.0667	15.20	16.21
Oficial	Hh	1.0000	0.5333	12.90	6.88
Peón	Hh		5.3333	11.54	61.55
					<b>84.64</b>
<b>Materiales</b>					
Agregado grueso	M3		0.390	95.00	37.05
Agregado fino	M3		0.290	55.00	15.95
Cemento portland tipo i (42.5 kg)	Bls		9.000	18.64	167.76
Agua	M3		0.193	8.00	1.54
					<b>222.30</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	84.64	2.54
Vibrador de concreto 3/4"-2"	Hm	0.5000	0.2667	10	2.67
Mezcladora de concreto tambor 18 hp 11p3	Hm	0.7500	0.4000	20	8.00
					<b>13.21</b>
			$\Sigma =$	S/	<b>320.15</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 40.** Costo unitario para  $1m^3$  de concreto  $f'c=210kg/cm^2$ , adicionando 0.50% de fibra de bagazo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	2.0000	1.0667	15.2	16.21
Oficial	hh	1.0000	0.5333	12.9	6.88
Peón	hh		5.3333	11.54	61.55
					<b>84.64</b>
<b>Materiales</b>					
Agregado grueso 3/4"	m3		0.380	95.00	36.10
Fibra de bagazo de caña, 0.50%	kg		3.200	22.00	70.40
Agregado fino	m3		0.290	55.00	15.95
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bls		9.000	18.64	167.76
Agua	m3		0.193	8.00	1.54
					<b>291.75</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3.0000	84.64	2.54
Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	0.5000	0.2667	10	2.67
Mezcladora de concreto tambor 18 HP 11p3	hm	0.7500	0.4000	20	8.00
					<b>13.206</b>
				$\Sigma=$	<b>S/ 389.60</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41.** Costo unitario para  $1m^3$  de concreto  $f'c=210kg/cm^2$ , adicionando 1.00% de fibra de bagazo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	2.0000	1.0667	15.2	16.21
Oficial	hh	1.0000	0.5333	12.9	6.88
Peón	hh		5.3333	11.54	61.55
					<b>84.64</b>
<b>Materiales</b>					
Agregado grueso 3/4"	m3		0.370	95.00	35.15
Fibra de bagazo de caña, 1.00%	kg		5.000	22.00	110.00
Agregado fino	m3		0.290	55.00	15.95
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bls		9.000	18.64	167.76
Agua	m3		0.193	8.00	1.54
					<b>330.40</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3.0000	84.64	2.54

Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	0.5000	0.2667	10	2.67
Mezcladora de concreto tambor 18 HP 11p3	hm	0.7500	0.4000	20	8.00
					<b>13.206</b>
				$\Sigma =$	<b>S/ 428.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42.** Costo unitario para  $1m^3$  de concreto  $f'c=210kg/cm^2$ , adicionando 1.50% de fibra de bagazo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	2.0000	1.0667	15.2	16.21
Oficial	hh	1.0000	0.5333	12.9	6.88
Peón	hh		5.3333	11.54	61.55
					<b>84.64</b>
<b>Materiales</b>					
Agregado grueso 3/4"	m3		0.360	95.00	34.20
Fibra de bagazo de caña, 1.00%	kg		8.000	22.00	176.00
Agregado fino	m3		0.290	55.00	15.95
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bls		9.000	18.64	167.76
Agua	m3		0.193	8.00	1.54
					<b>395.45</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3.0000	84.64	2.54
Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	0.5000	0.2667	10	2.67
Mezcladora de concreto tambor 18 HP 11p3	hm	0.7500	0.4000	20	8.00
					<b>13.206</b>
				$\Sigma =$	<b>S/ 493.30</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con las tablas generadas de costo unitario para  $1 m^3$  de concreto,  $f'c=210 kg/cm^3$ , se obtuvo un total de S/320.15. Con la adición del 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibra de bagazo en reemplazo del agregado grueso, se obtuvieron los siguientes precios, con 0.50% de fibra, se obtuvo S/389.60, lo que significa un aumento del 21.70%. Para la adición del 1.00% de fibra, se obtuvo S/428.25, esto es un aumento de 33.77%. Por último, para la adición del 1.50% de fibra, se obtuvo S/493.30, un aumento del 54.00%, en comparación con el presupuesto inicial.

#### **IV.- DISCUSIÓN**

- Con respecto al tratamiento que se le da a la fibra de bagazo, España y Molina (2013), nos mencionan que se debe lavar la fibra con agua para eliminar cualquier impureza, y luego dejar secar al sol por 24 horas, posterior a eso, realizar un tratamiento con hidróxido de calcio y luego dejar secarlo por otras 24 horas y finalmente ya se podría utilizar la fibra para la mezcla de concreto.

Con respecto a ello, en este proyecto de investigación, se le aplicó a la fibra de bagazo un tratamiento con parafina, un tipo de cera, esta se puede comprar en cualquier ferretería. El tratamiento consiste en hacer un tamizado o simplemente pasar las fibras por una malla, con el fin de eliminar las impurezas. Luego de eso se mezclará la parafina con las fibras de bagazo, por un periodo de 5 minutos, sacar y dejar secando unos 20 minutos. La fibra quedará lista para utilizarse en la mezcla del concreto, este tratamiento resultó ser más práctico a diferencia del anterior tratamiento que se necesita 48 horas, para poder utilizar la fibra ya tratada.

- Según Silva José (2016), en su tesis propuso utilizar 5.00%, 10.00% y 20.00% de fibra de bagazo, y menciona que al realizar la mezcla y hacer la prueba de Cono de Abrams o Slump test, la consistencia varía de 3” a 5”, esto debido al aumento de porcentaje de fibra. En esta investigación se reemplazó parte del agregado grueso por fibra de bagazo.

Comparando sus estudios con este proyecto de investigación nos damos cuenta que los porcentajes de fibra utilizados no concuerdan. En este proyecto de investigación empleamos dosificaciones de fibra en 0.50%, 1.00% y 1.50% en reemplazo de agregado grueso, el resultado de cono de Abrams o Slump test, fue de 3.5”, y mientras aumentábamos el porcentaje de fibra, el ensayo de cono de Abrams arrojó un resultado que oscilaba entre los 3.5” y 4”, justamente lo requerido por el diseño de mezcla. La trabajabilidad del concreto nunca se vio afectada, lo que hace suponer que los porcentajes utilizados son adecuados para hacer una mezcla de concreto y que no afecte su trabajabilidad.

- Para los resultados de Silva José (2016), de ensayos a compresión, sin adición de fibra ensayado a los 28 días de curado, obtuvo un resultado de 353.55 kg/cm<sup>2</sup> para una resistencia de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de fibra en 5.00%, 10.00% y 20.00% obtuvo resultado de 305.90 kg/cm<sup>2</sup>, 268.09 kg/cm<sup>2</sup> y 179.37 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. La longitud de la fibra que se utilizó en la tesis de Silva José, está en relación de 1.5 cm y 2.5 cm.

A diferencia de esta tesis donde se empleó fibras con una longitud de entre 3 a 6 cm. La resistencia promedio a compresión a los 28 días de edad de las probetas de concreto sin adición de fibra dio como resultado 237.12 kg/cm<sup>2</sup>. Las probetas con adición de fibra de bagazo en 0.50%, 1.00% y 1.50%, dan como resultados 245.94 kg/cm<sup>2</sup>, 184.69 kg/cm<sup>2</sup>, 170.75 kg/cm<sup>2</sup>. Con los valores obtenido se puede decir que el porcentaje adecuado es el de 0.50% de fibra el cual aumenta la resistencia a la compresión. Lo contrario sucede para el 1.00% y 1.50% de fibra, donde no se ven mejoras.

- Según España Dulce y Molina Gómez (2013), para sus ensayos de resistencia a la flexión usaron un tratamiento de lavado con hidróxido de calcio, esto para limpiar a la fibra de caña panelera de cualquier impureza, también utilizaron fibras con longitudes comprendidas entre 5-8 cm, con los porcentajes, 0.50%, 2.50%, 5.00%, en reemplazo del agregado fino, esto para un diseño de mezcla mediante el método de “gráfico de las granulometrías”, diseñado para una resistencia del concreto de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, teniendo como resultados: 41.30 kg/cm<sup>2</sup> para la mezcla patrón y 41.50 kg/cm<sup>2</sup>, 40.99 kg/cm<sup>2</sup>, 38.13 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de fibra respectivamente, todo a los 28 días de curado.
- En comparación con nuestros resultados, para fibras de bagazo de caña tratada con parafinas y longitudes de 3 a 6 cm, la muestra patrón dio un valor de 38.00 kg/cm<sup>2</sup>, y la fibra en porcentajes de 0.50%, 1.00%, 1.50%, en reemplazo del agregado grueso, donde se obtuvieron los resultados 43.92 kg/cm<sup>2</sup>, 41.87 kg/cm<sup>2</sup> y 39.13 kg/cm<sup>2</sup>, a simple vista se puede ver un aumento en la resistencia, para los 3 porcentajes de fibra, a diferencia de los resultados de la tesis en comparación.

## **V.- CONCLUSIONES**

- Se concluye, que. la adición de fibra de bagazo modifica la resistencia a la compresión. El caso de 0.50% de fibra de bagazo a los 28 días de ensayo resulto 3.72%, más de resistencia en comparación con la muestra patrón, por lo que la adición mencionada resulta aceptable en reemplazo de parte del agregado grueso.
- La resistencia a la tracción con adición de fibra de bagazo en 0.50% a los 28 días de ensayo, resulto 8.66% más en comparación con la muestra patrón. Para la adición del 1.00% de fibra de bagazo se obtuvieron 3.76% más en comparación con la muestra patrón. La adición del 0.50% y el 1.00% de fibra, mejoran la resistencia a la tracción, de manera que estas cantidades de fibra se pueden emplear en elementos sometidos a tracción.
- Se concluye, para la resistencia a la flexión, adicionando 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibra de bagazo, sólo ensayado a los 28 días de curado, aplicando carga a los tercios del tramo de la viga, obteniendo 15.58%, 10.20% y 2.99%, más de resistencia en comparación con la muestra patrón. Estos resultados son aceptables, de manera que las adiciones de fibra en los porcentajes ya mencionados mejoran la resistencia a la flexión del concreto, entonces puede ser aplicado a proyectos futuros.
- Se concluye, que, al adicionar fibras de bagazo de caña en reemplazo del agregado grueso producen un aumento significativo en cuanto al costo de elaborar 1 m<sup>3</sup> de concreto para una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. aumentan el costo, esto es debido al tratamiento que se le dio a la fibra de bagazo.
- Finalmente se concluye, que el objetivo principal cumple parcialmente, esto es debido, a que la resistencia a la compresión de las 3 cantidades propuestas de fibra de bagazo sólo la adición del 0.50% presenta mejoras en favor de la resistencia. Para la resistencia a la tracción, los porcentajes de 0.50% y 1.00%, son los que aportan mejoras en favor de la resistencia. Para la resistencia a la flexión, el caso es distinto ya que los porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50%, aportan mejoras en favor de la resistencia. Estos resultados son aceptables y pueden ser aplicables a proyectos futuros.

## **VI. - RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más investigaciones con los mismos porcentajes presentados en esta investigación, con la finalidad de tener más resultados estadísticos.
- Almacenar los materiales, en especial la fibra de bagazo, en un lugar totalmente cubierto y seco, de esa forma se asegurará de que no ocurran cambios bruscos en la humedad.
- Se recomienda evaluar la influencia del tratamiento empleado para las fibras de bagazo.
- Se recomienda aumentar la cantidad de muestras cilíndricas y vigas prismáticas, para un mejor promedio.
- Se recomienda evaluar otras metodologías para el diseño de mezcla.
- Finalmente se recomienda continuar con estudios relacionados con las fibras naturales respecto a otros materiales naturales existentes, aplicando tratamiento como la parafina o floculantes.

## **VII.- REFERENCIAS**

ASTORGA, Ariana; Rivero, Pedro. Patologías en las edificaciones [en línea]. Centro de investigación en gestión integral de riesgo, 2009 [fecha de consulta: 13 de junio 2018]. Disponible en: <https://docplayer.es/8329985-Patologias-en-las-edificaciones-modulo-iii-seccion-iv-ariana-astorga-pedro-rivero-cigir-html>

ALMAZAN DEL OLMO, Oscar. El bagazo de la caña de azúcar conocimiento y potencial [en línea]. Octubre de 2013. [fecha de consulta 25 de mayo de 2018]. Disponible en: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjD09bhn87gAhUFZawKHVehC9IQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fkarin.fq.uh.cu%2Facc%2F2016%2FCIENCIAS\\_TECNICAS%2F032%2FNew%2FDocumentaci%25C3%25B3n%2FParte%2520IX%2FBibliograf%25C3%25ADa%2FCap.%25204%2F8.pdf&usg=AOvVaw0DkDASjGQpelUebZKGqcWk](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjD09bhn87gAhUFZawKHVehC9IQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fkarin.fq.uh.cu%2Facc%2F2016%2FCIENCIAS_TECNICAS%2F032%2FNew%2FDocumentaci%25C3%25B3n%2FParte%2520IX%2FBibliograf%25C3%25ADa%2FCap.%25204%2F8.pdf&usg=AOvVaw0DkDASjGQpelUebZKGqcWk)

ANTILLON, Jorge. Uso de fibras en el concreto, división químicos para la construcción [en línea]. Enero del 2016, [fecha de consulta: 18 de mayo de 2018].

Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwia9ejos7gAhUygK0KHXRHC1gQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.revistacyt.com.mx%2Fpdf%2Fenero2016%2Fexperto.pdf&usg=AOvVaw3S-JSMcusGCo3uIS3Hft2L>

ABANTO, Tomas. Tecnología del concreto. 5. ed. San Marcos. Lima Perú, 2009. 242 pp. ISBN: 978-612-302-060-6

ARBELÁEZ, Anacilia. Mortero reforzado con fibras de bambú, Revista facultad Nacional de Agronomía Medellín, (50): 131-151. 1997. ISSN: 0304-2847.

BARRIOS Mogollón, Laura. Aplicación de residuos agrícolas de caña de azúcar como material alternativo en elementos constructivos. Tesis para optar el título de (Arquitecto). Venezuela: Universidad Simón Bolívar, 2016. 115 pp.

BARRA, Marilda, APONTE, Diego y VALLS, Susana. Impacto ambiental en el ámbito de los materiales de construcción [en línea].2005. [fecha de consulta: 20 de junio de 2018]. Disponible en:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11662/31\\_impacto%20ambiental%20ojid%202011.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11662/31_impacto%20ambiental%20ojid%202011.pdf)

CARRILLO, Shirley. Estudio comparativo entre tecnologías de producción de concreto: Mixer y Dispensador. Tesis de titulación (Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2003.

Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handel/123456789/1427>

CARRANZA Gonzales, Carlos. Estudio sobre el comportamiento mecánico de mortero reforzado con fibras de bambú con diferentes denominaciones geométricas. Tesis (Ingeniería Civil). Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, 2013. 85 pp.

Natioanl Ready Mixed Concrete association NRMCA. Resistencia a flexión del concreto [en línea]. Agosto 2006. [fecha de consulta: 11 de mayo de 2018].

Disponible en <http://www.nrmca.org./aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>

CÓRTEZ, Raúl y HERNÁNDEZ, Sheila. El Bagazo de la caña de azúcar usos y derivados [en línea].1.ed.México: Universidad de Veracruzana, 2007. [fecha de consulta: 3 de julio de 2018].

Disponible en: <http://www.worldcat.org/title/bagazo-de-la-cana-de-azucar-usos-y-derivados/oclc/100083105>

CONSTRUCCION y Medio Ambiente, Arquitectura sustentable, desarrollada a partir de las construcciones problemáticas agresiva de fines de los '80, 2017, [consultada en el 13 de septiembre de 20018]. Disponible en: <https://www.construccionymedioambiente.org>

ESPAÑA Dulce, Carlos y Molina Gómez, Leidy. Evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto, al adicionarle fibra natural tipo bagazo de caña panelera generada en el departamento de Nariño. tesis para (título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad de Nariño, 2013. 95 pp.

ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación. 3ra. ed. Caracas, Editorial Oriol Ediciones, 1999. 68pp.

ISBN:9800738681

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado.5. ed. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 677pp.

ISBN: 9972427307

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BATISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea].5. ed. Ciudad de México, 1998. [fecha de consulta: 18 de junio de 2018]. Disponible en:

[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologiadelainvestigación5taEdicion.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologiadelainvestigación5taEdicion.pdf)

ISBN: 9786071502919

INSTITUTO Nacional de seguridad e higiene en el trabajo, Cera de Parafina, Humos: Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional de la cera de parafina, Humos, Documentación Exposición Profesional, México, 2009. 3 pp.

KASENG, Freddy; GUILLEN, Oscar. Guía práctica para elaborar plan de tesis y tesis de post grado. Editorial Ando Educando. 2014 [fecha de consulta:20 de junio de 2018].

Disponible en: <https://es.calameo.com/books/0025973564309b9a75b6f>

Mc CORMAC, Jack y BROWN, Russel. Diseño de concreto reforzado. Octava edición con el código ACI 318-08, Alfaomega Grupo Editor, S.A., México,2011.

ISBN: 9786077072317

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN, para hacer tesis. Lima: Moreno, E, (9 de agosto del 2013). Recuperado de: <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot/2013/08/importancia-de-hipotesis-en-una.html>

MAYORGA Rojas, Juan y BARBOSA Galeano, Cristian. Caracterización mecánica del concreto reforzado con fibras de fique modificando la matriz cementicia con aditivo a base de humo de sílice. Tesis de grado (título de Ingeniero Civil). Colombia:Universidad Piloto de Colombia, 2015. 182 pp.

MINISTERIO DE CULTURA Y RIEGO. Perfil técnico n°5. Producción de caña de azúcar en el Perú, perspectivas. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2018]. Disponible en:<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewijoYin94PeAhVow1kKHaiADUAQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.minagri.gob.pe%2Fportal%2F analisis-economico%2F analisis-2017%3Fdownload%3D11375%3Aboletin-produccion-de-cana-de-azucar&usg=AOvVaw2hVQIR0Z9WkAVxHQZA511U>

NAVARRO, Arellano, Jose. Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de estopa de coco. Tesis para optar (título de Ingeniero Civil). Universidad de Colima, 2005. 132 pp.

NORMA Técnica Peruana. NTP 339.034: Hormigón (concreto): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, 2008. 22 pp.

NORMA Técnica Peruana NTP 339.078: Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima, 2012. 14 pp.

PÉREZ Loayza, Héctor. Diseño y obtención de concretos fibroreforzados. Investigación realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC). facultad de ingeniería civil. 2015. 30pp.

PARAFINA, Conceptos, características y usos de la parafina, [fecha de consulta: 14 de junio de 2018].

Disponible: <https://www.ecured.cu/Parafina>

PARICAGUÁN Morales, Belén. Contribución del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para uso en construcción. Tesis (Doctorado en Ingeniería Química). Venezuela: Universidad de Carabobo (Valencia), 2015. 274 pp.

REGALADO, Flavio, informe de prácticas azucarera Tuman [en línea]. 2013  
Disponible en: <https://es.scribd.com/documente/142871406/Informe-de-Practicas-en-Fabrica-Tuman>

SÁNCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y el mortero [en línea]. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2001. 349pp.  
ISBN: 9589247040,9789589247044

RUIZ SARAY, Rosa Amparo. Estructura para la presentación escrita de los informes del proyecto integrador. En: ASESORÍA METODOLÓGICA (6º Revisión: 26 de enero de 2008: Bogotá). Bogotá: Universidad de La Salle, 2008. 9p.

R, PARK; T. PAULAY. Estructuras de concreto reforzado. 4ta.ed. México (1988).  
ISBN: 9681801008

SILVA Villanueva, Luis; Reyna Pari, Cesar. Reutilización de plásticos pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. Tesis (Ingeniería Ambiental). Universidad Nacional de Trujillo, 2016. 70 pp.

TERRANOVA. Enciclopedia Agropecuaria (Vol. V.) Santa fe de Bogotá, Colombia. ISBN: 9589271634, 9789589271636

TOMAS, NELSON; Silverman. Metodología de la investigación: el enfoque meta-analítico para síntesis cuantitativa de la literatura en las ciencias del movimiento humano. Universidad de Costa Ricas, 2005, 25pp.

VELA Luis, G.; Yovera Rogger,E.,(2016). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco. Tesis para optar el título de (ingeniero Civil), facultad de ingeniería civil, 2016, 250pp.

VILLANUEVA Monteza, Elizabeth. Influencia de fibra de coco en la resistencia del concreto. Tesis (Ingeniería Civil). Universidad Privada del Norte – Cajamarca, 2016. 318 pp.

WIKIPEDIA, distrito de Túman, población y distribución de áreas de cultivo. Recuperado el 12 de mayo de 2018, de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Tuman](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Tuman)

## **REFERENCIA DE FIGURAS**

Figura 1: [https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm14/pfcm14\\_3\\_1.html](https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm14/pfcm14_3_1.html)

Figura 2: <http://schiller.com.ec/concreto/>

Figura 5: Ministerio de Agricultura y Riego. Perfil técnico n°5. Producción de caña de azúcar en el Perú, perspectivas, de:<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwijoYin94PeAhVow1kKHaiADUAQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.minagri.gob.pe%2Fportal%2F analisis-economico%2F analisis-2017%3Fdownload%3D11375%3Aboletin-produccion-de-cana-de-azucar&usq=AOvVaw2hVQIR0Z9WkAVxHQZA511U>

Figura 4: Residuos profesionales. Bagazo de caña de azúcar. Extraído de: <https://www.residuosprofesional.com/wp-content/uploads/2017/05/>

## **VIII: ANEXOS**

**ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Tabla 43. Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
			VARIABLE (INDEPENDIENTE).- ADICION DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATAMIENTO CON PARAFINA		
<p><b><u>PROBLEMA GENERAL</u></b></p> <p>¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto endurecido?</p> <p><b><u>PROBLEMAS ESPECIFICOS</u></b></p> <p>¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en la resistencia a compresión del concreto endurecido?</p> <p>¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en la resistencia a flexión del concreto endurecido?</p> <p>¿Cómo influye la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina, en la resistencia a tracción del concreto endurecido?</p> <p>¿Es posible disminuir el costo de 1m<sup>3</sup> de concreto, al adicionar fibra de bagazo de caña tratada con parafina?</p>	<p><b><u>OBJETIVOS GENERALES</u></b></p> <p>Evaluar la influencia de la adición de fibra de bagazo de caña tratada con parafina, en las propiedades mecánicas del concreto.</p> <p><b><u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u></b></p> <p>Evaluar la variación de la resistencia a compresión aplicada al concreto endurecido debido a la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina.</p> <p>Evaluar la variación de la resistencia a flexión aplicada al concreto endurecido debido a la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina.</p> <p>Evaluar la variación de la resistencia a tracción aplicada al concreto endurecido debido a la adición de fibras de bagazo de caña tratada con parafina.</p> <p>Evaluar la posibilidad de disminuir el costo de 1m<sup>3</sup> de concreto, al adicionar fibra de bagazo de caña tratada con parafina.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS GENERALES</u></b></p> <p>La adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina, mejora las propiedades mecánicas del concreto endurecido.</p> <p><b><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u></b></p> <p>La adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina, mejora la resistencia a compresión del concreto endurecido.</p> <p>La adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina, mejora la resistencia a flexión del concreto endurecido.</p> <p>La adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar tratada con parafina, mejora la resistencia a tracción del concreto endurecido.</p> <p>La adición de la fibra de bagazo de caña tratada con parafina, disminuye el costo de 1m<sup>3</sup> de concreto.</p>	<b>VARIABLE 1 (INDEPENDIENTE).- ADICION DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATAMIENTO CON PARAFINA</b>		
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
			D1: Volumen de fibra de bagazo de caña.	I1: Volumen en porcentajes de fibra de bagazo de caña (0.50%, 1.0%, 1.50%), reemplazo del agregado grueso.	Ensayo de granulometria de materiales (malla n°6) /Balanza
			<b>VARIABLE 2 (DEPENDIENTE).- PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>			
D1: Propiedades mecánicas del concreto endurecido	I1: Resistencia a la compresión con la adición de (0.5-1-1.5%) de fibra de bagazo.	Maquina de roptura / Norma Tecnica Peruana (NTP 339.034)			
	I2: Resistencia a la flexión con la adición (0.5-1-1.5%) de fibra de bagazo.	Maquina de roptura / Norma Tecnica Peruana (NTP 339.078)			
	I3: Resistencia a la tracción con la adición de (0.5-1-1.5%) de fibra de bagazo.	Maquina de roptura / Norma Tecnica Peruana (NTP 339.084)			

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO N°2: ENSAYO DE AGREGADOS**

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL**  
**MTC E 204 - 2000 / NTP 339.128:1999**  
**ASTM C 136-05 / AASHTO T - 27**

CÓDIGO : FC-002  
 VERSIÓN : 1.0  
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

REGISTRO : 077-2018/JR

UBICACIÓN : LAMBAYEQUE - PERÚ

FECHA : 18/09/2018

SOLICITANTE : CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Romania  
 Agregado Fino

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS						
SERIE AMERICANA	MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
	3"	76.200				
	2 1/2"	63.500				
	2"	50.800				
	1 1/2"	38.100				
	1"	25.400				
	3/4"	254.000				
	1/2"	12.700				
	3/8"	9.525				
	1/4"	6.350				
	N° 4	4.750				100
	N° 6	3.360	58.4	22	22	78
	N° 8	2.360	49.4	19	41	59
	N° 10	2.000	15.9	6	47	53
	N° 15	1.180	41.3	16	63	37
	N° 20	0.850	15.9	6	69	31
	N° 30	0.600	14.1	5	74	26
	N° 40	0.425	11.3	4	78	22
	N° 50	0.300	9.4	4	82	18
	N° 60	0.180	11.7	4	86	14
	N° 100	0.150	3.5	1	87	13
	N° 200	0.075	8.5	3	90	10
	-200	MTC E 204 - 2000	27.5	10	100	

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Muestra Seca Inicial	21,654.0 g
Material > 3"	100.0 %
Material Ret. 2"	
Material Ret. 3/4"	
Material Ret. 3/8"	
Material Ret. N°4	
Material < N°4	21,654.0 g
	100.0 %
FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)	
Peso seco antes del lavado + Tarro	309.3
Peso sacro después del lavado + Tarro	281.8
Peso del Tarro	42.2
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS	
Tamaño Máximo (mm)	4.750
Porcentaje de Grava > N°4 (%)	90
Porcentaje de Arena < N°4 (%)	10
Porcentaje de Pas. N°200 (%)	10
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Límite líquido (%)	NP
Límite plástico (%)	NP
Índice plástico (%)	NP
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05 SP-SM
Clasificación AASHTO	ASTM D 3282 A-1-b (0)
DESCRIPCIÓN DE SUELO	
SUCS	Arena pobremente gradada con limo
AASHTO	Bueno



OBSERVACIONES :

*Rafael Hilario Salcedo*  
**RAFAEL HILARIO SALCEDO**  
 TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Soledad Aurelia Barzola Susano*  
**SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO**  
 INGENIERA CIVIL  
 Rg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL**  
**MTC E 204 - 2000 / NTP 339.128:1999**  
**ASTM C 136-05 / AASHTO T - 27**

**CÓDIGO :** FC - 002  
**VERSIÓN :** 1.0  
**VIGENCIA :** 31/12/2018

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018  
**UBICACIÓN :** LAMBAYEQUE - PERÚ  
**SOLICITANTE :** CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE

**REGISTRO :** 077 - 2018JR  
**FECHA :** 18/09/2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
**IDENTIFICACIÓN :** Cantera Romania  
 Agregado Grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400	177.0	9	9	91
3/4"	19.050	391.3	21	30	70
1/2"	12.700	950.3	40	70	30
3/8"	9.525	225.1	10	80	20
1/4"	6.350	315.9	14	94	6
N° 4	4.750	135.1	6	100	
N° 6	3.360				
N° 8	2.360				
N° 10	2.000				
N° 16	1.180				
N° 20	0.850				
N° 30	0.600				
N° 40	0.425				
N° 50	0.300				
N° 80	0.180				
N° 100	0.150				
N° 200	0.075				
-200	MTC E 202 - 2000				

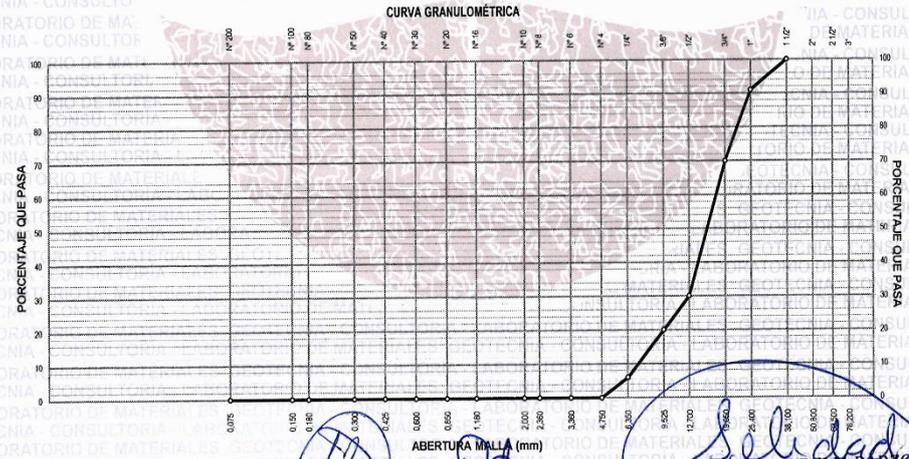
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Muestra Seca Inicial	35,621.0 g	100.0 %
Material > 3"		0.0 %
Material Ret. 2"	0.0 g	0.0 %
Material Ret. 3/4"	10,686.3 g	30.0 %
Material Ret. 3/8"	17,810.5 g	50.0 %
Material Ret. N°4	7,124.2 g	20.0 %
Material < N°4	0.0 g	0.0 %

FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)	
Peso seco antes del lavado + Tarro	1523
Peso seco después del lavado + Tarro	1523
Peso del Tarro	0

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS	
Tamaño Máximo (mm)	38.100
Porcentaje de Grava > N°4 (%)	100
Porcentaje de Arena < N°4 (%)	0
Porcentaje de Pas. N°200 (%)	0

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Límite líquido (%)	
Límite plástico (%)	
Índice plástico (%)	
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05
Clasificación AASHTO	ASTM D 3282

Descripción de la muestra : Piedra Natural



**OBSERVACIONES:** - NINGUNA

*Rafael Hilario Salcedo*  
 RAFAEL HILARIO SALCEDO  
 TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Soledad Aurelia Barzola Susano*  
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jrgeoconsultores@gmail.com  
 proyectos@jrgeoconsultores.com  
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24  
 San Martín de Porres - Lima

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127:1998**  
**ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265**

CÓDIGO : FC - 004  
 VERSIÓN : 1.0  
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

UBICACIÓN : LAMBAYEQUE - PERÚ

SOLICITANTE : CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE

REGISTRO : 077-2018/JUR

FECHA : 18/09/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Romania

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

Agregado Fino

DESCRIPCIÓN : Arena pobremente gradada con limo

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	373
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	862.2
Peso cápsula + suelo seco (g)	847.7
Peso del Agua (g)	14.5
Peso de la cápsula (g)	85.1
Peso del suelo seco (g)	762.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.9

OBSERVACIONES :

  
 RAFAEL HILARIO SALGADO  
 TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

  
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 proyectos@jrgeoconsultores.com  
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127:1998</b> <b>ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265</b>	CÓDIGO :	FC - 004
	VERSIÓN :	1.0
	VIGENCIA :	31/12/2018

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

**UBICACIÓN :** LAMBAYEQUE - PERÚ **REGISTRO :** 077 - 2018/JR

**SOLICITANTE :** CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE **FECHA :** 18/09/2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN :** Cantera Romania **PRESENTACIÓN :** 01 Saco de polipropileno.  
Agregado Grueso

**DESCRIPCIÓN :** Piedra Natural

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	376
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	1,511.9
Peso cápsula + suelo seco (g)	1,500.5
Peso del Agua (g)	11.4
Peso de la cápsula (g)	73.4
Peso del suelo seco (g)	1,427.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>0.8</b>

**OBSERVACIONES:** - NINGUNA

  
RAFAEL HILARIO SALCEDO  
TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

  
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147  
r.diaz@jrgeoconsultores.com  
jr.geoconsultores@gmail.com  
proyectos@jrgeoconsultores.com  
Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

<b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b> <b>MTC E 205-2000 / NTP 400.022:2002</b> <b>ASTM C 128-04a / AASHTO T-84</b>	<b>CÓDIGO</b> :	<b>FC - 026</b>
	<b>VERSIÓN</b> :	<b>1.0</b>
	<b>VIGENCIA</b> :	<b>31/12/2018</b>

**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

**UBICACIÓN** : LAMBAYEQUE - PERÚ

**SOLICITANTE** : CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE

**REGISTRO** : 077-2018/JR

**FECHA** : 18/09/2018

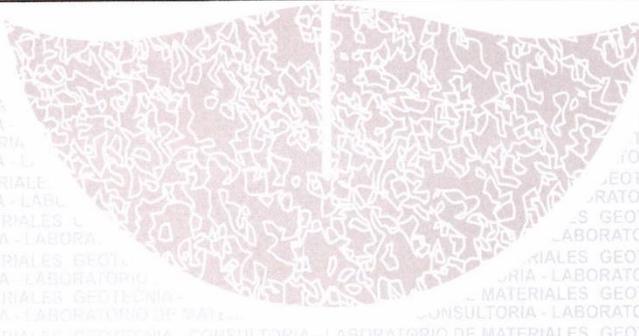
**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN** : Cantera Romania **PRESENTACIÓN** : 01 Saco de polipropileno.

**DESCRIPCIÓN** : Arena pobremente gradada con limo

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		RESULTADOS
	1	2	
Nº DE ENSAYO			
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE)	(g) 300.0	300.0	
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O	(g) 665.6	667.2	
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O + MATERIAL	(g) 965.6	967.2	
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA	(g) 854.5	856.2	
VOLUMEN MASA + VOLUMEN DE VACÍOS	(cm <sup>3</sup> ) 111.1	111.0	
PESO MATERIAL SECO A 105 °C	(g) 298.7	298.7	
VOLUMEN DE MASA	(cm <sup>3</sup> ) 109.9	109.7	
PESO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) 2.688	2.691	<b>2.690</b>
PESO BULK BASE SATURADA	(g/cm <sup>3</sup> ) 2.699	2.703	<b>2.701</b>
PESO APARENTE BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) 2.719	2.724	<b>2.721</b>
ABSORCIÓN	(%) 0.42	0.44	<b>0.43</b>

**OBSERVACIONES** :



  
**RAFAEL HILARIO SALCEDO**  
 TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

  
**SELIDAD ARELLANO BARZOLA SUSANO**  
**INGENIERA CIVIL**  
 Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
**MTC E 206-2000 / NTP 400.021:2002**  
**ASTM C 127-04 / AASHTO T-85**

CÓDIGO : FC - 011  
 VERSIÓN : 1.0  
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

UBICACIÓN : LAMBAYEQUE - PERÚ

REGISTRO : 077 - 2018/JR

SOLICITANTE : CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE

FECHA : 18/09/2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Cantera Romana  
 Agregado Grueso  
 DESCRIPCIÓN : Piedra Natural

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO		RESULTADOS
	1	2	
Nº DE ENSAYO			
PESO MAT.SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) (g)	1,022.3	1,063.9	
PESO MAT.SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AGUA) (g)	640.9	666.1	
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS (cm <sup>3</sup> )	381.4	397.8	
PESO DEL MATERIAL SECO A 105 °C (g)	1,016.3	1,057.6	
VOLUMEN DE MASA (cm <sup>3</sup> )	375.4	391.5	
PESO BULK BASE SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.665	2.659	2.662
PESO BULK BASE SATURADA (g/cm <sup>3</sup> )	2.680	2.674	2.677
PESO APARENTE BASE SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.707	2.701	2.704
ABSORCIÓN (%)	0.59	0.60	0.59

**OBSERVACIONES:**

- NINGUNA

  
 RAFAEL NAVARRO SALCEDO  
 TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

  
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO**  
**MTC E 203-2000 / NTP 400.017:2011**  
**ASTM C 29/C 29M-09 / AASHTO T-19**

**CÓDIGO :** FC - 028  
**VERSIÓN :** 1.0  
**VIGENCIA :** 31/12/2018

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

**UBICACIÓN :** LAMBAYEQUE - PERÚ

**REGISTRO :** 077-2018/JR

**SOLICITANTE :** CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRRIQUE

**FECHA :** 18/09/2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**REFERENCIAS DEL APARATO DE PRUEBA**

**IDENTIFICACIÓN :** Cantera Romania

**PESO :** 3,223.0 g

Agregado Fino

**VOLUMEN :** 5,716.0 cm<sup>3</sup>

**DESCRIPCIÓN :** Arena pobremente gradada con limo

**PRESENTACIÓN :** 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO					
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		
Nº DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (g)	11,430.0	11,407.0	11,426.0	12,673.0	12,665.0	12,699.0
PESO DEL MOLDE (g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0
PESO DE LA MUESTRA (g)	8,207.0	8,184.0	8,203.0	9,450.0	9,442.0	9,476.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0
PESO UNITARIO (kg/m <sup>3</sup> )	1,436	1,432	1,435	1,653	1,652	1,658
<b>RESULTADOS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,434</b>			<b>1,654</b>		

**OBSERVACIONES :**

  
 RAFAEL HILARIO SALCEDO  
 TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

  
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO</b> <b>MTC E 203-2000 / NTP 400.017:2011</b> <b>ASTM C 29/C 29M-09 / AASHTO T-19</b>	<b>CÓDIGO</b> :	<b>FC - 013</b>
	<b>VERSIÓN</b> :	<b>1.0</b>
	<b>VIGENCIA</b> :	<b>31/12/2018</b>

**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXIÓN EN UNA VIVIENDA ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL LOT. 09, MZ. 05 DEL DISTRITO DE TUMAN LAMBAYEQUE 2018

**UBICACIÓN** : LAMBAYEQUE - PERÚ **REGISTRO** : 077 - 2018/JR

**SOLICITANTE** : CHUNGA ORTIZ OSCAR ENRIQUE **FECHA** : 18/09/2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN** : Cantera Romania  
Agregado Grueso

**DESCRIPCIÓN** : Piedra Natural

**PRESENTACIÓN** : 01 Saco de polipropileno.

**REFERENCIAS DEL APARATO DE PRUEBA**

**PESO** : 4,510.0 g

**VOLUMEN** : 10,100.0 cm<sup>3</sup>

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO					
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE ENSAYO						
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (g)	18699.0	18674.0	18685.0	20534.0	20566.0	20578.0
PESO DEL MOLDE (g)	4,510.0	4,510.0	4,510.0	4,510.0	4,510.0	4,510.0
PESO DE LA MUESTRA (g)	14,189.0	14,164.0	14,175.0	16,024.0	16,056.0	16,068.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	10,100.0	10,100.0	10,100.0	10,100.0	10,100.0	10,100.0
PESO UNITARIO (kg/m <sup>3</sup> )	1,405	1,402	1,403	1,587	1,590	1,591
<b>RESULTADOS</b> (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,404</b>			<b>1,589</b>		

**OBSERVACIONES:** - NINGUNA

*Rafael Hilario Salcedo*  
**RAFAEL HILARIO SALCEDO**  
 TÉCNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Soledad Aurelia Barzola Susano*  
**SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 proyectos@jrgeoconsultores.com  
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

## **ANEXO N°3: DISEÑO DE MEZCLAS**

Titulo: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída del distrito de Túman-Chiclavo 2018  
 Tesista: Oscar Enrique Chunga Ortiz  
 Fecha: 14/12/2018

## DISEÑO DE MEZCLA

### Diseño de mezclas por el Método -"ACI 211.1"

#### 1.Datos

##### 1)cemento

Cemento: Sol-tipo I  
 $f'_c$ : 210 Kg/cm<sup>2</sup> (28 días)  
 Peso específico de cemento: 3.15 gr/cm<sup>3</sup>  
 Slump (requerido): 3" - 4"  
 Pe. Agua: 1,000 Kg/m<sup>3</sup>

##### 2)agregados grueso-fino

AGREGADOS	Fino	Grueso
Perfil		Angular
Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1434.00	1404.00
Peso unitario compactado(kg/m <sup>3</sup> )	1654.00	1589.00
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2690.00	2662.00
Módulo de fineza	2.96	-----
Tamaño máximo nominal	-----	1"
% absorción	0.43%	0.59%
% humedad(w)	1.90%	0.80%

#### 2.Parametros de diseño del concreto

##### 1)Calculo del $f'_{cr}$ (resistencia promedio requerida)

Resistencia de diseño: 

$f'_c$ =	210 kg/cm <sup>2</sup>
----------	------------------------

  
 Resistencia promedio requerida: 

<b><math>F'_{cr}</math>=</b>	<b>294 kg/cm<sup>2</sup></b>
------------------------------	------------------------------

Nivel de control: Bueno 

1.2* $f'_c$
-------------

  
 Resistencia de diseño: 

$f'_c$ =	210 kg/cm <sup>2</sup>
----------	------------------------

  
 Resistencia promedio requerida: 

<b><math>f'_{cr}</math>=</b>	<b>252kg/cm<sup>2</sup></b>
------------------------------	-----------------------------

Resistencia promedio requerida: 

<b><math>f'_{cr}</math>=</b>	<b>294kg/cm<sup>2</sup></b>
------------------------------	-----------------------------

##### 2) contenido de aire

Para un TMN de 1": 

Aire=	<b>1.5%</b>
-------	-------------

##### 3)contenido de agua

Para un Slump de 3"-4" y TMN 1" 

a=	<b>193 Lt/m<sup>3</sup></b>
----	-----------------------------

4) Relación agua cemento (a/c) por resistencia f'cr

\*Por ser un concreto no expuesto a condiciones severas, se determinará la relación a/c por resistencia, más no por durabilidad.

\*El valor de f'cr, no se encuentra en la tabla nº5, así que se procede a interpolar.

	<b>f'cr=</b>	<b>294kg/cm<sup>2</sup></b>		
<b>250</b>	-----	<b>0.62</b>		
294	-----	x	<b>X=</b>	<b>0.56</b>
<b>300</b>	-----	<b>0.55</b>		<b>=a/c</b>

5) Determinación del factor cemento

despejando valores

$$\frac{a}{c} = 0.56 \qquad \frac{193}{c} = 0.56$$

$$= \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 345.63 \text{ kg}$$

<b>C=</b>	<b>345.63 kg/m<sup>3</sup></b>
-----------	--------------------------------

Factor Cemento= 

<b>8.13 bls./m<sup>3</sup></b>
--------------------------------

 = 

<b>8.50 bls./m<sup>3</sup></b>
--------------------------------

6) Peso del agregado grueso

Módulo de fineza 2.96  
Tamaño máximo nominal 1"

$$\text{Peso a. g} = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso unitario compactado}$$

<b>2.80</b>	-----	<b>0.67</b>		
2.96	-----	x	<b>X=</b>	<b>0.65</b>
<b>3.00</b>	-----	<b>0.65</b>		

$$\text{Peso a. g} = 0.65 \text{ m}^3 \times 1589 \text{ kg/m}^3$$

<b>1039.21 kg/m<sup>3</sup></b>
---------------------------------

Peso a. g =

7) Cálculo de volumen absoluto (Cemento, Agua, Aire)

aire= 1.5%  
agua= 193 Lt/m<sup>3</sup>  
cemento= 345.63 kg  
Pes.a.grueso= 1039.21 kg

Cemento= 0.110 m<sup>3</sup>  
 Agua= 0.193 m<sup>3</sup>  
 Aire= 0.015 m<sup>3</sup>  
 Vol. absoluto a.grueso= 0.390 m<sup>3</sup>

Total=	0.708 m <sup>3</sup>
--------	----------------------

Vol.absoluto a.fino= 0.29 m<sup>3</sup>

8)Calcular el peso del agregado fino

Peso a. Fino= 785.19 kg

9)Presentación del diseño en estado seco

cemento= 345.63 kg  
 Agregado fino= 785.19 kg  
 Agregado grueso= 1039.21 kg  
 Agua= 193 Lt/m<sup>3</sup>

10)Corrección por humedad de los agregados

formula =

\*Agregado fino= 800.104 kg

\*Agregado grueso= 1047.52 kg

11)Aporte de agua a la mezcla

$(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}$

$\frac{100}{100}$   
 \*Agregado fino= 11.762 Lt.

\*Agregado grueso= 2.200 Lt.

Total=	13.96	lt./m <sup>3</sup>
--------	-------	--------------------

12)Agua efectiva

\*Agua= 179.04 lt. /m<sup>3</sup>

13)Proporcionamiento del diseño

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
345.63 kg	800.10 kg	1047.52 kg	179.04
1	2.3149133	3.0307511	21.06337

14)Proporciones de diseño

1	2.3	3.00	21.1 lt./bolsa
---	-----	------	----------------

**ANEXO N°4: RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN**





**JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL**  
**ALTA CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA**

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**  
**ASTM C 39/C 39M-04 a**

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATADA CON PARAFINA, EXTRAÍDA DEL DISTRITO DE TUMAN-CHICLAYO 2018'  
 ASESOR : ING. LUIS GABRIEL QUIROZ TORRES  
 ALUMNO : OSCAR ENRIQUE CHUNGA ORTIZ  
 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 03 de noviembre del 2018

**INFORMACIÓN DE LA PRENSA DE CONCRETO**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :  
 ESTRUCTURA : La indicada  
 DESCRIPCIÓN : 08 Testigos cilíndricos de concreto  
 MARCA Y MODELO : FORNEY, F-25EX-F-PILOT  
 NÚMERO DE SERIE : 10056  
 CAPACIDAD : 100000 kgf  
 INDICADOR DIGITAL : FORNEY NS<sup>o</sup> 1866-1-3100  
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN : CMC-169-2018

DENOMINACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra Patrón	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.03	10.01	11,526	1,000	146.46	146.46
Muestra Patrón	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.01	10.03	11,617	1,000	147.03	146.97
Muestra con 0,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.00	10.00	12,571	1,000	160.06	160.06
Muestra con 0,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.01	10.01	12,376	1,000	157.26	157.25
Muestra con 1,00 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.01	10.03	8,506	1,000	107.65	107.61
Muestra con 1,00 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.03	10.05	9,000	0,999	113.45	113.39
Muestra con 1,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.00	10.01	8,200	1,000	104.20	104.18
Muestra con 1,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20.01	10.02	7,998	1,000	101.43	101.41

Referencia : ASTM C 39/C 39M-04 a  
 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens  
 Observaciones : Los testigos cilíndricos de concreto fueron realizados en la Empresa de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.  
 RICCARDO FRANCESCO  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 203395



**JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL**

**ALCALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA**

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
ASTM C 39/C 39M-04 a**

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATADA CON PARAFINA, EXTRAIDA DEL DISTRITO DE TUMAN-CHICLAYO 2018"  
 ASESOR : ING. LUIS GABRIEL QUIROZ TORRES  
 ALUMNO : OSCAR ENRIQUE CHUNGA ORTIZ  
 FECHA DE EMISION : Lima, 10 de noviembre del 2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :  
 ESTRUCTURA : La indicada  
 DESCRIPCIÓN : 08 Testigos cilindricos de concreto

INFORMACION DE LA PRENSA DE CONCRETO :  
 MARCA Y MODELO : FORNEY F-25EX-F-TPHLOT  
 NUMERO DE SERIE : 10086  
 CAPACIDAD : 100000 kgf  
 INDICADOR DIGITAL : FORNEY NS\* 8886-13100  
 CERTIFICADO DE CALIBRACION : CMC-69-2018

DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION CORREGIDA (kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra Patron	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.03	10.02	13.163	1.000	166.83	166.92
Muestra con 0.50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.03	10.04	13.276	1.000	167.89	167.62
Muestra con 1.00 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.02	10.02	13.627	1.000	172.74	172.71
Muestra con 1.50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.01	10.00	13.833	1.000	176.12	176.12
Muestra con 1.50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.03	10.03	10.424	1.000	131.93	131.90
Muestra con 1.00 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.03	10.02	10.502	1.000	133.18	133.17
Muestra con 1.50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.03	10.04	9.500	1.000	120.00	119.95
Muestra con 1.50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	10/11/2018	14	20.02	10.01	9.959	1.000	117.65	117.65

Referencia: ASTM C 39/C 39M-04 a - Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens

Observaciones : Los testigos cilindricos de concreto fueron realizados en la Empresa de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
 RICARDO FRANCESCO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 203355



**ANEXO N°5: RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A TRACCIÓN**



**JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL**  
**CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA**

**ESFUERZO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**  
**ASTM D 4123 / AASHTO T 283**

EXTRAÍDA DEL DISTRITO DE TUMANACHILAYO 2018\*

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRA DE BANGAZO DE CAÑA TRATADA CON PARAFINA.  
 ASesor: ING. LUIS GABRIEL QUIROZ TORRES  
 ALUMNO: OSCAR ENRIQUE CHUNGA ORTIZ  
 FECHA DE RECEPCIÓN: Lima, 06 de noviembre del 2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: La indicada  
 DESCRIPCIÓN: 08 Testigos cilíndricos de concreto

DENOMINACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra Patrón	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,01	10,02	6.289	1.000	20,01	20,01
Muestra con 0,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,02	10,00	5.824	1.000	18,52	18,52
Muestra con 1,00 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,01	10,01	6.526	1.000	20,74	20,74
Muestra con 1,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,02	10,03	6.926	1.000	21,97	21,97
Muestra con 1,00 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,03	10,03	6.157	1.000	19,52	19,51
Muestra con 1,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,00	10,04	6.352	0,999	20,13	20,12
Muestra con 1,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,03	10,03	6.232	1.000	19,75	19,74
Muestra con 1,50 % de bagazo bañado en parafina	26/10/2018	27/10/2018	03/11/2018	7	20,00	10,02	5.748	1.000	18,26	18,25

*[Firma]*

RICCARDO FRANCESCO

INGENIERO CIVIL / SUPL. DE

Reg. CIP N° 203355

**Referencia:** Los testigos cilíndricos de concreto fueron realizados en la Empresa de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.  
 El solicitante asume toda responsabilidad de uso de la información contenida en este documento.



**ESFUERZO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**  
**ASTM D 4123 / AASHTO T 283**

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATADA CON PARAFINA EXTRAIDA DEL DISTRITO DE TUMANACHILAYO 2018  
 ASesor: MATEIAS GEORGINA QUIROZ TORRES  
 ALUMNO: OSCAR ENRIQUE CHUNGA ORTIZ  
 FECHA DE RECEPCIÓN: Lima, 24 de noviembre del 2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
 IDENTIFICACIÓN: La indicada  
 DESCRIPCIÓN: 08 Testigos cilíndricos de concreto

DENOMINACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA (kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra Patrón	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.02	10.01	10,021	1,000	31.83	31.83
Muestra Patrón	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.02	10.03	9,563	1,000	30.13	30.12
Muestra con 0.50 % de bagazo batido en parafina	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.02	10.02	10,418	1,000	33.06	33.06
Muestra con 0.50 % de bagazo batido en parafina	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.00	10.01	10,776	1,000	34.27	34.26
Muestra con 1.00 % de bagazo batido en parafina	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.03	10.01	10,243	1,000	32.52	32.52
Muestra con 1.00 % de bagazo batido en parafina	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.02	10.02	10,011	1,000	31.77	31.77
Muestra con 1.50 % de bagazo batido en parafina	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.01	10.05	9,181	0,999	29.06	29.04
Muestra con 1.50 % de bagazo batido en parafina	26/10/2018	27/10/2018	24/11/2018	28	20.03	10.01	9,046	1,000	28.72	28.72

**Referencia:** 

**Observaciones:** Los testigos cilíndricos de concreto fueron realizados en la Empresa de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL. Los testigos a la tracción indirecta ASTM D 4123 AASHTO T 283 Medida de la Resistencia a la tracción indirecta.

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

## **ANEXO N°6: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78</b>		Código	AE-FO-124
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>		Versión	01
		Fecha	27-11-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATADA CON PARAFINA, EXTRAIDA DEL DISTRITO DE TUMAN-CHICLAYO 2018" REGISTRO N°: JR - LEM-096-18

ASESOR : ING. LUIS GABRIEL QUIROZ TORRES REALIZADO POR : P. Tasayco

ALUMNO : OSCAR ENRRIQUE CHUNGA ORTIZ REVISADO POR : D. Ccoto

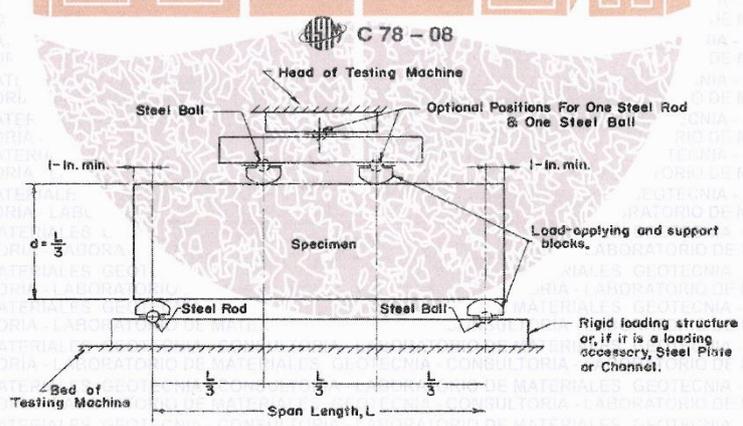
UBICACIÓN DE PROYECTO : --- FECHA DE ENSAYO : 24/11/2018

FECHA DE EMISIÓN : 16/10/2018 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes prismáticos  
 Fc de diseño : 210 kg/cm2

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN	27/10/2018	24/11/2018	28 días	2	45.0	38.47 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN	27/10/2018	24/11/2018	28 días	2	45.0	37.52 kg/cm2
VIGA N° 01 0.50 % de bagazo bañado en parafina	27/10/2018	24/11/2018	28 días	1	45.0	44.29 kg/cm2
VIGA N° 02 0.50 % de bagazo bañado en parafina	27/10/2018	24/11/2018	28 días	1	45.0	43.54 kg/cm2
VIGA N° 01 1.00 % de bagazo bañado en parafina	27/10/2018	24/11/2018	28 días	1	45.0	41.11 kg/cm2
VIGA N° 02 1.00 % de bagazo bañado en parafina	27/10/2018	24/11/2018	28 días	2	45.0	42.63 kg/cm2
VIGA N° 01 1.50 % de bagazo bañado en parafina	27/10/2018	24/11/2018	28 días	1	45.0	38.52 kg/cm2
VIGA N° 02 1.50 % de bagazo bañado en parafina	27/10/2018	24/11/2018	28 días	1	45.0	39.74 kg/cm2

Fuente: ASTM C78



OBSERVACIONES:  
 \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

*[Signature]*  
 RICCARDO FRANCESCO  
 DAVILA RIOS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen

**ANEXO N°7: PANEL FOTOGRÁFICO**



**Figura 37.** Empresa Agroindustrial Túman.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 38.** Desecho industrial, conocido como fibra de bagazo  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 39.** Fibra que pasa y fibra retenida por la malla N°6(3.35mm).  
Fuente: Elaboración propia.

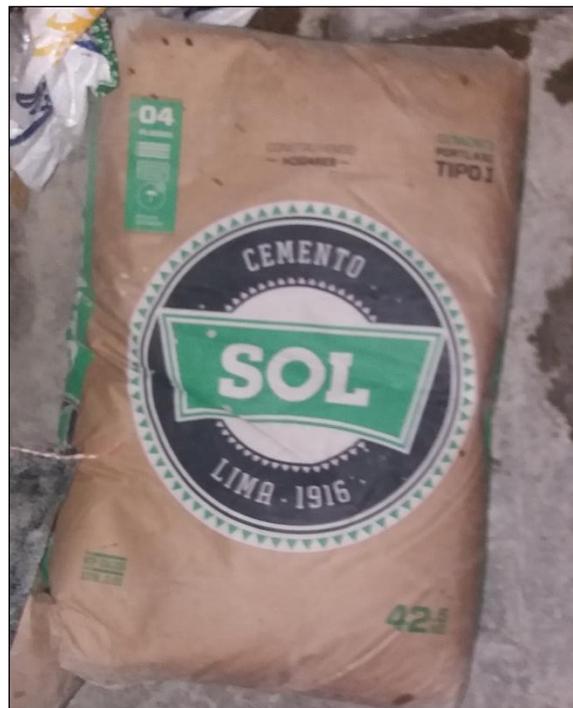


**Figura 40.** Fibra homogénea de 3-6cm  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 41.** Parafina para tratamiento de bagazo, 1kg.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 42.** Cemento Sol, empleado en mezcla.

Fuente: Elaboración propia.



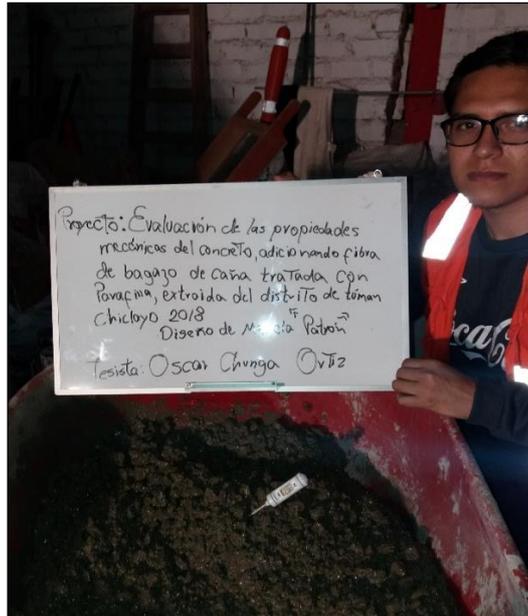
**Figura 43.** Tamizado de fibra a utilizar en mezcla.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 44.** Fibra mezclada en su totalidad con parafina.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 45.** Mezcla Patrón.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 46.** Fibra a utilizar 0.50%.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 47.** Muestras patrón y con 0%, 0.50%, 1% y 1.5% de fibra de bagazo  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 48.** Tanque improvisado para curado de probetas y vigas.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 49.** Ensayo a compresión.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 50.** Ensayo a tracción.

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N°8: FICHAS DE CALIBRACIÓN, INSTRUMENTOS DE  
LABORATORIO**



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-0265-2018

OT : 1743-2565      Fecha de emisión : 2018 - 08 - 15      Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
DIRECCIÓN : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martin De Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA  
Marca : ELE      Capacidad Máxima : 120000 kgf  
Modelo : ADR TOUCH      División de Escala, d : 0.1 kgf  
N° Serie : 1887-1-00074      Procedencia : No Indica  
Código de Ident. : NO INDICA      Ubicación : Laboratorio

3.- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.  
La calibración se realizó el día 14 de agosto del 2018 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. MÉTODO.  
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

5. PATRÓN.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO	ENTIDAD
Manómetro Digital	0 bar a 700 bar	0.05%	LFP-C-150-2017	DM - INACAL

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,1 °C	19,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	71,6 %	69,9 %

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 de color verde sobre el equipo.  
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  
Se deja a criterio del usuario el adecuado uso del equipo de acuerdo a los resultados adjuntos.

*Nicolas Ramos*  
Lic. Nicolás Ramos / Educador  
Gerente Técnico  
CFP:0316



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N° : LF-0265-2018  
Página : 2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
102,1	0,62	0,61	-0,01	0,02
200,1	1,11	1,11	0,00	0,02
500,4	2,73	2,68	-0,05	0,02
800,3	4,34	4,26	-0,08	0,02
1000,2	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000,7	26,78	26,26	-0,52	0,02
10000,4	53,47	52,44	-1,03	0,03
20000,8	107,18	105,12	-2,06	0,05
50000,6	266,49	261,35	-5,14	0,07
80002,5	423,47	415,30	-8,17	0,09

*Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección*

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

**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



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 404-2018  
Fecha de Emisión : 2018-10-12

**1. Solicitante** : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
**Dirección** : CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : R31P30  
**Número de Serie** : 8337090625  
**Alcance de Indicación** : 30000 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 10 g  
**División de Escala Real (d)** : 1 g  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Identificación** : B-01  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2018-10-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

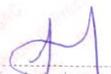
#### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018 / LM-094-2018
		LM-095-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,6			20,7		
	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,3	1,2
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
4	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,5	0,0
5	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,4	1,1
6	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,5	1,0
7	15 001	0,4	1,1	30 000	0,8	-0,3
8	15 001	0,5	1,0	30 000	0,7	-0,2
9	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,4	1,1
10	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima	1,5			1,6		
Error máximo permitido ±	20 g			± 30 g		



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152831

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Determinación de E <sub>2</sub>			Determinación del Error corregido				
		l(g)	Δl(g)	Eo(g)	Carga (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	Ec(g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		10	0,8	-0,3		10 000	0,5	0,0	0,3
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,3	0,2	0,6
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
5		10	0,8	-0,3		10 001	0,5	1,0	1,3

Temp. (°C) Inicial: 20,7 Final: 20,7

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δl(g)	E(g)	Ec(g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	Ec(g)	
10	10	0,6	-0,1						10
20	20	0,8	-0,3	-0,2	20	0,6	-0,1	0,0	10
100	100	0,9	-0,4	-0,3	100	0,7	-0,2	-0,1	10
500	500	0,7	-0,2	-0,1	500	0,6	-0,1	0,0	10
1 000	1 000	0,8	-0,3	-0,2	1 000	0,6	-0,1	0,0	10
5 000	5 000	0,9	-0,4	-0,3	5 000	0,8	-0,3	-0,2	10
10 000	10 000	0,3	0,2	0,3	10 000	0,6	-0,1	0,0	20
15 000	15 000	0,8	-0,3	-0,2	15 000	0,3	0,2	0,3	20
20 000	20 000	0,4	0,1	0,2	20 001	0,4	1,1	1,2	20
25 000	25 001	0,5	1,0	1,1	25 001	0,5	1,0	1,1	30
30 000	30 000	0,9	-0,4	-0,3	30 000	0,9	-0,4	-0,3	30

Temp. (°C) Inicial: 20,7 Final: 20,7

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000104 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,727 \text{ g}^2 + 0,0000000471 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    Δl: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>o</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 382 - 2018

Página : 1 de 4

Expediente : T 404-2018  
Fecha de emisión : 2018-10-12

1. Solicitante : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

Dirección : CAL.MZ D.LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181  
MZT019 MZA. MZ.LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN -  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : RUMISTONE

Modelo del Equipo : NO INDICA

Capacidad del Equipo : 476 L

Marca de indicador : AUTONICS

Modelo de indicador : TZN4M

Temperatura calibrada : 110 °C

Código de Identificación : H-02

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
11 - OCTUBRE - 2018

### 4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,6	22,8
Humedad %	70	72

### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECIACIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 382 - 2018

Página : 2 de 4

**CALIBRACIÓN PARA 110 °C**

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	108,0	106,6	108,8	106,3	107,9	107,6	105,4	108,1	108,3	107,9	108,0	107,5	3,4
2	108,0	106,3	108,5	106,2	107,9	107,5	105,3	108,8	108,3	107,8	108,5	107,5	3,5
4	108,0	106,4	108,2	106,5	107,8	107,6	105,2	108,5	108,3	107,8	108,6	107,5	3,4
6	108,0	106,3	108,8	106,2	107,2	107,4	105,3	108,1	108,3	107,8	108,5	107,4	3,5
8	108,0	106,3	108,8	106,3	107,5	107,3	105,3	108,2	108,2	107,4	108,6	107,4	3,5
10	108,0	106,3	108,5	106,4	107,4	107,2	105,3	108,1	108,5	107,7	108,7	107,4	3,4
12	108,0	106,2	108,4	106,2	107,6	107,4	105,6	108,0	108,2	107,6	108,6	107,4	3,0
14	108,0	106,3	108,8	106,3	107,6	107,2	105,4	108,0	108,2	107,9	108,5	107,4	3,4
16	108,0	106,2	108,5	106,5	107,5	107,3	105,2	108,2	108,0	107,8	108,9	107,4	3,7
18	108,0	106,5	108,8	106,3	107,3	107,2	105,6	108,2	108,0	107,7	108,5	107,4	3,2
20	108,0	106,4	108,8	106,2	107,5	107,5	105,2	108,3	108,2	107,6	108,6	107,4	3,6
22	108,0	106,3	108,2	106,3	107,4	107,9	105,3	108,2	108,3	107,8	108,5	107,4	3,2
24	108,0	106,5	108,3	106,3	107,4	107,5	105,2	108,2	108,2	107,8	108,4	107,4	3,2
26	108,0	106,3	108,2	106,3	107,4	107,7	105,4	108,2	108,4	107,7	108,3	107,4	3,0
28	108,0	106,6	108,6	106,2	107,3	107,4	105,3	108,2	108,2	107,6	108,5	107,4	3,3
30	108,0	106,2	108,4	106,2	107,4	107,2	105,6	108,2	108,3	107,9	108,6	107,4	3,0
32	108,0	106,5	108,7	106,2	107,2	107,3	105,1	108,2	108,2	107,8	108,9	107,4	3,8
34	108,0	106,4	108,5	106,1	107,1	107,6	105,2	108,2	108,2	107,6	108,5	107,3	3,3
36	108,0	106,5	108,2	106,5	107,6	107,2	105,3	108,2	108,2	107,5	108,2	107,3	2,9
38	108,0	106,3	108,3	106,3	107,3	107,5	105,2	108,2	108,3	107,8	108,1	107,3	3,1
40	108,0	106,6	108,6	106,3	107,2	107,4	105,4	108,3	108,2	107,5	108,5	107,4	3,2
42	108,0	106,2	108,2	106,5	107,0	107,5	105,2	108,0	108,4	107,6	108,3	107,3	3,2
44	108,0	106,4	108,6	106,1	107,0	107,6	105,3	108,0	108,1	107,5	108,2	107,3	3,3
46	108,0	106,0	108,5	106,2	107,3	107,6	105,2	108,0	108,2	107,6	108,5	107,3	3,3
48	108,0	106,5	108,2	106,2	107,2	107,5	105,1	108,3	108,3	107,8	108,3	107,3	3,2
50	108,0	106,3	108,9	106,3	107,4	107,4	105,2	108,3	108,2	107,6	108,5	107,4	3,7
52	108,0	106,5	108,4	106,3	107,8	107,8	105,6	108,2	108,3	107,6	108,2	107,5	2,8
54	108,0	106,2	108,5	106,2	107,5	107,6	105,2	108,4	108,2	107,4	108,3	107,4	3,3
56	108,0	106,3	108,6	106,3	107,6	107,4	105,3	108,5	108,5	107,5	108,2	107,4	3,3
58	108,0	106,4	108,2	106,1	107,5	107,8	105,2	108,3	108,3	107,4	108,5	107,4	3,3
60	108,0	106,5	108,5	106,2	107,5	107,5	105,3	108,2	108,2	107,8	108,3	107,4	3,2
T. PROM	108,0	106,4	108,5	106,3	107,4	107,5	105,3	108,2	108,2	107,7	108,4	107,4	
T. MAX	108,0	106,6	108,9	106,5	107,9	107,9	105,6	108,8	108,5	107,9	108,9		
T. MIN	108,0	106,0	108,2	106,1	107,0	107,2	105,1	108,0	108,0	107,4	108,0		
DTT	0,0	0,6	0,7	0,4	0,9	0,7	0,5	0,8	0,5	0,5	0,9		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	108,9	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,1	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,2	0,3
Estabilidad Media ( ± )	0,45	0,02
Uniformidad Media	3,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



*[Firma]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



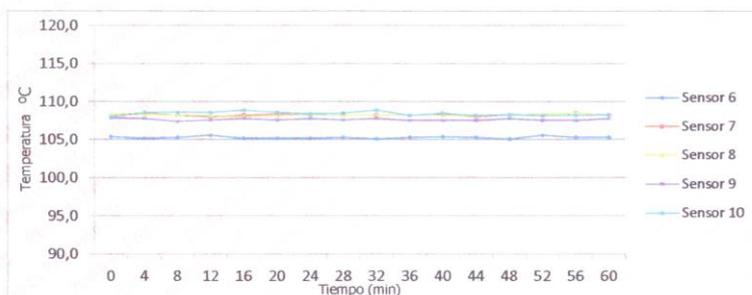
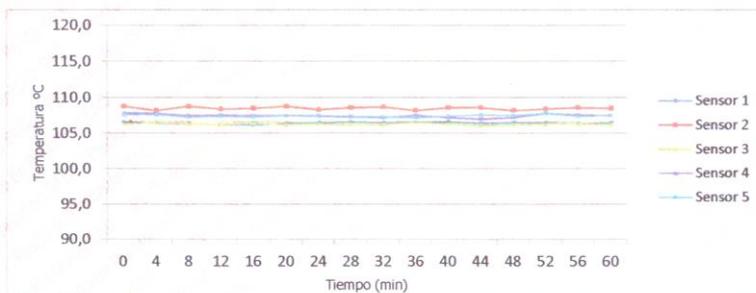
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 382 - 2018

Página : 3 de 4

## TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. OIP N° 152631



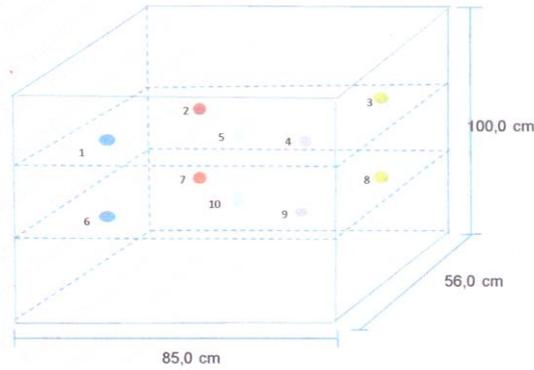
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 382 - 2018

Página : 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 879 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 404-2018  
Fecha de Emisión : 2018-10-12

**1. Solicitante** : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
**Dirección** : CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : SJX6201/E  
**Número de Serie** : B549813207  
**Alcance de Indicación** : 6200 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g  
**División de Escala Real ( d )** : 0,1 g  
**Procedencia** : CHINA  
**Identificación** : L-01  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2018-10-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 879 - 2018

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

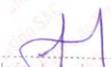
### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 6 000,0 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,06	-0,01
2	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,08	-0,03
3	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,1	0,05	0,10
4	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,0	0,09	-0,04
5	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,08	-0,03
6	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,06	-0,01
7	3 000,1	0,05	0,10	6 000,0	0,07	-0,02
8	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,0	0,08	-0,03
9	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,1	0,05	0,10
10	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,14	0,14		
Error máximo permitido ±			3,0 g	± 3,0 g		



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com





Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 881 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 404-2018  
Fecha de Emisión : 2018-10-12

**1. Solicitante** : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
**Dirección** : CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : NO INDICA  
**Número de Serie** : NO INDICA  
**Alcance de Indicación** : 6000 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g  
**División de Escala Real ( d )** : 0,1 g  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Identificación** : L-02  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2018-10-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 881 - 2018

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 6 000,0 g		
	I(g)	ΔI(g)	E(g)	I(g)	ΔI(g)	E(g)
1	3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,03	-0,18
2	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,0	0,08	-0,03
3	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
4	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,09	-0,04
5	3 000,0	0,05	0,00	5 999,9	0,05	-0,10
6	3 000,0	0,08	-0,03	5 999,9	0,04	-0,09
7	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,08	-0,03
8	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
9	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,08	-0,03
10	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,08	-0,03
Diferencia Máxima			0,04	0,17		
Error máximo permitido ±			3 g	± 3 g		



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152831

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 882 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 404-2018  
Fecha de Emisión : 2018-10-12

**1. Solicitante** : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
**Dirección** : CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : NO INDICA  
**Número de Serie** : NO INDICA  
**Alcance de Indicación** : 400 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,1 g  
**División de Escala Real ( d )** : 0,01 g  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Identificación** : L-03  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2018-10-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

#### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 882 - 2018

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 200,00 g			Carga L2= 400,00 g		
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	200,00	6	-1	400,00	8	-3
2	200,00	9	-4	400,00	9	-4
3	200,00	8	-3	400,00	8	-3
4	200,01	4	11	400,00	9	-4
5	200,00	8	-3	400,00	7	-2
6	200,00	9	-4	400,01	4	11
7	200,01	5	10	400,00	8	-3
8	200,01	4	11	400,00	9	-4
9	200,00	8	-3	400,01	3	12
10	200,00	9	-4	400,01	5	10
Diferencia Máxima			15	16		
Error máximo permitido ±			200 mg	± 300 mg		



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 882 - 2018

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0,10	0,10	6	-1	120,00	119,99	8	-13	-12
2		0,10	5	0		119,99	5	-10	-10
3		0,10	8	-3		120,00	6	-1	2
4		0,10	8	-3		120,01	4	11	14
5		0,10	6	-1		119,98	9	-24	-23

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					emp(**)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	±(mg)		
0,10	0,10	6	-1							100	
0,20	0,20	5	0	1	0,20	8	-3	-2		100	
1,00	1,00	9	-4	-3	1,00	5	0	1		100	
5,00	5,00	8	-3	-2	5,00	8	-3	-2		100	
10,00	10,00	7	-2	-1	10,00	7	-2	-1		100	
25,00	25,00	8	-3	-2	25,00	8	-3	-2		100	
50,00	50,00	5	0	1	50,00	9	-4	-3		100	
100,00	100,01	4	11	12	100,00	8	-3	-2		200	
200,00	200,00	9	-4	-3	200,01	4	11	12		200	
300,00	300,01	3	12	13	300,01	5	10	11		300	
400,00	400,00	6	-1	0	400,00	6	-1	0		300	

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000269 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0000836 \text{ g}^2 + 0,0000000671 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capch  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 383 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 404-2018  
Fecha de emisión : 2018-10-12

1. Solicitante : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
Dirección : CAL.MZ D.LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181  
MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN -  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : MUFLA  
Indicación : DIGITAL  
Marca de Equipo : FAEL  
Modelo de Equipo : ME3L  
Serie del Equipo : 240417  
Marca de Indicador : AUTONICS  
Modelo de Indicador : TX45  
Identificación : H-03

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
11 - OCTUBRE - 2018

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC - 017 del servicio nacional de metrología, del INDECOPI.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	CT - 003 - 2018	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,3	22,5
Humedad %	71	71

### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 05 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 383 - 2018

Página : 2 de 2

## Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
401	406,1	4,8	2,1
701	706,3	5,1	3,2

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN  
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*CHUMBA ORTIZ, OSCAR ENRAIDUS*

---

INFORME TÍTULADO:

*EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO,  
MEDICANDO FIBRA DE BAGAJO DE CAÑA TRAZADO CON PARAFINA,  
EXTRAÍDA DEL DISTRITO DE TUMAYU - CHICLAYO 2018*

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA:

*15 / 12 / 2018*

NOTA O MENCIÓN :

*12 (DOCE)*



*[Signature]*  
Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil

Yo, ..... **Dr. Luis Gabriel Quiroz Torres** .....

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

.....  
**“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto,**  
 .....  
**adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina,**  
 .....  
**extraída del distrito de Túman-Chiclayo 2018”**  
 .....

del (de la) estudiante ..... **Oscar Enrique Chunga Ortiz** .....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de **24** % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha: **Los Olivos, 15 de diciembre del 2018**



.....  
**Firma**  
 Nombres y apellidos del (de la) docente:

**Dr. Luis Gabriel Quiroz Torres**  
 .....

DNI: **10766248**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo ..... Oscar Enrique Chunga Ortiz ....., identificado  
con DNI N° ..... 77057671 .....,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ), No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“ .....  
“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto,  
.....  
adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída  
.....  
del distrito de Túman-Chiclayo 2018”  
.....  
.....”;

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
.....  
FIRMA

DNI: ..... 77057671 .....

FECHA: ..15.. de ..... diciembre ..... del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ADICIONANDO FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA TRATADA CON PARAFENA, EXTRAÍDA DEL DISTRITO DE TUMAN-CHICLAYO 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**  
 CHIUNGA ORTIZ, OSCAR ENRIQUE

**ASESOR:**  
 DR. QUIROZ TORRES, LUIS GABRIEL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
 DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA - PERÚ,  
 2018



**Resumen de coincidencias**

24 %

1	dSPACE.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	5 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	dSPACE.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	docplayer.es Fuente de Internet	1 %